



Lei de Hess e os 3MP: uma proposta para o ensino de química

Hess's law and 3MP: a proposal for teaching chemistry

Ley de Hess y el 3MP: una propuesta para la enseñanza de la química

Ana Clara Gonzalez de Souza

Universidade Federal Fluminense
anagonzalez@id.uff.br

Natany Dayani de Souza Assai

Universidade Federal Fluminense
natanyassai@id.uff.br

Viviane Arrigo

Universidade Estadual de Maringá
viviane_arrigo@hotmail.com

Resumo

Ao longo da Educação Básica, a formação dos alunos deve incluir a vivência de situações de aprendizagem de conteúdos que permitam a compreensão de diferentes formas de explicar o mundo. Neste trabalho objetivamos discutir os resultados da implementação de uma proposta didática embasada nos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) para abordar o conteúdo de Lei de Hess sob a temática “amadurecimento de frutas”. Os dados analisados neste trabalho são provenientes das respostas fornecidas pelos alunos às três questões 1, 2 e 3 apresentadas no terceiro momento pedagógico da proposta didática, os quais foram analisados com base na Análise de Conteúdo. Os resultados encontrados reforçam a importância de uma metodologia problematizadora na assimilação do conteúdo científico, de modo a promover o abandono de explicações ingênuas para fenômenos do cotidiano e possibilitar aos alunos desenvolverem criticidade e o pensamento crítico.

Palavras-chave: Lei de Hess; Três Momentos Pedagógicos; Abordagem Temática; Ensino de Química.

Abstract

Throughout Basic Education, the formation of students must include the experience of learning situations of contents that allow the understanding of different ways of explaining the world. In this work we aim to discuss the results of the implementation of a didactic proposal based on the Three Pedagogical Moments (3MPs) to approach the content of Hess' Law under the theme "ripening of fruits". The data analyzed in this work come from the answers provided by the students to the three questions 1, 2 and 3 presented in the third pedagogical moment of the didactic proposal, which were analyzed based on Content Analysis. The results found reinforce the importance of a problematizing methodology in the assimilation of scientific content, in order to promote the



abandonment of naive explanations for everyday phenomena and enable students to develop critical thinking and critical thinking.

Keywords: Hess's Law; Three Pedagogical Moments; Thematic Approach; Chemistry teaching.

Resumen

A lo largo de la Educación Básica, la formación de los estudiantes debe incluir la experiencia de situaciones de aprendizaje de contenidos que permitan la comprensión de diferentes formas de explicar el mundo. En este trabajo pretendemos discutir los resultados de la implementación de una propuesta didáctica basada en los Tres Momentos Pedagógicos (3MPs) para abordar el contenido de la Ley de Hess bajo el tema "maduración de los frutos". Los datos analizados en este trabajo provienen de las respuestas brindadas por los estudiantes a las tres preguntas 1, 2 y 3 presentadas en el tercer momento pedagógico de la propuesta didáctica, las cuales fueron analizadas a partir del Análisis de Contenido. Los resultados encontrados refuerzan la importancia de una metodología problematizadora en la asimilación de contenidos científicos, con el fin de promover el abandono de las explicaciones ingenuas de los fenómenos cotidianos y posibilitar que los estudiantes desarrollen el pensamiento crítico y el pensamiento crítico.

Palabras clave: Ley de Hess; Tres Momentos Pedagógicos; Enfoque Temático; Enseñanza de la química.

INTRODUÇÃO

O acesso a conhecimentos que permitam a compreensão das diferentes formas de explicar o mundo, seus fenômenos naturais, sua organização social e seus processos produtivos é preconizado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) como um caminho para o desenvolvimento de alunos capazes de participar ativamente da sociedade e de tomar decisões com consciência de suas consequências.

Neste cenário, o educador de química, possui a função de desenvolver, a partir dos conhecimentos científicos, habilidades de participação e julgamento que caracterizam um cidadão crítico e consciente (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Dessa forma, sua prática pedagógica deve promover a compreensão da relação existente entre a ciência e a tecnologia com a forma como a sociedade vive, pensa, age e se relaciona (KOHN; MORAES, 2007).

Nesse viés, Paulo Freire foi um dos teóricos mais importantes na defesa de uma educação problematizadora, em detrimento a pedagogia tradicional. Para Freire (2006, p. 61), "como experiência humana, a educação é uma forma de intervenção no mundo" e, portanto, não basta que o aluno crie um



conhecimento, esse conhecimento deve ser utilizado para transformação da realidade.

Com base na pedagogia freireana, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) propõem a abordagem temática chamada Três Momentos Pedagógicos (3MPs), uma metodologia que permite a associação entre conceitos científicos e aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e históricos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Ademais, a contextualização com um tema do cotidiano dos alunos possibilita a criação de um ambiente de aprendizagem favorável para que eles compreendam as situações rotineiras a partir de teorias científicas.

No primeiro momento (problematização inicial) são apresentadas situações do cotidiano dos alunos que os instigam a se manifestar sobre o tema, oportunizando a exposição das suas ideias prévias. No segundo momento (organização do conhecimento) o professor atua como um guia para que os alunos construam conhecimentos que os capacitam para a solução do problema inicial. O terceiro momento (aplicação do conhecimento) implica em retomar as discussões iniciais a fim de que os alunos apliquem o conhecimento construído para analisar e interpretar as situações mencionadas (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Nesse contexto, o objetivo-se neste trabalho discutir os resultados da implementação de uma proposta didática embasada nos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) para a compreensão da Lei de Hess sob a temática “amadurecimento de frutas”.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tópico da Lei de Hess compõe o conteúdo de Termoquímica que consiste no estudo das trocas energéticas envolvidas nas reações químicas e, portanto, envolve o uso de alguns conceitos que já são utilizados no dia a dia, como energia, calor e temperatura. Entretanto, os significados associados a esses conceitos na ciência são diferentes daqueles do senso comum, sendo essa uma das principais dificuldades dos alunos nesse conteúdo (MORTIMER; AMARAL, 1998).



As principais concepções cotidianas de calor e temperatura que os alunos apresentam são: o calor é uma substância; existem dois tipos de calor (quente e frio); e o calor é diretamente proporcional à temperatura. Assim, o professor deve em suas aulas guiar os alunos na superação dessas concepções, fornecendo condições para que eles tomem consciência delas e saibam diferenciá-las dos conceitos científicos (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Marques e Teixeira Júnior (2012) investigaram as dificuldades dos alunos em relação especificamente à Lei de Hess e identificaram que alguns não entendem o significado da Lei de Hess e não compreendem a necessidade de se inverter as equações e o sinal da variação de entalpia, visto que somente 28,7% dos alunos conseguiram aplicar corretamente a Lei de Hess para resolução do exercício proposto pelos autores. Assim, os alunos utilizam as ferramentas matemáticas sem se atentar aos conceitos envolvidos, não atribuindo significados aqueles símbolos utilizados.

O trabalho de Santos, Fernandez e Leal (2013) reforça a importância da reavaliação da supervalorização dos aspectos matemáticos envolvidos nas transformações químicas ao investigarem uma professora de Ensino Médio durante o desenvolvimento do tópico de Lei de Hess e observarem que não são utilizados aspectos teóricos como função de estado e conservação de energia, conceitos relevantes dentro desse conteúdo.

Embora não tenham sido encontrados trabalhos utilizando os 3MPs no ensino da Lei de Hess, existem diversos trabalhos que são voltados para o conteúdo de Termoquímica (MARTINS *et al.*, 2016; DUARTE, 2017; SILVA; SOUZA, 2020). Silva e Souza (2020), ao aplicarem uma sequência didática pautada nos 3MPs para o ensino dos processos endo e exotérmicos, matéria, energia e variação de energia, concluem a partir dos resultados obtidos que uma metodologia problematizadora promove contribuições conceituais e atitudinais em que os autores observaram o abandono de um discurso ingênuo sobre a temática e o desenvolvimento da criticidade através da busca por explicações e soluções, assim como uma melhor associação entre os conceitos científicos e cotidianos a partir da análise de situações diferentes daquela proposta no primeiro MP.



ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi realizado em uma Escola Técnica Estadual localizada na cidade de Volta Redonda-RJ. Os participantes são alunos da 3ª série do Ensino Médio Técnico do curso de Informática, totalizando 20 alunos. A intervenção didática proposta se fundamenta na abordagem dos 3MPs e o tema que a subsidiou foi “amadurecimento de frutas”, selecionado a partir do contexto dos estudantes, visto que na escola em que o trabalho se desenvolveu são fornecidas frutas nas refeições (café da manhã, almoço e lanche).

A sistematização da proposta está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Organização da intervenção didática

	Atividades	Objetivo
Problematização Inicial	<u>Questões iniciais:</u> <i>Vocês gostam de frutas? Vocês costumam comer frutas? Quais são as frutas que vocês costumam comer? Vocês costumam trazer para comer na escola? Na casa de vocês, como vocês conservam as frutas? Como armazenam as bananas?</i>	Identificar ideias prévias dos alunos e estabelecer interação entre professor e aluno
	<u>Assistir ao vídeo:</u> https://youtu.be/IMpNQYnTycE <u>Discussão de questões:</u> <i>Vocês conhecem alguma outra forma de amadurecimento? E vocês têm ideia ou alguma explicação do porque a banana amadurece quando é confinada em algum local?</i>	Introduzir o tema que mostra como amadurecer um cacho de bananas em 3 dias através do armazenamento do cacho dentro de um saco fechado.
Organização do Conhecimento	<u>Explanação dos conceitos:</u> Foram apresentadas as funções do etileno nos organismos vegetais e suas formas de atuação, isto é, oxidação de lipídios que torna a fruta mais macia, quebra das ligações de amido que torna a fruta mais doce e quebra das moléculas de clorofila, convertendo a cor verde em amarela ou vermelha.	Relacionar as reações envolvendo o gás etileno – hormônio vegetal responsável pelo amadurecimento de frutas – e a Lei de Hess
	<u>Assistir ao vídeo:</u> https://globoplay.globo.com/v/7047813/ O vídeo mostra como os agricultores utilizam o etileno para o controle do amadurecimento das frutas, reduzindo o desperdício de alimentos	Retomar conceitos de entalpia, variação de entalpia, reações endotérmicas e exotérmicas e definição da Lei de Hess, utilizando exemplos de obtenção do etileno.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Quadro 1: Organização da intervenção didática, *continuação*

Aplicação do Conhecimento	<u>Atividade de aplicação:</u> uma atividade contextualizada que aborda o método para o controle do amadurecimento dos frutos, a oxidação do gás etileno pelo permanganato de potássio, através das suas semirreações	Compreender que o amadurecimento de frutas pode ocorrer de diversas formas retomando a problemática inicial
	<u>Resolução das questões:</u> 1) Explique a função do etileno (CH_2CH_2) nos organismos vegetais;	Aplicar os conceitos apreendidos a partir da resolução de exercícios.



	2) Explique como o permanganato de potássio (KMnO_4) evita o amadurecimento dos frutos e; 3) Sabendo que a equação global é dada por $3\text{CH}_2\text{CH}_2 + 12\text{KMnO}_4 \rightarrow 12\text{MnO}_2 + 12\text{KOH} + 6\text{CO}_2$, utilize a Lei de Hess para determinar a variação de entalpia em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ dessa reação a partir de suas semirreações.	
--	---	--

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Concomitante a implementação da proposta didática procedeu-se com a coleta dos dados, que são provenientes das respostas fornecidas pelos alunos às três questões (1, 2 e 3) apresentadas no terceiro momento pedagógico, as quais foram analisadas à luz do referencial da Análise de Conteúdo (MORAES, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das questões 1, 2 e 3 resultou em três categorias: C1, C2 e C3, respectivamente. Para a primeira questão foram identificadas três subcategorias: C1.1, C1.2 e C1.3, conforme descritas no Quadro 2.

Quadro 2: Categorias de resposta da primeira questão

	C1.1	C1.2	C1.3
Descrição	Resposta correta que abordava as três funções do gás etileno – amadurecimento dos frutos, envelhecimento de folhas e flores e queda de frutos e folhas	Resposta parcialmente correta que citava somente o amadurecimento dos frutos	Resposta que demonstrava uma concepção equivocada de que a função do etileno nos vegetais era acelerar o amadurecimento dos frutos
Quantidade de respostas	5	6	7
Exemplo de resposta	<i>O etileno tem alguns efeitos e eles são variados, dando destaque para o amadurecimento das frutas, o envelhecimento de folhas e flores e a queda de folhas e frutas</i>	<i>O etileno tem a função de amadurecer os vegetais</i>	<i>Faz com que as frutas amadureçam mais rápido</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Dos 20 alunos, dois não responderam a primeira questão. Dentre as 18 respostas obtidas, cinco se enquadram na primeira categoria, seis na segunda e sete na terceira. Essas respostas demonstram que 35% dos alunos não compreenderam que o etileno está presente nos organismos vegetais em uma quantidade que promove o amadurecimento dos frutos, além das demais funções, e que esse amadurecimento só é acelerado porque os seres humanos utilizam técnicas para aumentar a quantidade de etileno no fruto. Outros 30%



não assimilaram que a função do etileno nos vegetais vai além do amadurecimento dos frutos e inclui o envelhecimento das flores e folhas e a queda de folhas e frutos. E somente 25% dos alunos demonstraram compreensão das informações que foram apresentadas pela docente na intervenção didática.

Na segunda questão foram identificadas três categorias de respostas: C2.1, C2.2 e C2.3 que são descritas no Quadro 3. Esta última categoria não apresentou semelhanças entre as respostas fornecidas. Alguns exemplos de respostas dessas categorias são expostos no quadro abaixo.

Quadro 3: Categorias de resposta da segunda questão

	C2.1	C2.2	C2.3
Descrição	Resposta correta que abordava a reação do permanganato de potássio com o etileno, diminuindo sua quantidade nos frutos e resultando na retardação do amadurecimento dos frutos	Resposta parcialmente correta que entende a função do permanganato de potássio como de extinção do gás etileno	Resposta que não responde o que foi questionado
Quantidade de respostas	16	1	2
Exemplo de resposta	<i>O permanganato de potássio oxida o etileno produzido pelo fruto em seu amadurecimento, prolongando, assim o tempo de conserva do fruto</i>	<i>O permanganato de potássio tem como função evitar o amadurecimento do alimento, coisa que anula o etileno</i>	<i>O amadurecimento dos frutos utilizando permanganato de potássio evita porque as frutas absorvem gás oxigênio e liberam gás carbônico. Dessa forma, para evitar o amadurecimento dos frutos, o nível de oxigênio é menor e os níveis de carbono são elevados, para que a respiração celular seja mais lenta e atrase os efeitos do etileno.</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Dentre as 19 respostas obtidas, 16 se enquadram na primeira categoria, demonstrando que 80% dos alunos conseguiram estabelecer compreender como o permanganato de potássio atua no controle do amadurecimento de frutos. Um aluno (5%) não compreendeu que o gás etileno não se esgota nos frutos, apenas tem sua quantidade reduzida. Outros 10% (dois alunos) forneceram respostas que não respondem à questão, demonstrando não serem capazes de estabelecer uma relação entre o permanganato de potássio e o etileno a partir das semirreações apresentadas no enunciado.



Na terceira questão foram encontradas duas categorias de respostas: C3.1 e C3.2 que são descritas no Quadro 4. Os exemplos de respostas se encontram expostos no quadro abaixo.

Quadro 4: Categorias emergentes da terceira questão

	C3.1	C3.2
Descrição	Resposta correta que utiliza a Lei de Hess para somar as entalpias das semirreações para determinar a entalpia da reação global	Resposta incorreta que utiliza os valores das entalpias das semirreações para calcular a entalpia da reação global através da fórmula $\Delta H_R = \Delta H_{\text{reagentes}} - \Delta H_{\text{produtos}}$
Quantidade de respostas	16	4
Exemplo de resposta	$\Delta H_R = -584,84 - 888,20 - 2336,72$ $\Delta H_R = 3809,76 \text{ kJ.mol}^{-1}$	$\Delta H_R = (-584,84) + (-3809,76) - (-3809,76) + (-3809,76) + (-2336,72)$ $\Delta H_R = -6731,32 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Das 20 respostas obtidas, 16 se enquadram na categoria 1 e 4 estão inseridas na categoria 2. Desse modo, os dados mostram que 80% dos alunos demonstram ter compreendido a definição de Lei de Hess e sua utilização, enquanto 20% dos alunos não souberam aplicar a Lei de Hess, utilizando uma fórmula apresentada em aulas anteriores, embora no enunciado estivesse claro que deveria ser utilizada a Lei de Hess.

A análise das respostas dos alunos permite constatar que, embora as informações sobre a temática não tenham sido plenamente compreendidas pelos alunos, a abordagem proporcionou a assimilação do conteúdo científico – Lei de Hess. Ademais, a utilização de um tema do cotidiano dos alunos promoveu a interação entre alunos e professor que estavam tendo um primeiro contato nesta aula.

Na aula ministrada, os conceitos de entalpia e calor foram trabalhados com os alunos antes de introduzir a Lei de Hess, o que pode ter contribuído para um resultado melhor - 80% dos alunos conseguiram aplicar a Lei de Hess para o cálculo da variação de entalpia - do que aqueles encontrados por Marques e Teixeira Júnior (2012). Entretanto, há de se reconhecer que os cálculos ocuparam maior tempo de aula e, embora a docente tenha abordado a importância dos estados final e inicial da entalpia, não houve uma apresentação dos conceitos de função de estado e conservação de energia, assim como no estudo de Santos, Fernandez e Leal (2013).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, se observa que as explicações baseadas no senso comum vão dando lugar às explicações pautadas no conhecimento científico. Ademais, os alunos (80%) demonstram a compreensão da aplicação da Lei de Hess na terceira questão, além da capacidade de análise na segunda questão que propõe uma situação diferente da discutida em aula.

Vale ressaltar que a busca na literatura por trabalhos aplicando os 3MPs no ensino da Lei de Hess não retornou nenhum resultado, ao passo que para outros conceitos de Termoquímica foram identificados vários trabalhos; fato que corrobora e potencializa a originalidade da proposta aqui apresentada.

Baseado nas reflexões levantadas no tópico anterior, uma melhoria neste trabalho seria a abordagem dos conceitos de função de estado e conservação de energia, de modo a superar essa valorização dos cálculos e focar também nas questões conceituais envolvidas no conteúdo de Lei de Hess.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortês, 2011.

SANTOS, W. L. P. SCHNETZLER, R. P. O que significa Ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

DUARTE, K. P. Uma proposta para o Ensino de Termoquímica através de uma sequência didática. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. [s.l.]: Sabotagem, 2006.

KOHN, K. DE MORAES, C. H. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. In: **Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, 30, 2007, Santos.

MARQUES, N. P.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Dificuldades dos alunos do ensino médio em relação aos conteúdos da Lei de Hess. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 16, 2012, Salvador.



MARTINS, S. O. *et al.* O Ensino de Termoquímica utilizando experimentação com material de baixo custo. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no Ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, 1998.

SANTOS, P. M. C.; FERNANDEZ, C.; LEAL, S. H. Conhecimento pedagógico do conteúdo de uma professora de química do Ensino Médio sobre Lei de Hess. In: **Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, 9, 2013, Girona.

SILVA, R. S.; SOUZA, K. S. Momentos pedagógicos e o processo de ensino-aprendizagem de termoquímica. **Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, p. 1602-1623, 2020.