

**UMA DISCUSSÃO SOBRE AS PROPOSTAS DE EXPERIMENTAÇÃO
EM CINÉTICA QUÍMICA NOS LIVROS DO PNLD DO
TRIÊNIO 2019-2021**

**A DISCUSSION ON THE PROPOSALS FOR EXPERIMENTATION
IN CHEMICAL KINETICS IN THE BOOKS OF THE PNLD OF THE
TRIANGLE 2019-2021**

Jorge Barbosa Nunes
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Duque de Caxias
jbn.quim@ufrj.br

Robson Roney Bernardo
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Duque de Caxias
robson@xerem.ufrj.br

Resumo

O artigo propõe uma discussão sobre as propostas de experimentação em Cinética Química inseridas nas obras contempladas pelo Plano Nacional do Livro e do Material Didático em utilização no triênio de 2019-21. Analisou-se cada obra pelas orientações da Base Nacional Comum Curricular para área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, observando-se a relação título x objetivo, as recomendações de segurança, as ilustrações no texto, o destino dos resíduos, a acessibilidade ao material utilizado, a descrição do procedimento experimental e da proposta reflexiva com o aluno e o seu cotidiano. Empregou-se a comparação entre os dados obtidos seguidos de uma discussão qualitativa e quantitativa, determinando os pontos comuns e de divergência entre os autores. Os resultados oferecem um material de consulta e apoio para professores, facilitando a análise das futuras obras do programa e incentivando a busca por novos roteiros experimentais que motivem discussões na área de Química.

Palavras-chave: livro didático; cinética química; experimentação.

Abstract

The article proposes a discussion on the proposals for experimentation in Chemical Kinetics inserted in the works contemplated by the National Plan for Books and Didactic Material in use in the 2019-21 triennium. Each work was analyzed according to the guidelines of the National Common Curricular Base for the area of Natural Sciences and its Technologies, observing the title x objective relationship, the safety recommendations, the illustrations in the text, the destination of the waste, the accessibility to the material used, the description of the experimental procedure and the reflective proposal with the student and his daily life. A comparison was made between the data obtained followed by a qualitative and quantitative discussion, determining the common points and divergences between the authors. The results offer consultation and support material for teachers, facilitating the analysis of the future

works of the program and encouraging the search for new experimental scripts that motivate discussions in the area of Chemistry.

Key words: textbook; chemical kinetics; experimentation.

Introdução

Um movimento em função da comunicação e da interatividade entre áreas dos diversos saberes tornou-se mais acentuado nas últimas décadas. Com o Ensino Médio brasileiro, não foi diferente. Uma nova organização trata os componentes curriculares como integrantes de grandes áreas do conhecimento, agregando-se à Química outras funções, além de analisar as propriedades e os fenômenos que ocorrem com as substâncias. Atualmente, espera-se por uma Ciência que colabore com o preparo dos estudantes para fazer julgamentos, argumentar, decidir e propor soluções obedecendo os princípios éticos e morais necessários para o desenvolvimento do cidadão (BRASIL, 2017). A proposta ultrapassa a identificação dos fenômenos, trazendo para o estudante de Química a necessidade do desenvolvimento de múltiplas habilidades para lidar com as questões pertinentes ao seu conteúdo específico.

O modelo tradicional de ensino, embora distante das propostas compartilhadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ainda é aplicado por grande parte dos docentes, apoiados por um movimento que se inicia nas famílias e se reproduz nas salas de aula de muitos jovens brasileiros. Moreira (2011) descreve essa situação quando afirma que o professor fundamenta basicamente aquilo que o aluno precisa aprender, através de um ensino que transmite o conhecimento pronto. Com a inserção de diferentes mídias e tecnologias digitais de comunicação e informação para o ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), o ensino de Química deve ser repensado em função de exercer um papel de disseminação da investigação científica a fim de desenvolver a observação, a experimentação e a elaboração de propostas de intervenção e de compreensão das situações-problema. Através dessas novas reflexões baseadas em evidências científicas, o estudante compreende a ação fenomenológica dos fatos que a Ciência o apresenta, sem deixar de estabelecer as devidas conexões com as diversas áreas do conhecimento.

O processo de ressignificação dos conteúdos da Química nessa nova proposta de compreensão do ensino deveria começar nos cursos de formação de professores. Ainda existe uma lacuna a ser preenchida para abandonar a ideia de que para ser professor basta o domínio de uma certa área do conhecimento, senão disciplina (MASETTO, 1998). Por essa

constatação, muitas vezes vemos currículos enormes que atendem às ementas de concursos e se afastam dos ideais propostos para o novo Ensino Médio brasileiro.

Para os professores, a nova BNCC é desafiadora. Além das competências esperadas pela área de Ciências da Natureza, existe uma preocupação em relação à definição dos conteúdos e da metodologia mais adequada de ensino. Não é objetivo do documento delimitar ações, mas normatizar habilidades e competências para todo o território brasileiro estabelecendo um conjunto de aprendizagens essenciais destinadas aos estudantes, a fim da melhoria da qualidade da educação (BRASIL, 2017). Numa análise das diversas habilidades descritas pela BNCC percebe-se o tratamento dado à necessidade da compreensão dos processos, sejam esses físicos, químicos ou biológicos. Em particular, a Química se apropria de inúmeras análises desde a gestão de recursos naturais, do processamento e do tratamento de resíduos relacionados ao bem-estar social e à melhoria da qualidade de vida. Assim, a compreensão das reações e dos parâmetros físico-químicos, como o seu comportamento cinético, são fundamentais para nortear essas conexões entre a Química e as questões sociais, econômicas e políticas.

Para Chervel (1990) o estudo de Química como de qualquer outra área do conhecimento, deve ser constituída por interesses apropriados, com estrutura social e cognitiva específica, mas na função de ser um constante agente transformador do conhecimento científico como é característica da própria dinâmica escolar. No entanto, todo o processo de reforma é lento e mudar exige uma transformação no trabalho da rotina do professor. Essa mudança vai além das metodologias de implementar uma nova base curricular, mas permeia entre a necessidade de adequação da estrutura física das instituições de ensino, de formação e atualização contínua dos professores, da melhoria de condições de trabalho e também de recursos didáticos. Acrescenta-se a constante busca por novas metodologias de ensino e de experiências, sendo fundamental para despertar o interesse pela pluralidade dos temas de Química.

Uma das ações governamentais que busca alcançar estudantes de todo o território nacional e ofertar obras previamente avaliadas e escolhidas pelos docentes de cada instituição escolar é conhecido como Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Verifica-se, em todas as obras contempladas pelo PNLD em vigor até 2021, a presença de uma unidade que trata da compreensão das reações químicas e suas implicações, em particular sobre a velocidade, que é o campo de estudo da Cinética Química. Apesar da abstração do conteúdo, o que é muito comum em vários outros assuntos de estudo da Química, em todas as obras consultadas há o uso da experimentação como parte da

metodologia de ensino. Assim, o foco deste trabalho é o levantamento e a análise das atividades práticas sugeridas nas obras de Química do PNLD do triênio de 2019-2021.

A experimentação como técnica de investigação e elaboração conceitual

O uso da experimentação como recurso didático é uma técnica bastante difundida entre os professores das Ciências da Natureza. Apesar da facilidade da literatura digital ou impressa disponíveis descrevendo essas atividades, muitos educadores minimizam a ação. Ora por opção dada ao excesso de conteúdo teórico atrelado à resolução de séries de exercícios, ora por falta de espaço formal, de materiais, equipamentos e até mesmo a escassez de tempo para o preparo dessas atividades. Segundo Hodson (1998) uma análise em relação ao uso das atividades experimentais agregadas ao currículo precisa discutir duas questões importantes: uma é o como o experimento age em função da construção dos conceitos; a outra é como a atividade experimental oferecida pelo docente expressa o objetivo central daquilo que ele pretende explicar. Sendo assim, a experimentação não é uma atividade desvinculada que possa representar uma atração ou um trazer um simbolismo de desconexão com o fundamento científico do momento do conteúdo.

A problematização da realidade a partir da concepção experimental focada no aluno estimula a compreensão daquilo que pertence ao cotidiano, incluindo o que é fenomenológico, mas passa por despercebido. O incentivo da investigação através da experimentação, desperta o conhecimento científico e formal. Assim a atividade experimental seja em qualquer área, deve incentivar a interdisciplinaridade e esclarecer as obscuridades e mitos em torno da Ciência. Ao mesmo tempo deve fornecer condições para que o aluno raciocine e proponha suas soluções baseadas na sua observação e vivência do conteúdo anteriormente definido; trazendo flexibilidade ao currículo (AMARAL, 1997).

Uma das formas mais interessantes para desenvolver competências na área de Química é a difusão da experimentação como recurso didático. A observação e a prática experimental proporcionam além da aprendizagem de procedimentos e conceitos, a otimização de diversas habilidades cognitivas e a compreensão da natureza da ciência (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Uma educação científica não pode se basear somente pela transmissão oral das informações, assim o professor não deve abandonar a análise de dados e fatos observáveis que fazem parte da ocorrência de uma série de fenômenos, sejam esses por exemplo, relacionados à velocidade das reações e aos fatores que influenciam essa variação. Sem a experimentação e esse olhar focado na alteração da velocidade da reação, o

conteúdo de Cinética Química será mais um dentre tantos outros que passam pelos livros didáticos sem vivenciar sequer uma situação de proximidade com a realidade. A prática investigativa através da experimentação descrita nessas obras, sejam elas adaptadas ou não se tornam importantes intervenções na rotina das aulas de Cinética Química, com o intuito de desenvolver um novo caminho para compreender a Ciência.

A construção de um significado com uma linguagem própria partindo da realidade é uma das etapas para a consolidação do conhecimento a partir do contato com novas situações e experiências. Nessa visão, fazer Ciências é ensinar, aos alunos, procedimentos para a aprendizagem de Ciências (CRESPO; POZO, 2009). Mesmo que o processo de ensino-aprendizagem seja particular de cada professor, não há um aluno que não se deslumbre com uma Ciência que ultrapasse a barreira da oralidade e da leitura do livro didático. Espera-se mais das aulas das Ciências da Natureza, desde aprender a observar, a anotar, comparar e propor soluções por diferentes versões. A expressão desse processo traz maior qualidade ao ensino e se aproxima daquilo que se espera como competência desenvolvida no aluno.

Metodologia

O estudo das atividades experimentais disponíveis nos livros didáticos de Química na seção de Cinética realizou-se através da seleção de todas as obras do volume 2 contempladas pelo PNLD de 2018 do Ensino Médio. Num total de seis títulos foram selecionados pelo programa e se encontram descritos no quadro 1.

Quadro 1: Livros didáticos de Química. (Fonte: Elaborado pelos autores)

Livro Didático de Química (L)	Legenda	Autores	Editora	Edição	Ano
Química Cidadã (Vol. 2)	L 1	Santos, W. <i>et al.</i>	AJS	3. ed	2016
Química (Vol. 2)	L 2	Reis, M.	Ática	2. ed	2016
Química (Vol. 2)	L 3	Ciscato, C. A. M. <i>et al.</i>	Moderna	1. ed	2016
Química (Coleção Vivá, Vol. 2)	L 4	Novais, V. L. D. & Tissoni, M.	Positivo	1. ed	2016
Química, (Vol. 2)	L 5	Machado, A. H. & Mortimer, E. F.	Scipione	3. ed	2016
Química (Coleção Ser Protagonista, Vol. 2)	L 6	Lisboa, J. C. F. <i>et al.</i>	SM	3. ed.	2016

Constatou-se que 100% das obras trazem pelo menos uma atividade prática como sugestão de experimentação para Cinética Química. Como referência para cada atividade experimental foi criada uma legenda. Destaca-se que, alguns livros apresentam experimentos em sequência (partes), dando continuidade ao mesmo roteiro ou o subdividindo. Nesse caso, considerou-se que essa parte com uma nova proposta de trabalho e com materiais diferentes, seja analisada como um experimento isolado. O quadro 2, apresenta essas atividades práticas com as partes, caso existam, em cada obra avaliada.

Quadro 2: Atividades experimentais de Cinética identificadas nos livros de Química do PNLD 2018. (Fonte: Elaborado pelos autores)

Livro Didático de Química (L)	Atividade Experimental (AE)	Legenda	Página
L 1	Por que a vela apaga? Partes A até D.	AE 1	143
L 1	Você pode controlar reações? Como? Partes A e B.	AE 2	149
L 1	Você pode controlar reações? Como? Parte C.	AE 3	150
L 1	Você pode controlar reações? Como? Parte D.	AE 4	151
L 2	Taxa de desenvolvimento da reação. Partes 1 e 2.	AE 5	161
L 3	Outros fatores que influenciam na rapidez de uma reação química.	AE 6	186
L 4	Que fatores tornam a reação de um comprimido efervescente com água mais rápida ou mais lenta? Partes 1 e 2.	AE 7	129
L 5	Investigando a dissolução de um comprimido efervescente. Parte A	AE 8	144
L 5	Investigando a decomposição da água oxigenada. Parte B.	AE 9	146
L 6	Rapidez de uma reação química.	AE 10	81
L 6	Fatores que influenciam na rapidez de reações. Efeito da concentração e da superfície de contato.	AE 11	97
L 6	Fatores que influenciam na rapidez de reações. Efeito da temperatura.	AE 12	97

Na técnica investigativa, foram determinados alguns parâmetros para a análise comum a todas as atividades práticas, tais como: relação do título com o conteúdo e o objetivo do experimento, recomendação de segurança, detalhamento do procedimento com uso de imagem, tratamento do resíduo, a acessibilidade ao material e o questionamento do autor visando a interação do aluno com o conteúdo e o seu cotidiano. Após uma análise comparativa detalhada, os dados coletados foram apresentados sob forma de quadros e gráficos para facilitar a discussão do estudo. Com este trabalho pretende-se mostrar como é

tratada a experimentação em Cinética Química no PNLD de 2018, norteando o que se espera como novidades para as próximas edições do programa, tornando-se um material de reflexão e de consulta para os docentes da área de ensino de Química.

Resultados e discussão

Para uma análise mais organizada e detalhada dos resultados, as atividades experimentais (AE) que tratam do mesmo conteúdo e com descrições parecidas foram discutidas no mesmo tópico. É o que ocorre com as atividades AE 2; AE 5 – 8 e AE 12, considerando-se que essa última tenha o foco voltado para uma parte deste conteúdo. As demais atividades que discutiram conceitos cinéticos diferenciados foram inseridas em outro grupo.

Atividades experimentais semelhantes: AE 2; AE 5 – 8 e AE 12

Todas as atividades referem-se aos fatores cinéticos que aceleram a velocidade das reações, em particular à temperatura e à superfície de contato. No experimento AE 12 refere-se somente ao item temperatura já que a superfície de contato é tratada com o uso de outros materiais. Apesar de títulos diferentes, o objetivo do experimento é demonstrar a ação da temperatura da água utilizada na solubilização de um comprimido efervescente que pode ser uma vitamina C ou um antiácido para azia de qualquer tipo. Comparando-se o processo com água da torneira e gelada, avalia-se a questão da influência da temperatura. Com o comprimido inteiro e triturado em pequenas partes, verifica-se velocidade da reação sob a ação da superfície de contato. Observou-se que as AE 2, 5 e 7 apresentaram o experimento em duas partes, uma para cada fator cinético.

A AE 2, pertencente ao livro L 1, o título “Você pode controlar reações? Como?”, atende ao objetivo do experimento, no entanto é necessário esclarecer ao aluno que o controle de um fenômeno químico não envolve somente a sua velocidade. Existem outras questões importantes como a influência da escolha do equipamento, da qualidade e procedência dos materiais, da influência da ação humana, dentre outras. O título insere-se à discussão cinética, mas é preciso atenção.

Nesta seção orienta-se o aluno a consultar a última página do livro para ler as recomendações de segurança sugeridas pelos autores. Disponibilizam-se as normas e a simbologia técnica usada para identificação dos riscos. Verifica-se uma descrição detalhada do procedimento prático com sugestões para a substituição de vidrarias de laboratório por

materiais de fácil aquisição. Recomenda-se o uso de água gelada de um refrigerador e o uso de chama para aquecer a água da torneira. Preocupa-se em dar um destino para o resíduo produzido em ambas as partes do experimento, mesmo que não seja tóxico, o que desenvolve a atenção do aluno para o descarte. No final da atividade, incentiva-se a anotação dos resultados observados para uma discussão sobre o conteúdo abordado e sua ligação com o cotidiano. Os alunos são induzidos a descobrir quais os nomes dos fatores relacionados à experimentação.

A AE 5, apresentada pelo livro L 2, é denominada como “Taxa de desenvolvimento da reação”. Apesar de estar inserido na proposta de avaliar os fatores cinéticos temperatura e superfície de contato associados à velocidade da reação, o título pode trazer dificuldades para o aluno que não foi iniciado no conteúdo dentro dessa obra. É a única dentre as seis que serão apresentadas que usa o termo “taxa de desenvolvimento”. Outras interpretações seriam evitadas se a denominação estivesse relacionada diretamente aos fatores cinéticos trabalhados pelo experimento.

Não há uma recomendação de segurança, talvez pelo motivo da autora se referir ao uso da água quente de um chuveiro elétrico. Chama-se a atenção de que muitas escolas não dispõem de tal aparelho, logo para o uso de chama, a recomendação é fundamental. Observa-se que a descrição do texto está de acordo com os objetivos da prática que possui fácil acessibilidade ao material, não incluindo vidrarias de laboratório, no entanto não se tem a citação ao tratamento dado ao resíduo. Mesmo sendo água com efervescente, acredita-se que o hábito de pensar no resíduo deve ser uma prática desenvolvida pelo professor em toda atividade experimental. Numa seção final da AE 5 investigam-se propriedades funcionais dos componentes do antiácido, interligando o conteúdo a outros capítulos de estudo. Ainda se posiciona em perguntar o que foi observado pelo aluno e o porquê.

No livro L 3, disponibiliza-se a AE 6 com o título “Outros fatores que influenciam na rapidez de uma reação química”. O texto se inicia com uma orientação sobre o infográfico de segurança no laboratório, mas sem o indicativo de onde o encontrar. Acredita-se que se o professor está acostumado à experimentação, o aluno conseguiria identificar em qual parte o infográfico se encontra, mas por se tratar de segurança, a identificação dessa página é uma informação importante. Identifica-se o objetivo da prática claramente no texto através de um procedimento experimental detalhado, mas se sugere o uso de água quente a partir de uma torneira elétrica ou chuveiro, o que se distancia da realidade de muitas escolas. Os autores se preocupam em contabilizar o tempo com o uso de um cronômetro, hoje facilmente

resolvido com o uso dos celulares. São disponibilizadas informações para o descarte dos resíduos bem como para a lavagem e reaproveitamento dos copos de plástico.

No final da seção da AE 6 questionam-se os alunos sobre relação da rapidez da reação e a interação com a área de superfície, para isso cubos inteiros e repartidos são utilizados para instigar a elaboração de hipóteses. Para as conclusões, insere-se uma análise teórica sobre a conservação da carne sob diferentes temperaturas, além de um exercício de reflexão sobre a reação do ferro com o ácido clorídrico sob temperaturas e formas de apresentação variadas (prego e limalha). Ainda se orienta para organizar todos os dados coletados e compartilhar com os colegas de classe.

A AE 7, disponível no livro L 4 apresenta-se sob o título: “Que fatores tornam a reação de um comprimido efervescente com água mais rápida ou mais lenta? ”, apresentada em duas partes com a objetivo já definido no próprio enunciado. Observa-se que não há qualquer referência às normas de segurança, mesmo descrevendo o uso de água quente. O experimento classifica-se como de baixo custo, acessível e sem referências aos materiais típicos de laboratório. A descrição experimental é detalhada, elaborada com o uso de imagem ilustrativa. Orienta-se o descarte do resíduo direto na pia. Incentivam-se os alunos a observar, analisar e elaborar uma hipótese para os resultados de cada parte do experimento.

No livro L 5, encontra-se a AE 8, cujo título é: “Investigando a dissolução de um comprimido efervescente”. Apesar de correto, destaca-se que o processo de dissolução de um comprimido efervescente é uma reação química, mas é necessário discutir que nem toda dissolução é. Talvez o título possa gerar conflitos ou trazer à tona uma discussão sobre conteúdos anteriores como solubilidade, misturas, reação, etc. O professor precisa estar atento a essas questões. No entanto, na AE 8 descreve-se detalhadamente todo o procedimento, apresentando-se como a mais ilustrada dentre as demais do seu grupo. Desde o início, definem-se os objetivos sobre o estudo da influência da temperatura e da superfície de contato. Constata-se o alerta de segurança para a atividade prática, destacando-se por ser a única AE desse grupo de atividades onde se expressa a necessidade do professor para supervisionar todos os passos experimentais, além do cuidado ao manipular sistemas de aquecimento.

É fornecido um quadro para o registro de observações coletadas pelo aluno, o que ajuda a organizar o trabalho experimental. Os materiais propostos são típicos de laboratório tais como: termômetro para medições elevadas e proveta, mesmo não observando a necessidade desses materiais para esse objetivo; além do uso de um cronômetro. Não se tem referência sobre o tratamento dos resíduos, mesmo sabendo que não são perigosos.

Para finalizar a atividade, propõe-se uma elaborada reflexão com quatro questões divididas num total de oito subitens discursivos. Nesse questionamento desejam-se coletar os tempos de reação para cada fator cinético e propor um modelo que explique essas observações associando com a teoria discutida em sala de aula.

A última obra que encerra o trabalho com temperatura e superfície de contato é a AE 12, pertencente ao L 6, denominando-se por: “Fatores que influenciam na rapidez de reações. Efeito da temperatura.” O objetivo encontra-se claro no título e de início já se relacionam os materiais de segurança usados na prática, tais como óculos de proteção e jaleco. Nesta seção, orienta-se para o descarte do material direto na pia. Observa-se uma descrição procedimental curta, mas ilustrada por uma imagem genérica suficiente para a compreensão. No texto é informado para que os alunos registrem suas observações e dados coletados, relacionando-se com um fato cotidiano, como a influência da temperatura no amadurecimento de frutas. O material utilizado inclui vidraria de laboratório, mas nada do que não possa ser adaptado por outros frascos. Descreve-se também o uso do cronômetro, mas em nenhum momento é solicitado para o aluno medir o tempo.

Atividades experimentais diferentes: AE 1; AE 3; AE 4; AE 9 – 11

A AE 1, “Por que a vela apaga? ”, pertencente à obra L 1, apresenta-se em quatro partes. O seu título se apropria ao objetivo do experimento sendo fornecidas as recomendações de segurança fazendo referência aos símbolos que são inseridos durante a descrição, mas que se consultam na última página do livro. É possível realizar a prática em sala de aula com materiais facilmente trazidos de casa, mas há um alerta para a execução sob a supervisão do professor. A atividade dispõe de única ilustração que se encontra entre as partes A e B, verificando-se a orientação para o descarte apropriado dos resíduos, no caso numa pia comum.

No experimento demonstra-se a ação da retirada do comburente (oxigênio) na combustão através do abafamento e da produção de gás carbônico pela reação do bicarbonato de sódio e de um comprimido efervescente. Assim, através da diminuição ou do aumento das concentrações dos reagentes é possível avaliar a sua influência; bem como da temperatura quando se adiciona água ao sistema, já que a substância não só retira o comburente mas reduz a energia necessária para a reação em cadeia (Santos, 2016).

No final da seção, sugere-se uma análise de dados e das observações feitas pelo aluno. Também é solicitado que se pense na explicação usando o triângulo de fogo, fato que

foi explicado no mesmo capítulo da AE. Apesar de uma atividade criativa, exigem-se conhecimentos prévios para a compreensão sobre a reação de combustão e daquelas que produzem o gás carbônico.

No L 1 também se encontra a AE 3 – parte C, associada à AE 2 num mesmo roteiro, mas que possui materiais e objetivos completamente independentes. No entanto, apresentam-se as mesmas características quanto à ausência de ilustrações e de orientações de segurança através de símbolos no texto que podem ser acompanhados com explicações na última página do livro, que é característico dessa obra. Quanto ao descarte dos resíduos deve-se pensar tanto nos sólidos (lixo seco), como nos líquidos que irão para o esgoto comum. Utilizam-se materiais de fácil aquisição, mas é necessário o sulfato cúprico pentahidratado, o que pode se tornar difícil para algumas escolas.

O título do experimento é o mesmo da AE 2: “Você pode controlar reações? Como?”. Já se discutiu que apesar de se encaixar no objetivo da prática, esse controle envolve outras variáveis. A proposta do experimento é observar a reação de bolinhas de lã de aço do mesmo tamanho sob a ação do sulfato cúprico de concentrações diferentes utilizando-se a técnica da diluição de soluções. Através de sete questões discursivas, instiga-se o aluno a descrever suas observações e dados coletados, além de propor uma representação através de desenhos a partir das suas conclusões. Também é solicitado ao aluno que se faça uma citação de outra situação cotidiana que envolva o mesmo fator cinético.

Ainda no L 1, disponibiliza-se a parte D correspondente à AE 4, constituindo-se mais uma seção do experimento AE 2, porém com uma nova proposta. Sendo assim, no que se diz respeito à apropriação do título ao experimento (o qual é o mesmo da AE 3), a inexistência de imagem nesta seção e às normas de segurança com simbologias no texto e vistas à última página são iguais à AE 2 e à AE 3. Quanto ao destino dos resíduos, orienta-se que o descarte do sólido seja no lixo orgânico e, do líquido, no esgoto comum.

Utiliza-se material de baixo custo, de fácil aquisição, podendo o experimento ser executado na sala de aula ou no laboratório. O procedimento experimental é detalhado, onde se descreve a reação do peróxido de hidrogênio com a batata crua e cozida, assim como no fígado cru e cozido. Na seção da discussão dos resultados, relata-se que a decomposição da água oxigenada produz oxigênio e água, mas que pode ser acelerada.

O aluno é convidado a propor uma explicação daquilo que presenciou, identificando o que provocou o aumento da velocidade de decomposição da água oxigenada. Acredita-se que sem um direcionamento do professor, o objetivo de apresentar a catálise enzimática a partir da catalase presente na batata e no fígado crus, seja dificultado. Uma discussão de

conteúdos prévios facilitaria a compreensão do fenômeno, mesmo sem fornecer diretamente as respostas.

O título da AE 9 do livro L 5 é: “Investigando a decomposição da água oxigenada”, apresentando-se de acordo com a proposta do experimento. Apesar de pertencer à parte B (a parte A corresponde a AE 8 já apresentada), o experimento é totalmente independente, mas se utiliza das recomendações de segurança disponíveis no mesmo roteiro, descritas por duas páginas anteriores, o que pode não ser apropriado, já que o uso de água oxigenada requer atenção.

Apesar da descrição experimental ser detalhada com uma boa introdução teórica, não existe recomendação sobre o descarte dos resíduos. O texto é ilustrado por diferentes imagens de águas oxigenadas, sua aplicação em fermentos e pela montagem do equipamento utilizado pela prática. Também se disponibiliza um quadro para organização dos dados coletados no experimento.

No material utilizado na AE 9 incluem-se a água oxigenada de 10 e 20 volumes, o cloreto férrico, kitasato, rolha perfurada, frasco para coletar água (pode ser uma bacia), mangueira de borracha, espátula (colher de café) e proveta graduada. Percebe-se que nem todos são de fácil aquisição, dependendo de materiais de laboratório, além da inclusão do uso do cronômetro, embora a substituição pelo celular resolva o problema.

O objetivo da prática é catalisar a decomposição da água oxigenada de concentrações diferentes a partir do uso de uma mesma quantidade de cloreto férrico como catalisador. Com a reação fechada no kitasato há um borbulhamento de oxigênio recolhido por uma proveta repleta de água e emborcada para baixo numa cuba cheia pelo mesmo líquido. Solicita-se que o aluno marque o tempo para verificar a velocidade da reação.

Finaliza-se o texto com uma reflexão em grupo, orientada por quatro questões discursivas para que os alunos comparem as velocidades a partir das concentrações diferentes de água oxigenada, além de coletar o relato de suas observações para resumir a ação de todos os fatores que alteram a velocidade como revisão final do capítulo.

A atividade experimental AE 10 do livro L 6 denominada por: “Rapidez de uma reação química”, tem o objetivo já apresentado no título além de incluir a análise da influência da concentração do reagente. Apresentam-se os objetivos no início da descrição bem como as recomendações de segurança onde se incluem o uso de óculos de segurança e de jaleco com mangas compridas. O descarte dos resíduos também tem destaque no texto, direcionando-os para uma diluição antes de jogá-los na pia comum. Visualiza-se uma ilustração que mostra a montagem do equipamento e facilita a sua compreensão.

O material utilizado restringe-se ao laboratório de química, dentre eles o tubo de ensaio grande acoplado a uma rolha de silicone perfurada, suporte universal com garras, suporte para tubo de ensaio e proveta; o que dificulta a sua execução por muitas escolas. Não existe sugestão de adaptações dos materiais no texto.

A descrição experimental mostra-se de forma cuidadosa a fim de explicar a montagem do equipamento. Como proposta, o experimento pretende verificar a velocidade de formação do gás carbônico produzido pela ação do bicarbonato de sódio com o vinagre, através da marcação do tempo inicial de borbulhamento e do volume atingido pelo oxigênio na proveta. O tubo de ensaio encontra-se fechado e acoplado a uma mangueira que é mergulhada numa cuba de vidro ou bacia, com a proveta emborcada para baixo. O experimento é repetido, variando-se a quantidade de vinagre na reação.

No final da descrição da AE 10, orienta-se para que o aluno escreva a reação química que ocorreu, além de comparar os resultados obtidos dos tempos observados. O aluno é convidado a compartilhar os seus resultados coletivamente e avaliar a influência das quantidades do vinagre no borbulhamento. Inclui-se na discussão a citação de outros exemplos do cotidiano que ilustrem a influência da concentração na velocidade da reação.

Por fim, a atividade AE 11 do mesmo livro L 6 intitulada como: “Fatores que influenciam na rapidez de reações. Efeito da concentração e da superfície de contato.” É equivalente à parte inicial do roteiro da AE 12 (discutido anteriormente), tendo no seu título o objetivo claro da sua execução. Disponibilizam-se as recomendações sobre as normas de segurança da atividade, como o uso de óculos de proteção e de jaleco com mangas compridas. O tratamento dos resíduos é gerenciado de maneira que haja o reaproveitamento das soluções e dos materiais possíveis, além do descarte de chumaços de lã de aço no lixo comum.

Apresenta-se imagem ilustrativa e o material utilizado é de fácil aquisição, exceto pelo uso de sulfato cúprico pentahidratado, o qual pode dificultar a sua execução por muitas escolas. Sugere-se a substituição do béquer por pequenos copos e o uso do cronômetro pode ser no celular. A descrição experimental não é extensa, baseando-se na reação de pregos amarrados em barbantes mergulhados em solução de sulfato cúprico de concentrações diferentes por três minutos. Ainda se repete o procedimento utilizando-se um chumaço de lã de aço e um prego (com massas aproximadas), mergulhando-se simultaneamente em soluções de sulfato cúprico de mesma concentração, o que ilustra a influência da superfície de contato na velocidade da reação. No texto, orienta-se a discussão e análise das observações em grupos de alunos, além de relacioná-las com situações do cotidiano, tais

como a velocidade de amadurecimento das frutas em ambientes quentes e frios e do processo do rápido enferrujamento da lâ de aço comparada com um portão de ferro exposto ao tempo.

Análise coletiva dos resultados

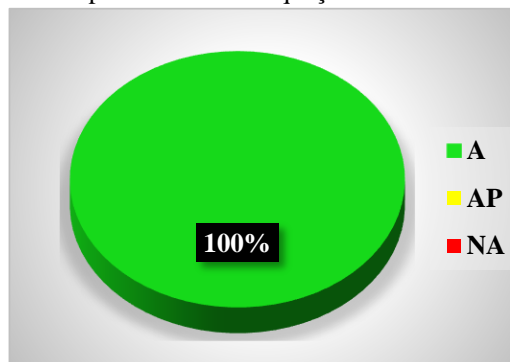
Em detrimento aos parâmetros que foram estabelecidos para a investigação dos experimentos, coletaram-se dados que estão disponíveis no quadro 3, em função do atendimento total (A), parcial (AP) ou do não atendimento (NA). Em seguida é proposta uma análise gráfica dos resultados, utilizando-se como base, cada parâmetro que foi investigado no estudo.

Quadro 3: Resultado analítico em função dos parâmetros selecionados. (Fonte: Elaborado pelos autores)

Parâmetros	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Título/Objetivo	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Normas de Segurança	A	A	A	A	NA	AP	NA	A	AP	A	A	A
Ilustração	A	NA	NA	NA	NA	NA	A	A	A	A	A	A
Acessibilidade ao Material	A	A	AP	A	AP	AP	A	NA	NA	NA	AP	A
Destino dos resíduos	A	A	A	A	NA	A	A	NA	NA	A	A	A
Quadros organizadores	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	A	A	NA	NA	NA
Questões para os alunos	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Relação com o cotidiano	NA	A	A	NA	NA	A	NA	NA	NA	A	A	A

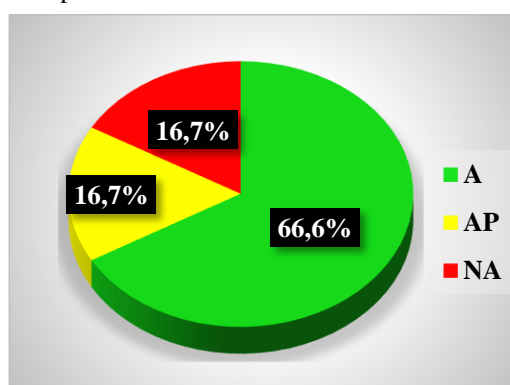
Quanto à adequação do título ao (s) objetivo (s) do conteúdo das atividades experimentais (figura 1), percebe-se que há 100% de atendimento ao que se é pretendido, apesar da identificação de algumas nomenclaturas onde se permitem outras possíveis interpretações, como foi discutido nas AE 2 – 5 e na AE 8. Quanto ao item atendimento às normas de segurança, visualiza-se que a maioria das obras se atenta para essa informação. Somente duas delas, cerca de 17%, não referenciam qualquer tipo de aviso de segurança e outros 17% aproximadamente, apesar de relatarem, dificultam o acesso às informações, não divulgando a página em que se encontram ou as incluindo num texto anterior, por isso foram classificadas como atendem parcialmente (AP), como mostra a figura 2.

Figura 1: Índice percentual de adequação do título ao objetivo.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

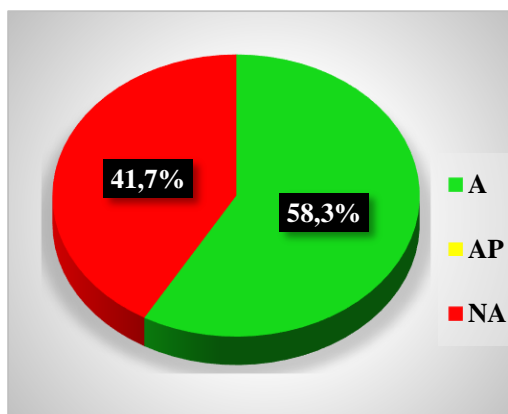
Figura 2: Índice percentual de atendimento às normas de segurança.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

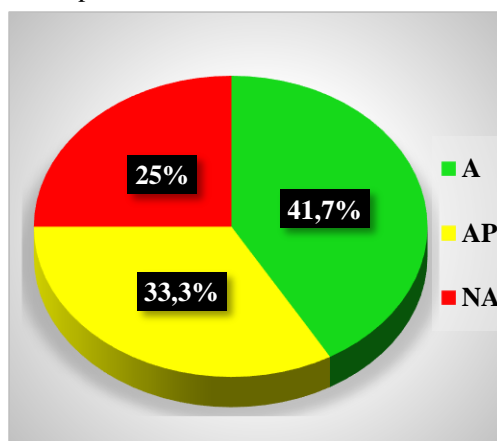
Analisando a presença de ilustrações que se adequem ao conteúdo da AE constatou-se que cerca de 42% das obras não inseriram imagens, como se observa na figura 3. Destaca-se que o uso de ilustrações intercaladas com o texto é uma forma de apresentar as etapas de execução do experimento e da montagem do equipamento, quando necessário. Em relação à acessibilidade ao material, a maioria das obras fez a opção por materiais de baixo custo e fácil aquisição, mas cerca de 1/3 incluíram-se à avaliação AP, devido ao uso de substância química menos acessível (AE 3 e 11), ou por sugerir o uso de torneiras elétricas ou chuveiros (AE 5 e 6), situação incomum nas escolas brasileiras. Ainda se constatou que 25% das atividades práticas não atendem aos requisitos, trazendo vidrarias, equipamentos ou substâncias que são encontradas em laboratórios equipados, como mostra a figura 4.

Figura 3: Índice porcentual de inclusão de imagem.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

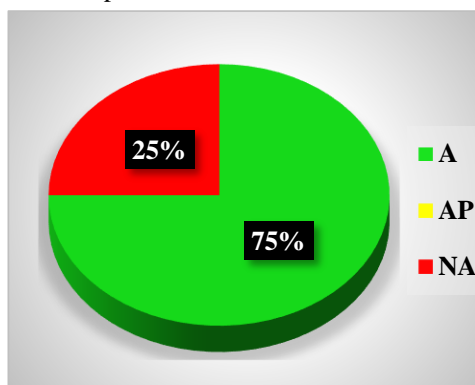
Figura 4: Índice porcentual sobre a acessibilidade ao material.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

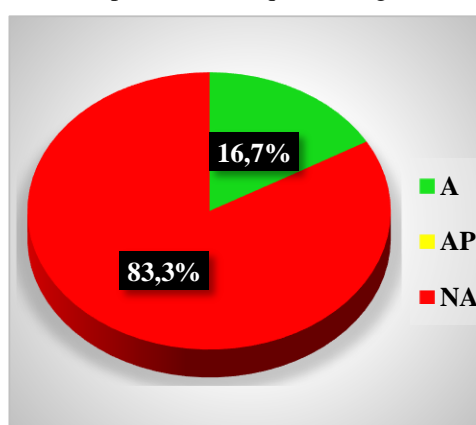
Dentre as atividades experimentais analisadas, 25% delas não apresentaram informações em relação ao tratamento ou destino dado aos rejeitos das práticas (figura 5). A maioria orienta o aluno ao correto descarte e reaproveitamento, o que sugere uma preocupação com a consciência ambiental e à prática do reúso. Sobre a inclusão de quadros organizadores para os dados coletados pelo aluno, verificou-se que há uma tendência dos autores em motivar a autonomia para a anotação das observações. Por um lado, apresenta-se como uma boa alternativa metodológica, por outro existem experimentos que necessitam explorar a organização das observações em função de uma análise mais cuidadosa, o que pode não contribuir com o trabalho do aluno. Assim, cerca de 83% das obras não incluíram tais quadros, como mostra a figura 6.

Figura 5: Índice percentual sobre o destino dos resíduos.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

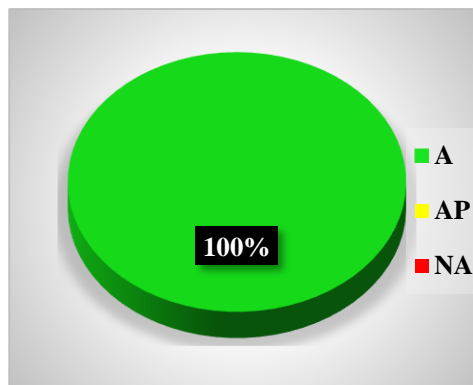
Figura 6: Índice percentual de quadros organizadores.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

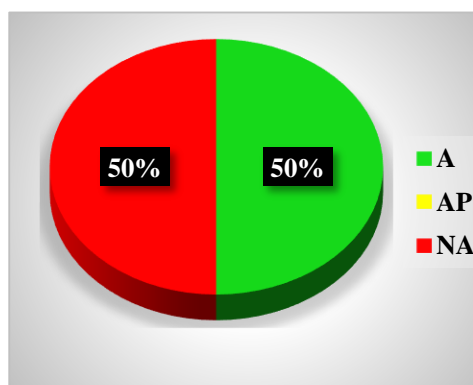
Em todas as obras analisadas, constatou-se que existe uma interação do texto da AE com o aluno, como se constata pela figura 7. Com metodologias diferentes, buscou-se orientá-lo para observar, anotar, coletar dados, comparar e sugerir propostas de explicação para os fenômenos. É comum a presença de questões discursivas que estimulem essa constante análise. No entanto, somente metade das atividades experimentais relacionam essas questões com aquilo que se observa no cotidiano, representado pela figura 8. Sugere-se que cada AE tenha uma relação de proximidade com a realidade do aluno, nem que seja com o uso da exemplificação ou do convite para que se reflitam tais questões.

Figura 7: Índice percentual sobre uso de questões para os alunos.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

Figura 8: Índice percentual sobre a relação com o cotidiano.



(Fonte: Elaborada pelos autores)

Considerações finais

As obras selecionadas para compor o PNLD passam por uma avaliação prévia em atendimento a uma série de exigências características do próprio processo. Observa-se que todas as obras de Química analisadas neste estudo apresentaram pelo menos uma atividade experimental de Cinética as quais são compostas por seções fundamentais, tais como: o título com o objetivo, materiais necessários, procedimento e uma reflexão dos fenômenos estudados.

O PNLD seleciona obras a nível nacional que são adotadas por diferentes regiões brasileiras, as quais possuem níveis de desenvolvimento distintos. Mesmo assim, no estudo é notável que nem todos os autores optam por materiais de baixo custo ou de fácil aquisição, o que limita a execução da atividade. Estatísticas apontam que a maioria das escolas brasileiras não possuem laboratórios, nem mesmo vidrarias ou reagentes para o desenvolvimento de alguns roteiros propostos.

Os dados coletados revelam que a maioria das atividades experimentais atende aos parâmetros estabelecidos pelo estudo, mas outras surpreendem pelo fato de não orientar com clareza a acessibilidade às normas de segurança no texto da proposta. Quanto ao roteiro da descrição experimental sugere-se que nas próximas edições do PNLD seja implementado um maior número de experimentos diferenciados de Cinética. Evidenciou-se que todas as obras consultadas apresentaram o experimento sobre a influência da temperatura e da superfície de contato usando o mesmo procedimento com o uso de um comprimido efervescente. Recomenda-se também que os autores implementem o uso de quadros que organizem os dados coletados. Mesmo sendo um livro não consumível, é possível o aluno transcrever essas informações para o seu caderno e até mesmo propor uma nova apresentação desses resultados. Acredita-se que o livro não consumível possa impulsionar a maior autonomia do aluno na escrita dos resultados, mas a visualização de tabelas ou quadros também ajudam a desenvolver essa habilidade.

Constatou-se que a maioria das atividades exerce sua função de consciência ambiental, com sugestão para o reaproveitamento de materiais quando possível ou para o descarte orientado dos rejeitos. No entanto, não existe uma unanimidade em relacionar questões do cotidiano do aluno com o experimento proposto. Assim, muitas obras deixaram de aproximar o conteúdo prático com interpretações que se referem à reflexão da realidade do aluno.

Para as próximas edições do PNLD, espera-se que este estudo forneça uma fonte de consulta para a implementação de melhorias e de atualização em função de obras que motivem e despertem o uso da experimentação como ferramenta fundamental para o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para o aluno.

Referências

AMARAL, Ivan Amorosino do. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, Campinas, n. 3, p. 10-15, 1997.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017*, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm. Acesso em: 19 jan. 2021.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso *et al.* *Química*, v. 2, 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

CHERVEL, André. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um tema de pesquisa. *Teoria e educação*, Porto Alegre, n. 2, p. 177-229, 1990.

CRESPO, Miguel Ángel Gómez; POZO, Juan Ignacio. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*, 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HODSON, Derek. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. *Educational philosophy and theory*, n. 20, p. 53-66, 1988. (Tradução: Paulo A. Porto). Disponível em: <http://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Química*, v. 2, 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini *et al.* *Química*, v. 2, 3. ed. São Paulo: SM, 2016. (Coleção Ser Protagonista).

MASETTO, Marcos Tarciso. Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente. *Docência na universidade*. Campinas: Papirus, 1998.

MOREIRA, Marcos Antonio. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 4, n. 1, p 2-17, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21094/12568>. Acesso em: 13 dez. 2020.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; TISSONI, Murilo. *Química*, v. 2, 1. ed. Curitiba: Positivo, 2016. (Coleção Vivá).

REIS, Martha. *Química*, v. 2, 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos *et al.* *Química Cidadã*, v. 2, 3. ed. São Paulo: AJS, 2016.

ZÔMPERO, Andreia Freitas, LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2020.

Recebido em: 19 de fevereiro de 2021
Aprovado em: 03 de agosto de 2021
Publicado em: 03 de setembro de 2021