



Abordagem Histórica no Ensino de Química: o entendimento da conservação da Massa

Cristiane Felix Cortez¹, Simone Alves de Assis Martorano², Thiago Antunes-Souza³.


¹Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de São Paulo. Professora da Escola Estadual Eurydice Zerbine (São Paulo/Brasil).

 <https://orcid.org/0000-0002-2855-7391>

²Doutora em Ensino de Química pela Universidade Federal de São Paulo. Professora da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/Brasil).

 <https://orcid.org/0000-0002-7115-0933>

³Doutor em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba. Professor da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/Brasil).

 <https://orcid.org/0000-0002-5881-8855>

Historical Approach in Teaching Chemistry: Understanding Mass Conservation

Informações do Artigo

Recebido: 04/06/2021

Aceito: 10/05/2022

Palavras-chave:

História da Química; Sequência de aprendizagem temática; Ensino médio; Lavoisier; Ensino de química.

Key words:

History of Chemistry; Thematic learning sequence; High school; Lavoisier; Chemistry teaching.

E-mail: simone.martorano@unifesp.br

ABSTRACT

In this paper, we study the theme History of Science (HC) as a mainstay for contextualized teaching of Chemistry, based on the re-elaboration and validation of a thematic learning sequence (TLS) in the classroom. This sequence involved the Law of Conservation of Mass and the contribution of natural philosopher Antoine Laurent Lavoisier to Chemistry. The validation of the TLS was carried out from its application in the classroom. As a data collection instrument, an open questionnaire was used. Student responses were analyzed using Bardin's content analysis approach. The results indicate HC's contributions to the appropriation of scientific knowledge and the development of a more realistic image of science.

INTRODUÇÃO

A literatura ou o campo da Educação Química tem enfatizado que, no ensino de ciências, o aprendizado da epistemologia da ciência é fundamental para a alfabetização científica (ARAGÃO, MARCONDES, 2018; CHASSOT, 2003), para o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes e para a compreensão dos processos sócio-históricos da construção do conhecimento científico (ALLCHIN, 2013; FORATO et al, 2011).

Segundo Forato et al (2011), a História da Ciência (HC) tem sido amplamente considerada como alternativa para atingirmos vários propósitos educacionais na formação científica básica como, por exemplo: i) possibilitar a compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento, da dimensão humana da ciência e ii) promover o entendimento de aspectos da natureza da ciência.

Levando isso em consideração, socializamos parte dos resultados de uma dissertação de mestrado que teve como questão norteadora: *quais são as concepções sobre a ciência e o conceito de conservação de massa que podem ser desenvolvidos por uma sequência de aprendizagem temática pautada na abordagem da História da Ciência no ensino médio de Química?* Por se tratar de um recorte, nosso principal objetivo é explorar os resultados de investigação relacionados às compreensões de quais foram os entendimentos dos alunos sobre a lei da conservação da massa e do contexto em que ela foi estudada pelo filósofo natural Antoine Laurent Lavoisier. Para tanto analisaremos, num contexto de aplicação de uma Sequência de Aprendizagem Temática (SAT) para o ensino médio, quais são as compreensões construídas pelos alunos sobre a figura de Antonie Laurent Lavoisier e o conceito de conservação de massa.

APORTE TEÓRICO/METODOLÓGICO

A HC no ensino tem sido bastante valorizada por ser uma área interdisciplinar, representar um espaço privilegiado para reflexão e apresentar-se como ferramenta de contextualização das ciências naturais, exatas e humanas. Logo, a interação entre a ciência e o ensino, pautada em diferentes correntes pedagógicas e em algumas perspectivas historiográficas, tem sido apreciada tanto no exterior como no Brasil (BELTRAN et al, 2010, ALLCHIN, 2013).

Contudo, apesar de ser um consenso, a importância de levarmos a HC para sala de aula, o maior desafio é o “como fazer”, pois falta material didático confiável e mesmo assim, os poucos que trazem a HC possuem visões deformadas, tais como: Concepções empírico-indutivistas e ateóricas, ahistóricas, dogmáticas, elitistas, exclusivamente analíticas, acumulativas e lineares dos processos históricos, protagonizados por *insights* individuais de grandes gênios ou indícios da pseudo-história (GIL-PEREZ et al 1993; ALLCHIN, 2004, 2013).

Allchin (2013) aponta, ainda, que tais concepções sobre a ciência, ainda são acompanhadas de relatos romantizados com personagens perfeitas, descobertas monumentais e individuais com *insight* tipo eureka, senso do inevitável, retórica da verdade *versus* ignorância, ausência de qualquer erro, simplificação generalizada das evidências e conclusões sem influências ideológicas ou, pior ainda, deixam de mencionar ambiente cultural ou social, contingências humanas, ideias antecedentes, ideias alternativas e aceitação acrítica de novos conceitos.

Portanto, o estudo e discussão de episódios históricos podem propiciar aos estudantes a superação de visões inadequadas sobre a natureza do conhecimento científico, como por exemplo, a ideia de que existe um único “método científico” (PORTO, 2010). Contudo, o que se percebe nos resultados de pesquisas, sobre a inserção da HC no ensino, é que os professores geralmente apresentam certa resistência em abordar as ciências a partir dessa perspectiva (MARTORANO; MARCONDES, 2014).

Entende-se que essa resistência dos professores, em explanar a HC em sala de aula, pode ser ocasionada principalmente por duas razões: a organizacional e a científico-pedagógica, conforme apontam Sequeira e Leite (1998).

A categoria organizacional diz respeito às dificuldades em incluir conceitos de HC no currículo da disciplina, seja pela baixa quantidade de material histórico voltado ao ensino médio ou, pelo pequeno tempo disponível para se encerrar um assunto, utilizando-se de tal ferramenta.

Com relação à categoria científico-pedagógica, as dificuldades são percebidas pelo desconhecimento do docente para o uso da estratégia ajustada ao público, por conta de sua formação também não ter explorado a abordagem. Contudo, segundo Martorano e Carmo (2014), se o professor não tiver contato com a HC na sua formação, dificilmente irá abordá-la em suas aulas.

Para Gil Pérez (1993), no campo da didática de ciências, deve-se dar maior atenção às abordagens propostas da História e Filosofia da Ciência (HFC) para o ensino de ciências e utilizá-las explicitamente na fundamentação de suas propostas. Entretanto, ele aponta que essa aproximação não se refere a fazer do aluno um pequeno cientista - como se refere a aprendizagem por descoberta - mas que a HFC tenha um determinado papel. Nas palavras do autor:

[...] de um autêntico fio condutor - mesmo que nem sempre explícito - na transformação do ensino de ciências. Um fio condutor que tem se mostrado frutífero inclusive através dos erros cometidos e que se vê reforçado tanto pelas orientações construtivistas que hoje constituem o paradigma emergente, como pelas implicações da epistemologia contemporânea no ensino (GIL- PÉREZ, 1993, p.198).

De acordo com Beltran et al (2011), a HC pode ser reconhecida como ferramenta de contextualização em sala de aula, colaborando para que o aluno compreenda a ciência como produto da atividade humana, provisória e não como um conhecimento formado por cientistas isolados. Contudo, Alfonso-Goldfarb e Ferraz (2011) apontam que a perspectiva histórica dominante que permeia o material didático para o ensino não só da Química, mas também de outras áreas da ciência, continua ainda a valorizar os feitos dos “grandes homens da ciência”, dando ênfase ao progresso contínuo do pensamento científico.

Os livros didáticos de Química, por exemplo, comumente sugerem que a lei da conservação da massa teria sido induzida a partir de uma série de observações experimentais de Lavoisier (VIDAL, PORTO, 2007). A leitura da obra de Lavoisier, entretanto, nos mostra um panorama bem diferente. A conservação da massa não foi induzida, mas postulada:

Podemos afirmar, como um axioma incontestável, que, em todas as operações da arte e da natureza, nada é criado; uma quantidade igual de matéria existe antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas; e nada ocorre além de mudanças e modificações na combinação desses elementos. Desse princípio depende toda a arte de realizar experimentos químicos. Devemos sempre supor uma exata igualdade entre os elementos do corpo examinado e aqueles dos produtos de sua análise. (LAVOISIER, 1790, p. 130-131, *apud* VIDAL, PORTO, 2007, p.30).

Segundo os autores, podemos observar que Lavoisier claramente apresenta a conservação da massa, afirmando-a como um princípio fundamental, o qual deve orientar todos os trabalhos em Química. Esse princípio foi postulado *a priori*, contrariando a visão simplista baseada na existência de um método científico indutivo e único.

Como curiosidade, vale notar que não é de autoria de Lavoisier o enunciado tantas vezes repetido de que “Na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Segundo Vanin (1994), esse seria um resumo do Livro I do poema *De rerum natura*, do filósofo latino Tito Lucrécio Caro (96-55 a.C.), que por sua vez seguia as ideias do filósofo atomista grego Epicuro (341-270 a.C.). Também é importante salientar que Lavoisier não foi o primeiro a trabalhar com a ideia de que a massa se conserva, pois, outros filósofos naturais já haviam admitido isso implicitamente. Entretanto, Lavoisier foi o primeiro a expressar a conservação das massas explicitamente como um princípio e a tomar essa ideia como fundamental para o estabelecimento dos estudos em Química (VIDAL, PORTO, 2007, p.2).

Também, é importante ressaltar que Lavoisier não era o único que estava estudando os gases nessa época, desmistificando a ideia de Lavoisier como o único descobridor do gás oxigênio. No entanto, não podemos desvalorizar o trabalho e a pesquisa feita por Lavoisier e sua grande contribuição para a Química. Segundo Lambach e Marques (2014), Lavoisier é conhecido como “pai” da Química moderna, pelo reconhecimento do gás Oxigênio e por nomeá-lo. Porém esse não foi um trabalho individual, foi uma construção histórica e coletiva que podemos encontrar em trabalhos da época, como o próprio Lavoisier descreve em seu livro - *Tratado Elementar de Química* -, todavia sua contribuição foi enorme para seus contemporâneos e seus sucessores, ressaltando o aspecto social da produção do conhecimento.

Nessa perspectiva, levando em consideração a importância de Lavoisier para a Química exploraremos os resultados de investigação relacionados às compreensões de quais foram os

entendimentos dos alunos sobre a lei da conservação da massa e do contexto em que ela foi estudada pelo filósofo natural Antoine Laurent Lavoisier. Para tal, analisaremos, num contexto de aplicação de uma Sequência de Aprendizagem Temática (SAT) para o ensino médio, quais são as compreensões construídas pelos alunos sobre a figura de Antonie Lavoisier e o conceito de conservação de massa.

A sequência de aprendizagem temática (SAT)

Considerando a justificativa da literatura até aqui discutida sobre as contribuições da abordagem da HC no ensino (GIL-PEREZ et al 1993; PEDUZZI, 2011; MARTORANO; MARCONDES, 2014; ALLCHIN, 2013; ARAGÃO; MARCONDES, 2018, entre outros), o PIBID-Química da UNIFESP trabalhou, no período de 2014 a 2018, a HC com os alunos do ensino médio da rede pública de ensino, visando mediar uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico, de modo a levá-los a compreender a Ciência como uma construção humana e dinâmica. Acredita-se que abordar a HC no ensino contribui, de forma significativa, para a construção do cidadão crítico.

A abordagem por meio de sequência de aprendizagem temática, doravante tratada por SAT, foi uma iniciativa da professora coordenadora, Simone Martorano, do projeto PIBID Química/UNIFESP¹ com a finalidade de organizar a dinâmica das práticas em sala de aula, enfatizando a História da Química com auxílio de estratégias para o ensino de Ciências e, dessa maneira, alcançando um processo contínuo e temático (MARTORANO, 2019).

As SAT's foram estruturadas sempre com um questionário diagnóstico (inicial) para propiciar uma percepção do que os alunos trazem do senso comum sobre o tema. Segundo Ausubel (1978, p. 4), "o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe". Ao se reconhecer tais conhecimentos prévios e se focar no ensino de acordo com este pressuposto, aumenta-se a chance de que a aprendizagem ocorra da melhor forma possível. A partir disso e levando-se em consideração o currículo oficial da escola, foram elaboradas atividades de forma a estimular todos os alunos, a partir do que eles já sabem, procurando sempre trabalhar ludicamente com uso de textos, experimentos, leituras e filmes. O Quadro 1 ilustra as etapas e a estrutura de uma SAT.

Quadro 1: Estrutura de uma Sequência de Aprendizagem Temática

Obs. Conhecido o tema e os conteúdos a serem trabalhados.
--

¹ O PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) é um investimento promovido por meio da CAPES (Coordenadoria de Pessoal de Ensino Superior) para a formação inicial de licenciandos, com objetivo de valorizar a docência e melhorar a qualidade da educação pública no Brasil.

Estrutura das SAT	Atividades
Etapa inicial: Conhecer os alunos e a escola Tempo: 1 aula (50min)	Questionário diagnóstico: tem objetivo de conhecer o que os alunos trazem do senso comum, saber o nível de aprofundamento em conteúdos de química e em aspectos da natureza da ciência. Essa etapa indica o ponto de partida para as próximas atividades.
Segunda etapa: Desenvolvimento da SAT Tempo: depende do conteúdo a ser trabalhado e da organização da escola	Pretende-se desenvolver aspectos da natureza da ciência a partir da HC a fim de auxiliar a aprendizagem dos conteúdos exigidos pela professora, respeitando as normas da escola e os documentos oficiais levando em conta a nova historiografia, usando recursos adequados para o ensino de Química em nível médio (teatros, textos, jogos, filmes, oficinas, experimentação, <i>software</i> etc.)
Última etapa: Finalizando a SAT Tempo: 1 aula (50min)	Com um questionário final pode-se procurar: avaliar o aprendizado, realizar autoavaliação e avaliar o material didático.

Fonte: MARTORANO (2019).

Portanto, a ideia da SAT é proporcionar um ensino onde o aluno tenha oportunidade de participar ativamente de todo o processo e assim ter protagonismo na construção do conhecimento. Parte-se então, de uma visão construtivista do processo de ensino e aprendizagem.

Aplicação da SAT e critérios de coleta e análise dos dados.

A escolha dessa SAT pela pesquisadora se deu devido a sua participação na aplicação na escola, como voluntária do PIBID, em 2014. Contudo, na época de sua aplicação todo o material produzido pelos alunos foi perdido, não permitindo assim que o grupo do PIBID fizesse a avaliação da eficácia da SAT.

A SAT aplicada em 2019, sofreu adaptações e supressões do conteúdo em relação à SAT de 2014, por conta da agenda e do currículo pertinentes à realidade da escola onde ela foi aplicada.

A aplicação da SAT foi realizada pela pesquisadora, em sua própria sala de aula, com o objetivo de reelaborar e avaliar um material didático, verificando a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos envolvidos.

Mantida aquela organização e estrutura apresentada, a SAT Lavoisier adaptada foi aplicada numa escola estadual, localizada na cidade de São Paulo. Assim, participaram estudantes do 1º ano do ensino médio de três turmas, uma no período da manhã (1º E) e duas no período noturno (1º N e 1º O). Participaram por volta de 30 estudantes. Ressaltamos que

esse número pode variar para cada questão, porque nem todos os estudantes participaram de todas as aulas.

O presente estudo foi enviado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo no ano de 2019, sob o número CAAE: 2186290220.

Antes da aplicação da SAT, foi aplicado um questionário com o objetivo de conhecer as ideias prévias dos estudantes sobre os seguintes tópicos:

- ✓ Visão sobre a ciência;
- ✓ Visão sobre a história da ciência, buscando uma conexão com a contextualização histórica;
- ✓ Conhecimento sobre Lavoisier;
- ✓ Conhecimento sobre a conservação da massa.

Já o questionário final teve como objetivo principal compreender se houve mudanças em relação às ideias que os estudantes possuíam sobre o conceito de conservação de massa e a figura de Lavoisier.

As respostas dos estudantes, no questionário, foram analisadas a partir da metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2016). Os estudantes foram identificados por um número seguido de uma letra que correspondente a sua turma, por exemplo, 22N (turma N).

O procedimento metodológico de análise de conteúdo ocorreu a partir da identificação das unidades de significado que, posteriormente foram agrupadas de acordo com as semelhanças entre elas, para chegar às categorias finais e, sendo assim, as categorias emergiram a partir de todo o processo de análise conforme os procedimentos de categorização e codificação indicados por Bardin (2016). Para cada categoria foram dados exemplos das respostas dos alunos. Este procedimento foi realizado para cada uma das questões e são apresentados a seguir. Ainda sobre a construção das análises, por se tratar de um recorte e não de toda a pesquisa da dissertação de mestrado, neste artigo elegemos analisar as respostas às perguntas relacionadas ao objetivo de estudo: a figura de Lavoisier e o conceito de conservação de massa.

DISCUSSÃO

Sobre Lavoisier

Segundo Rosa (2008), estudos sobre materiais didáticos demonstram que problemas conceituais causados pela simplificação de conteúdos levam ao resultado oposto, consequentemente ao “reducionismo” e uma visão simplista da HC. Um dos problemas que educadores encontram nos livros didáticos é também apresentação da HC em forma de

biografias ou de curiosidades científicas que eventualmente são utilizadas como fonte de exemplos.

No questionário, quando os estudantes são indagados sobre quem é Antonie Lavoisier, essas características já marcadas na literatura, são manifestadas nas respostas deles (quadro 2).

Questão 1: O que sabe sobre Lavoisier? Objetivo: conhecer o que os estudantes sabem sobre a pessoa de Lavoisier.

Quadro 2. Respostas dos estudantes à questão 1.

Respostas	Conhecem Lavoisier	Não conhecem Lavoisier	Sem respostas	TOTAL
Número de respostas	10	12	3	25

Fonte: próprios autores.

Os que conhecem Lavoisier, o conhecem como:

Quadro 3. Análise das respostas dos estudantes que conhecem Lavoisier

Categorias
Pai da química moderna
Químico
Grande Químico francês e pai da química moderna

Fonte: próprios autores.

Os livros didáticos como os já mencionados na introdução (BELTRAN et al, 2014), colocam Lavoisier como o pai da química moderna e as respostas desses alunos podem estar baseadas nessas ideias. Contudo, como pode ser observado, a maioria dos estudantes (12) não conhece Lavoisier (quadro 2).

Rosa (2008) explica que os livros didáticos trazem história e existem vários tipos de histórias, sendo necessário verificar quais os tipos de histórias que estão sendo narradas nos livros didáticos do PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio), e se estas estão sendo bem apresentadas e identificadas, as potencialidades destas narrativas para que possam ser exploradas.

O PNLEM indica que se deve ter o cuidado com a produção de materiais didáticos, para que não haja algumas visões distorcidas da ciência e da HC, tais como: verificar se a ciência é tida como verdade absoluta, a história é linear com biografias de cientistas, métodos científicos, levando aos alunos a acreditarem em gênios. Assim, relacionar Lavoisier, lei da conservação da massa e origens da química sem o auxílio da HC, nos Livros diáticos, se torna difícil conduzir os professores a auxiliar seus educandos a desenvolverem uma interpretação

crítica da ciência e da maneira como ela é construída, pois, algumas vezes, o livro é a única fonte de informação que esses possuem (SANTOS, 2015).

É dado à Antoine Lavoisier, a fama de que foi o descobridor da Lei de conservação da massa, porém, seu trabalho contribuiu para a comprovação da lei, contestando a ideia de transmutação do experimento do químico belga Jan Baptist van Helmont (1577-1644), no qual ele plantou um salgueiro e durante cinco anos cuidou dele, após esse tempo foi pesá-lo e percebeu que a água transmutara em terra, pois o peso era o mesmo. Lavoisier diante da convicção de vários químicos, que exaltavam a ideia de Van Helmont, decidiu comprovar essa suposição propondo um experimento. Ele decidiu ferver água em um pelicano, um alambique de vidro com o formato dele. Esse pelicano era um sistema fechado e a água que estava nele foi fervida durante 101 dias, pesando o conjunto antes e depois da operação, assim segundo Filgueiras (2002):

Contrariando à crença geral, o peso do conjunto era o mesmo no início e no fim. Evaporando a água, verificou que o resíduo sólido produzido correspondia ao material perdido pelo vidro do pelicano no processo. Em suma: o sólido que aparecia era formado pelo ataque da água quente sobre o vidro, que não era de alta qualidade. (FILGUEIRAS, 2002, p. 47).

Com essa experiência Antoine Lavoisier constatou que a conservação da massa já era uma lei, ou seja, incontestável. Assim em seu livro, Lavoisier escreve, quando está fazendo uma análise do ar atmosférico: “Se foi dada a essa experiência toda atenção que ela merece, o ar se acha diminuído de uma quantidade em peso exatamente igual àquela de que o ferro está aumentando” (LAVOISIER, 1789/2007, p. 48).

São justamente esses novos elementos históricos que caracterizaram o conjunto de ações e leituras proporcionadas pela SAT durante a aplicação com os estudantes. E, ao final de todo o processo de estudos, novas compreensões sobre Lavoisier foram elaboradas conforme podemos na sistematização das respostas às questões 2 e 3:

Questão 2: Quem foi Lavoisier? Objetivo: Apurar se a Sequência de Aprendizagem Temática conseguiu que soubessem mais sobre o cientista.

Quadro 4. Análise das respostas dos estudantes a questão 7.

Categorias	Número de respostas
Grande Químico francês	14
Pai da química moderna	7
Fez parte da revolução Química (contextualização)	8
Responsável pelo descobrimento da lei de conservação das massas	1

TOTAL	30
-------	----

Fonte: próprios autores.

Nesse quadro pode ser observado a indicação da quantidade de respostas e não, como nos quadros anteriores, a quantidade de estudantes, já que na mesma resposta apareceram termos que podem ser incluídos em diferentes classificações.

Percebe-se, pela análise das respostas dos estudantes a essa questão, que eles agregaram, em suas respostas, novas palavras como, por exemplo, revolução, século XVIII e ou medições meticulosas. Exemplos:

“Lavoisier era um cuidadoso cientista que fazia observações detalhadas e planejava seus experimentos e, por isso, é considerado um dos fundadores da química moderna” (11E), e

“Foi um nobre químico francês fundamental para a revolução da química no século 18” (5E)

Em oito respostas os estudantes relacionaram Lavoisier à revolução Química ocorrida no século XVIII, isso pode indicar que eles compreenderam a importância dos estudos de Lavoisier no surgimento da Química moderna.

Somente em uma resposta apareceu Lavoisier como descobridor da Lei da conservação da massa:

“Foi um famoso químico francês responsável pelo descobrimento da lei de conservação das massas” (10E)

Contudo, ainda apareceu nas respostas desses estudantes a ideia de que Lavoisier é o pai da química ou simplesmente que ele era químico francês.

“Lavoisier foi um nobre e químico francês, considerado o “pai da química moderna”. (9E)

“Lavoisier foi um nobre e químico francês.” (7E)

Respostas como estas podem evidenciar a dificuldade de superação de alguns conceitos já cristalizados há muito tempo, ademais, envolvem em maior ou menor grau o interesse dos estudantes pela aprendizagem.

Na terceira questão por sua vez, os alunos trouxeram as seguintes respostas:

Questão 3: Por que Lavoisier é considerado o “pai” da química moderna? Objetivo: Verificar se a Sequência de Aprendizagem Temática, contribuiu para o entendimento da contribuição de Lavoisier à Química.

Quadro 5. Análise das respostas dos estudantes à questão 3.

Respostas	Experimentação minuciosa e planejada	Nomeou o Oxigênio	Conservação da massa	Organizou uma proposta para a	TOTAL
------------------	--------------------------------------	-------------------	----------------------	-------------------------------	--------------

				nomenclatura da química	
No. de respostas	13	6	2	2	23

Fonte: próprios autores.

Quadro 6: Categorias que surgiram a partir das respostas dos alunos a questão 3.

Categorias
Experimentador cuidadoso
Descobridor de leis e substâncias
Organizador da nomenclatura química

Fonte: próprios autores.

No quadro 5 pode ser percebido que está sendo indicada a quantidade de respostas e não, como anteriormente, a quantidade de alunos, já que na mesma resposta aparecerem termos que podem ser incluídos em diferentes classificações.

Sete estudantes mencionaram o fato de ele ser importante para a química por ter nomeado o gás que ele estudava de oxigênio:

“Porque deu o nome oxigênio.” (14N)

Apenas 2 estudantes ainda continuaram a atribuir a Lavoisier o crédito pela lei da conservação da massa.

‘Por ter enunciado o princípio da conservação da matéria. E ter identificado e batizado o oxigênio, refutou a teoria flogística e participou na reforma da nomenclatura química’ (1E).

Esse foi um ponto importante da SAT, pois podemos inferir que os estudantes desmistificaram essa ideia sem, contudo, desmerecer o trabalho de Lavoisier.

Nas respostas desses estudantes pode ser observado que eles atribuíram o seu famoso título, “Pai da Química” às descobertas fundamentais baseadas em observações detalhadas e planejamento preciso de experimentos como também ao uso de balanças, *“ele fez uma experiência de água com fogo que formou o vapor que deu um peso e depois transformar a água de novo, que continuou o mesmo peso” (17N)*, realçando a importância do uso do filme, e da atividade experimental na SAT.

Essa nova proposta de abordagem conceitual baseada na HC pode impactar o modo como os estudantes elaboram os conceitos. No nosso caso, em especial, as compreensões conceituais relativas à Lei de conservação das massas como veremos na seguinte seção.

Sobre o conceito de conservação de Massa

A seguir iremos apresentar a análise do conhecimento dos estudantes sobre a conservação da massa a partir das suas respostas aos questionários inicial e final.

Questão 4: Do que se trata a lei da conservação da massa? Objetivo: Verificar se os estudantes têm algum conhecimento prévio desse conceito.

Quadro 7. Análise das respostas dos estudantes a 4ª. Questão do questionário inicial.

Respostas	Frase pronta: Na natureza... (frase geralmente encontrada nos livros didáticos associada a Lavoisier)	Concentração de reagentes	Não sabem	Não responderam	TOTAL
Estudantes	2	2	9	5	18

Fonte: próprios autores.

Quadro 8. Análise das respostas dos estudantes em relação ao conhecimento da lei da conservação da massa.

Categorias
Frase encontrada nos LD
Relacionada a concentração dos reagentes

Fonte: próprios autores.

Nas respostas de dois estudantes apareceu a frase “Na natureza nada se cria, tudo se transforma”. Estas respostas podem ter sido influenciadas principalmente pela influência de livros didáticos.

Somente dois estudantes associaram a lei da conservação de massas com a concentração de reagentes, conceito este mais próximo da relação com equações químicas (quadro 7).

Questão 5: O que quer dizer a lei da conservação da massa? Objetivo: Constatar se os alunos entenderam o conceito.

Quadro 9. Análise das respostas dos estudantes a questão 7 do questionário final.

Respostas	Número de estudantes
As massas dos reagentes são sempre iguais às dos produtos	11
Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma	4
Conservação de átomo juntamente com a conservação da massa	1

Transformação	1
TOTAL	17

Fonte: próprios autores.

Quadro 10. Análise das respostas dos estudantes em relação ao conhecimento da lei da conservação da massa após a intervenção.

Categorias
Frase encontrada nos LD
Conceito científico correto

Fonte: próprios autores.

A lei da conservação da massa pode ser considerada simples e sua definição de fácil memorização, porque não tem um aparato matemático complexo, mas sua aplicação depende de muitos conceitos fundamentais como densidade, volume, matéria, substância, átomos, entre outros.

Atkins e Jones (2012) explanam sobre a lei da conservação da massa ao descreverem equações químicas. As reações químicas são transformações que envolvem alterações nas ligações entre partículas (átomos, moléculas ou íons), tendo como desfecho uma ou mais espécies de matéria formadas com propriedades diferentes da anterior. Existem algumas evidências da ocorrência de uma reação química como mudança de cor, evolução de calor ou luz, formação de uma substância volátil, formação de um gás, entre outros.

Conforme Atkins e Jones (2012, p. 61):

Para resumir as reações quantitativamente, é preciso reconhecer que os átomos não são criados nem destruídos em uma reação química: eles simplesmente mudam de parceiros. A principal evidência para essa conclusão é que não há mudança na massa total quando uma reação ocorre em um recipiente selado.

Ainda segundo os autores, levando em consideração a lei da conservação das massas, na química, ferramentas didáticas foram construídas como uma adequação químico-matemática à verificação do comportamento físico-químico das substâncias, como o conceito de cálculo estequiométrico, cujo principal objetivo é garantir que a quantidade de massa de produtos de uma reação química seja igual à massa dos reagentes. Em outras palavras, a lei de conservação das massas indica que nas transformações químicas, a massa se conserva porque há conservação de átomos. Nesse cálculo também podem ser relacionadas as seguintes variáveis: quantidade de matéria (número de mol), de moléculas e volume.

O ensino do conceito de conservação da massa, na educação química, sempre esteve relacionado a Antoine-Laurent Lavoisier (GUIMARÃES, CASTRO, 2019; MARTINS, MARTINS, 1993) contudo, pouco se fala sobre a sua vida e contribuição para a Química moderna. Segundo Guimarães e Castro (2019, pag. 219), “é importante abordar, no ensino de química, as contribuições desse cientista com relação a lei de conservação das massas e a superação da teoria do flogisto, demonstrando suas dificuldades na pesquisa e diante do contexto social da época”, abrindo assim espaço para discussões sobre a natureza da ciência.

Todos os outros alunos descreveram a lei com o conceito correto, conforme Atkins e Jones (2012), a lei de conservação das massas indica que nas transformações químicas, a massa se conserva porque há conservação de átomos (quadro 9). Inclusive 2 estudantes mencionaram, em suas explicações, o sistema fechado:

“Conservação da massa é uma reação química que ocorre num sistema fechado. A massa total antes da reação é igual a massa total após a reação” (3E)

“Em qualquer sistema fechado, físico ou químico, nunca se cria, nem se elimina matéria, apenas é possível transformá-la de uma forma em outra. Portanto, ‘na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma’ (9E)”.

Quatro estudantes citaram a frase “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, contudo indicaram que a autoria desta frase não era de Lavoisier. Desmistificando assim a ideia de que Lavoisier era o descobridor dessa lei.

“É uma lei da química que diz “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Mas, antes de Lavoisier dizer essas palavras já existia uma antiga filosofia “nada vem do nada”. (10E)

Apenas um estudante indicou uma ideia relacionada à transformação sem relacioná-la a massa:

“É tudo que se transforma de algo para outro” (4E)

O estudante 11E respondeu: *“A conservação da massa é uma consequência da conservação do número de átomos durante uma reação química”.* Foi o único que relacionou a conservação da massa aos aspectos microscópicos de uma transformação química. Esse é um ponto importante a ser levado em uma nova aplicação da SAT, deve-se incluir, durante a realização das atividades, a apresentação de um modelo submicroscópico, da constituição da matéria, para explicar a conservação da massa. Como apontam Martorano e Carmo (2013, p. 238):

[...] o entendimento da natureza descontínua da matéria, como também o uso de um modelo corpuscular, são de fundamental importância para que os indivíduos compreendam as propriedades dos materiais e interpretem muitos fenômenos que ocorrem no mundo em que vivem, como, por exemplo, dissolução de sal (cloreto de sódio em água), corrosão do ferro,

evaporação do álcool, escurecimento de um objeto de prata, condutibilidade elétrica dos metais, entre outros.

Quando observamos os resultados da aplicação da SAT, podemos perceber que a contextualização histórica, feita na abordagem, conseguiu explicitar como o estudo de um determinado fenômeno é realizado pelo cientista, permitindo compreender algumas etapas de sua pesquisa como a elaboração de sua hipótese, seu planejamento experimental e suas conclusões. Assim, é possível permitir que o estudante tenha uma visão mais realista de como é a ciência e de como os conhecimentos científicos são construídos. Portanto, corroboramos Martins (2006, 2021), afirmando que o uso de alguns episódios históricos, pode ajudar na construção gradual dos conhecimentos de forma histórica, cultural e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo investigamos o tema HC como esteio para o ensino contextualizado de Química, a partir da reelaboração e validação de uma sequência de aprendizagem temática (SAT) em sala de aula. Nesse sentido, analisamos quais foram as compreensões construídas pelos alunos sobre a figura de Antonie Lavoisier e o conceito de conservação de massa.

As questões, do questionário inicial e final, que indagaram sobre a lei da conservação da massa, nos ofereceram indícios de que foram ampliadas e/ou revistas as compreensões dos estudantes em relação a esse conceito. Todavia, também identificamos que faltou nas explicações para esses estudantes o uso de um modelo submicroscópico da constituição da matéria para explicar a transformação química.

Embora esse conhecimento não tenha sido abordado na SAT, acreditamos que ele seja fundamental para o entendimento da conservação da massa em uma transformação química.

Portanto, acreditamos que esse ponto deva ser reformulado para uma nova aplicação SAT Lavoisier. Ainda sobre a SAT Lavoisier, após as análises tecidas, foi possível identificar potencialidades quanto à abordagem histórica, pois ela pôde proporcionar uma visão de ciência crítica, dando ênfase a características essenciais da natureza da ciência e do conceito de conservação de massa.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: a cognitive view**. ed. 2ª. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources**. St. Paul, MN: SHIPS Education Press. 2013.

- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M.H. M.; A passagem da alquimia à química: uma história lenta e sem rufar de tambores. **ComCiência**, Campinas, n. 130, 2011.
- ARAGÃO, S. B. C.; MARCONDES, M. E. R. Fundamentals of Scientific literacy: a proposal for Science Teacher Education Progra. **LITERACY INFORMATION AND COMPUTER EDUCATION JOURNAL (LICEJ)**, v. 9, p. 1-10, 2018.
- ATKINS, P.; JONES, L.; **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed. p.61,2012
- BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, p.1-9, 2008.
- BARDIN, L.; **Análise de conteúdo**. 1.ed. Lisboa: Edições70. 2016.
- BELTRAN, M. H. R.; RODRIGUES, S. P.; ORTIZ, C. E. História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução. **História da Ciência e ensino: Construindo interfaces**, v. 4, p. 49-61, 2011.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social* - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Educação - **Revista Brasileira de Educação**, n.22, 2003.
- FILGUEIRAS, C. A. L. **Lavoisier: o estabelecimento da Química moderna**. 2a ed. São Paulo: Odysseus, p. 47, 2007.
- FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Enfrentando obstáculos na transposição didática da História da Ciência para a sala de aula. In **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Editora da UFRN. 2011.
- GIL- PÉREZ, D. “Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación”, **Enseñanza de las Ciencias**. 11, v.2, p.197-212,1993.
- GUIMARÃES, L.P.; CASTRO D.L.; Lavoisier na sala de aula: A abordagem da história da química para o ensino da lei de conservação das massas, **História da Ciência e ensino. Construindo Interfaces**, Volume 20, pag. 63-72, 2019.
- LAMBACH, M.; MARQUES, C.A. Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico: contribuições ao ensino de química contextualizado sócio-históricamente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 14, No1, 2014.
- LAVOISIER, A.L; **Tratado elementar de Química**. Tradução L. S. P. Trindade. São Paulo: Madras, 2007 [1789].
- MARTINS, R.A.; **Introdução: a história das ciências e seus usos na educação**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006, pp.1.
- MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. P.; Lavoisier e a conservação da massa. **Química Nova na Escola**; 16(3), 1993.
- MARTORANO, S. A. A.; **Pibid química Unifesp: as sequencias de aprendizagem temática desenvolvidas pelo grupo no período de 2014 a 2016**. In: João do Prado Ferraz de Carvalho; Jorge Luiz Barcellos da Silva; Magali Aparecida Silvestre. (Org.). PIBID UNIFESP EM DIÁLOGO: TRAJETORIAS E INDAGAÇÕES SOBRE PRÁTICAS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES. 1ed.Jundiaí: Paco Editorial, v. 1, p. 1-192, 2019.
- MARTORANO, S. A. A; MARCONDES, M. E. R.; Investigando a abordagem do tema cinética química nos livros didáticos dirigidos ao ensino médio. **Revista Acta Scientiae**, v. 16, p. 114-132, 2014.
- MARTORANO, S. A. A; CARMO, M. P.; A história da ciência no ensino de química: o ensino e a aprendizagem do tema cinética química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 9, p. 19, 2014.

MARTORANO, S. A. A.; CARMO, M. P.; Investigando as Ideias dos Alunos do Ensino Médio sobre a Matéria. Semina. **Ciências Exatas e Tecnológicas** (Online), v. 34, p. 237-244, 2013.

PORTO, P. A. **História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade**. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de química em foco. Ijuí: Editora Unijuí, p. 159-180, 2010.

SANTOS, A. F. **Lavoisier nos livros didáticos: uma análise à luz da História da Ciência**. Dissertação (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L.; A História da Ciência no Ensino-aprendizagem das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, vol 1, nº 2, p. 29-40, 1988.

ROSA, S. R.G. **História e Filosofia da Ciência nos livros didáticos de Biologia do Ensino médio**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Paraná ,2008.

RESUMO

Neste artigo estudamos o tema História da Ciência (HC) como esteio para o ensino contextualizado de Química, a partir da reelaboração e validação de uma sequência de aprendizagem temática (SAT) em sala de aula. Tal sequência envolveu a Lei da conservação da massa e a contribuição do filósofo natural Antoine Laurent Lavoisier para a Química. A validação da SAT foi realizada a partir da aplicação desta em sala de aula. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um questionário aberto. As respostas dos alunos foram analisadas a partir da abordagem de análise de conteúdo de Bardin (2016). Os resultados indicam contribuições da HC para a apropriação de conhecimentos científicos e desenvolvimento de uma imagem da ciência mais realista.

RESUMEN

En este artículo estudiamos la temática Historia de la Ciencia (HC) como pilar de la enseñanza contextualizada de la Química, a partir de la reelaboración y validación de una secuencia temática de aprendizaje (SAT) en el aula. Esta secuencia involucró la Ley de Conservación de la Masa y la contribución del filósofo natural Antoine Laurent Lavoisier a la Química. La validación del SAT se realizó desde su aplicación en el aula. Como instrumento de recolección de datos se utilizó un cuestionario abierto. Las respuestas de los estudiantes se analizaron utilizando el enfoque de análisis de contenido de Bardin (2016). Los resultados indican las contribuciones de HC a la apropiación del conocimiento científico y al desarrollo de una imagen más realista de la ciencia.