



Lavoisier e a experimentação demonstrativa investigativa: uma estratégia didática envolvendo o ensino da lei de conservação das massas

Lucas Peres Guimarães^{1*}, Denise Leal de Castro²

¹Professor da Prefeitura Municipal de Barra Mansa, Secretaria Municipal de Educação, Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil, ²Professora do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Nilópolis, Rio de Janeiro, Brasil.

*lucaspegui@hotmail.com

Recebido em: 30/03/2019 Aceito em: 19/06/2019 Publicado em: 28/06/2019

RESUMO

O presente trabalho relata a realização de um experimento em uma abordagem demonstrativa-investigativa envolvendo alunos do 9º ano de uma escola pública no município de Barra Mansa (RJ). A experimentação é tema presente nas aulas de química e já existem experimentos tradicionais que são sempre utilizados em sala de aula, contudo, a visão de ensino de química é totalmente diferente de quando esse experimento começou a ser utilizado. Esse trabalho tem como principal objetivo repensar um experimento sobre a lei de conservação da massa a fim de deixá-lo mais aberto para a participação dos alunos e assim verificar as possíveis contribuições para o processo de ensino aprendizagem dos educandos. Observou-se que a utilização dessa abordagem experimental contribuiu para que os estudantes entendessem a relação da lei de conservação da massa e a experimentação e se apropriassem da relação entre fenômenos e conceitos.

Palavras-chave: Experimentação. Lei de conservação da massa. Abordagem investigativa.

Lavoisier investigative and trial demonstration: a didactic strategy involving the teaching of the law of conservation of mass

ABSTRACT

The present work reports the completion of an experiment in a demonstrative-investigative approach involving students of the 9th year of a public school in the city of Barra Mansa (RJ). Experimentation is subject present in the classes of chemistry and there are already traditional experiments that are always used in the classroom, however, the vision of teaching of chemistry is completely different from when this experiment began to be used. This work has as main objective to rethink an experiment on the law of conservation of mass in order to leave it more open to the participation of students and thereby check the possible contributions to the teaching-learning process of the students. It was observed that the use of this experimental approach has contributed to that students understand the relationship of the law of conservation of mass and experimentation and appropriated the relation between phenomena and concepts.

Keywords: Experimentation. Law of conservation of mass. Investigative approach.

INTRODUÇÃO

Os experimentos no ensino de química, são práticas educativas em geral muito presente e vistas com bons olhos pelos professores e sobretudo pelos alunos. Isso se deve ao fato de que em uma escola tradicional, em que a sala de aula é o único espaço oferecido para todo o processo de ensino e aprendizagem, os alunos enxergam nas atividades que envolvem a experimentação uma oportunidade para quebrar a rotina, tão monótona que a sala de aula oferece.

Apesar da experimentação ser bastante utilizada nas aulas de química, é necessário que os professores reconheçam o seu real potencial pedagógico. Segundo Pereira e Moreira (2017) há uma falta de compreensão dos professores quanto a prática do laboratório didático já que muitos quando indagados acerca da importância das atividades experimentais em suas aulas a consideram importantes mesmo não tendo entendido o seu real papel no processo de ensino e aprendizagem, para os educandos.

Souza et al., (2013) nos alertam para o fato de que apreciar a experimentação é algo bem diferente de utilizá-la ou compreendê-la corretamente. É nessa questão, que os autores nos levam as seguintes questões: “Qual o papel didático da experimentação?”; “De que maneira ela contribui para a aprendizagem em química?” Quase sempre, as respostas para as questões enunciadas acima, apresentam respostas simplistas ou parciais tais como “Devemos usar a experimentação porque a química é uma ciência experimental”, “Devemos fazer experimentos para cativar os alunos” e ainda “As experiências ajudam a mostrar a teoria e a prática”.

Com relação a última resposta, ainda podemos percebê-las com bastante frequência na prática educativa dos professores de Química. Galiazzi e Gonçalves (2004) conseguem sintetizar o que iremos discutir nesse trabalho quando afirmam que, “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista e empirista”. Esses autores ainda criticam a ideia da experimentação para comprovação de teoria e para a motivação de alunos, evidenciando a necessidade de convergir a experimentação através de uma reflexão proveniente da História e Filosofia da Ciência.

Quando pensamos no ensino da lei de conservação das massas na educação básica, logo vem em nossas mentes o experimento tradicional da queima do papel e da palha de aço com a verificação de sua massa com o auxílio de uma balança. Esse

experimento geralmente é usado para “comprovar” a frase reducionista, impressa na maioria dos livros didáticos, creditada a Lavoisier em que na natureza nada se cria, tudo se transforma.

Para que esse tipo de experimentação implementada por Lavoisier tenha êxito, é necessário que o sistema em que a reação química ocorrerá seja fechado. Contudo, a maioria das escolas de educação básica brasileira não possuem um espaço físico e recursos para o professor de química realizar uma reação química em um sistema fechado. Assim, muitos professores deixam de realizar experimentos para a exemplificação dessa lei o que torna esse conteúdo mais abstrato e distante da realidade dos alunos.

Diante desse cenário, esse trabalho propõe a realização de um experimento envolvendo uma reação química, efervescência da vitamina C na água, em uma abordagem demonstrativa, que são aquelas em que o professor executa o experimento e os alunos observam os fenômenos ocorridos (ARAÚJO; ABIB, 2003). A escolha desse tipo de abordagem experimental se deve ao fato da escola pública possuir poucos ou nenhum recurso impossibilitando que vários grupos possam realizar o experimento, contudo essa abordagem foi feita em um ambiente proporcionando oportunidades para que os alunos pudessem refletir sobre os fenômenos observados, formulem hipóteses e analisem variáveis que interfiram no experimento (OLIVEIRA, 2010).

Além da abordagem demonstrativa, essa atividade experimental também teve aspectos de uma abordagem investigativa, uma vez que a lei de conservação da massa foi apresentada em uma situação problema inicial e os alunos participaram ativamente de todas as etapas do experimento, formulando hipóteses e analisando criticamente os resultados (BORGES, 2002; OLIVEIRA, 2010).

Desse modo, pensou-se em uma atividade experimental que seja uma estratégia que contribua para o processo ensino-aprendizagem de Química. Entende-se que é necessário que seja realizada de forma: a promover uma maior participação dos estudantes na resolução de problemas, a permitir a articulação entre fenômenos e teorias, a estabelecer relação entre conceitos e, a partir disso, favorecer o desenvolvimento do pensamento analítico dos estudantes.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar as possíveis contribuições de uma estratégia em que a experimentação foi utilizada nesta perspectiva por meio das atividades demonstrativas-investigativas. Buscou-se observar como a utilização dessa

estratégia contribuiu para a discussão de conceitos relativos ao estudo da lei de conservação da massa e como, a partir das atividades realizadas, os estudantes se apropriaram da relação fenômeno e teoria.

O professor dispõe de diversos recursos didáticos para o planejamento de suas aulas, um desses recursos é a experimentação. Esse trabalho irá levar em consideração o conceito de experimento de Espinoza (2010). Para esse autor, a experimentação é um “artifício didático que não é proposto com o intuito de motivar, imitar ou mostrar como se produz conhecimento científico, mas que representa, na verdade, uma estratégia, para favorecer o aprendizado, estratégia essa que fica principalmente a cargo do aluno.”

De acordo com isso, não basta apenas o professor se preocupar com montagens/dispositivos/aparatos e com o fascínio que se referem a uma determinada situação física (fenômeno ou processo) e que são acompanhados de procedimentos empíricos (qualitativos e/ou quantitativos), formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas. É necessário que o professor ao planejar uma atividade experimental seja associado a algumas possibilidades, como a problematização inicial, identificação de variáveis, aprofundar-se na situação exposta e resolver problemas específicos (WESENDONK, 2015).

As atividades experimentais bem planejadas podem ser utilizadas com diferentes objetivos e fornecer variadas contribuições para o ensino e para a aprendizagem de Ciências. Oliveira (2010) lista algumas dessas contribuições, sendo elas:

- Para motivar e despertar a atenção dos alunos,
- Para desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, a iniciativa pessoal e a tomada de decisão,
- Para estimular a criatividade,
- Para aprimorar a capacidade de observação e registro de informações,
- Para aprender: a analisar dados, propor hipóteses para os fenômenos, entender conceitos científicos,
- Para detectar e corrigir erros conceituais dos alunos,
- Para compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, bem como as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e aprimorar habilidade manipulativas.

Essas contribuições enunciadas não são valorizadas igualmente em uma atividade experimental; afinal, estamos tratando aqui de um vasto número de

contribuições que possuem natureza bem distinta. Por outro lado, entendemos que se esses objetivos forem considerados no planejamento da atividade experimental, esse recurso pode atingir dimensões no processo de ensino aprendizagem além da dimensão conceitual de química e contribuir para o desenvolvimento de procedimentos e atitudes nos alunos.

Os experimentos na educação básica podem ser divididos em diversos tipos, diferenciando-se pelo modo em que são planejados e conduzidos pelo professor, esse trabalho irá detalhar a abordagem por demonstração e investigação, uma vez que esses princípios foram considerados no planejamento da atividade experimental a ser detalhada nas seções anteriores.

Cabe ressaltar que cada tipo dessas abordagens tem a sua importância e que não se deve hierarquiza-los, entretanto, esse trabalho incentiva que seja qual for o tipo de abordagem escolhida no planejamento da atividade experimental, sugerimos que o aluno adquira um papel de protagonismo no processo de ensino aprendizagem.

De modo a entendermos as diferenças entre essas abordagens, assim como as potencialidades de cada uma, propomos, agora, uma breve discussão das quatro possibilidades, tomando como base os estudos de Araújo e Abib (2003).

Os experimentos do tipo demonstrativo, são utilizados como meio de ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos/fenômenos/teorias em que estão sendo estudados e, possuem uma forte contribuição como meio de despertar o interesse e a motivação para a participação dos alunos em aula (ARAÚJO; ABIB, 2003). Esse tipo de abordagem é aplicado, muitas vezes, em situações em que o professor não tem disponível materiais para todos os alunos, quando não se tem espaço adequado para que todos os alunos possam manusear o experimento, ou quando o tempo disponível para a execução da atividade é curto.

A abordagem investigativa é caracterizada em atividades em que a ênfase é dada a um problema, que deve ser relevante para o aluno e por eles apropriado, consistindo, dessa forma, em uma resolução de um problema proposto com grande participação por parte dos alunos, estes sendo envolvidos no maior número de etapas possíveis (BORGES, 2002; GIBIN; SOUZA FILHO, 2016).

O papel do professor é diferente nesse tipo de atividade, do que tradicionalmente acontece no âmbito do desenvolvimento dos outros tipos de experimentos, na

perspectiva investigativa o professor tem o papel de mediador, de modo a orientar a atividade e questionar e incentivar os alunos (BORGES, 2002).

Oliveira (2010) destaca que muitos pesquisadores defendem que sejam utilizadas atividades experimentais mais simples, tais como as atividades de demonstração e de verificação. As atividades investigativas exigem níveis cognitivos muito elevados que dependem de um maior costume a esse tipo de abordagem, o que necessita de uma introdução gradual na educação básica. Wesendonk (2015) complementa essa afirmação destacando que o docente precisa levar em consideração as condições profissionais oferecidas pelo contexto em que atua, para que possa fazer a abordagem experimental que tenha um maior êxito com o perfil dos alunos.

A atividade experimental proposta nesse trabalho se identifica com as ideias de Silva et al., (2011). Esses autores defendem as atividades demonstrativas-investigativas, são demonstrativas pelo fato do professor realizar o experimento enquanto os alunos observam coletivamente e são investigativas pois essas atividades não tem a finalidade de testar a veracidade de uma teoria, como se isso fosse possível e necessário em sala de aula, mas sim de verificar sua capacidade de generalização e de previsão. Adicionalmente, as experiências demonstrativas-investigativas são experiências abertas e utilizam reagentes e materiais simples que não geram resíduos.

Silva et al., (2011) recomendam que esse tipo de atividade experimental seja conduzido por um questionamento inicial que estimule a curiosidade e interesse dos estudantes. É de suma importância essa pergunta inicial para o professor conhecer a concepção prévia dos alunos e favorecer a participação durante a realização da atividade, uma vez que o fechamento dessa atividade consiste em responder a pergunta inicial levando o aluno a perceber a importância do conhecimento científico exposto.

Quando um professor chega a sala de aula, sua formação inicial é muito presente em sua prática pedagógica. A pesquisa em ensino de química deve levar isso em conta, uma vez que em muitos cursos de licenciatura os aspectos pedagógicos no ensino não estão presentes como deveria, levando assim uma falta de conexão do ensino em sala de aula com os conceitos químicos vistos na graduação (MALDANER, 2013).

Diante do exposto, existe uma grande quantidade de experimentos tradicionais que estão disponíveis em diversas literaturas e na formação inicial do professor que não podem simplesmente serem descartados. É necessário buscar usar esses experimentos que são tão comuns para os professores, e adaptá-los no modo de apresentar e aplicar

aos alunos, para que esses exerçam um maior protagonismo no seu processo de ensino e aprendizagem.

Repensar esses experimentos tradicionais para que esses adquiram um viés investigativo se inicia por meio da elaboração de algumas questões. Gibin e Souza Filho (2016) propõem quatro questões principais, que devem ser consideradas no processo de planejamento das atividades experimentais investigativas:

1. Como transformar um experimento conhecido em uma questão de pesquisa?
2. Quais são os procedimentos experimentais que os alunos devem conhecer previamente?
3. Quais são os conceitos científicos e matemáticos que já devem ter sido trabalhados?
4. Quais são os materiais e reagentes que devem ser utilizados para resolver o problema?

Esses questionamentos apresentados pelos autores se justificam pelo fato de que na ciência “em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas [...] todo conhecimento é resposta de uma pergunta” (BACHELARD, 1996). Desse modo, é possível traçar o paralelo entre o ensino de química e a química, já que todo o conhecimento construído teve como base inicial um questionamento, característica que é presente na abordagem experimental investigativa e importante que esteja presente em sala de aula. Cabe ressaltar que os estudantes precisam se acostumar com esse tipo de abordagem, pois ela exige altos níveis cognitivos e é necessário que seja mediada pelo professor.

Considera-se, um dos pontos primordiais para repensar um experimento com abordagem tradicional em investigativa é a elaboração de um questionamento inicial que, para resolvê-la, os estudantes terão que participar de forma ativa de todas as etapas na construção da atividade experimental.

Além do questionamento inicial a ser elaborado, em uma atividade experimental investigativa não poderá faltar o planejamento do momento em que serão inseridos os conceitos envolvidos (VALDÉS; GIL, 1996). Como na abordagem investigativa o aluno adquire certa autonomia, é muito importante que seja feito um levantamento de todos os conceitos e procedimentos experimentais envolvidos em que os alunos terão que utilizar na atividade investigativa.

Um outro fato a ser considerado nas atividades experimentais investigativas diz respeito aos materiais e reagentes que compõem o experimento. Se os estudantes não estiverem acostumados com essa abordagem mais autônoma, é importante que o professor forneça orientações de como utilizá-los. Se esse tipo de abordagem já for conhecido da turma, essas orientações podem ser retiradas (GIBIN; SOUZA-FILHO, 2016).

Por último, é necessário planejar a atividade experimental investigativa para um ambiente favorável a formulação de hipóteses. Gibin e Souza-Filho (2016) defendem que a atividade experimental deve ser dividida em um momento individual e outro em grupo. Os autores defendem que essa divisão traz à atividade maiores momentos de discussão, uma vez que no primeiro, cada estudante pensaria individualmente nas hipóteses para a resolução do problema, as quais geralmente são muito simples e reduzidas; no segundo momento, com a discussão em grupo, o aluno poderia inserir novos elementos à sua hipótese até que chegasse a um consenso geral para iniciar os procedimentos experimentais.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma escola pública do município de Barra Mansa no Estado do Rio de Janeiro. O trabalho foi realizado ao longo das aulas de Química para as duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental. Foram utilizadas duas aulas de Química em cada uma das turmas, com duração de 50 minutos por aula e participaram dessa atividade um total de 24 alunos.

Essa pesquisa utilizou o método qualitativo que é usado quando percepções e entendimentos são buscados sobre a natureza geral de uma questão e o espaço para interpretação é aberto (LAKATOS; MARCONI, 2010). Esse método é o mais indicado devido ao fato que o professor da turma também é o pesquisador e assim, se torna o instrumento principal da pesquisa, pois, mesmo utilizando instrumentos para a coleta de dados, são suas concepções e interpretações que guiarão o resultado. A análise dos dados foi feita a partir da interpretação da fala dos alunos durante a atividade experimental investigativa proposta. Também foram analisadas as respostas escritas feitas pelos alunos a partir de questões propostas ao final da atividade.

A escola não apresenta infraestrutura para a realização de atividades experimentais, devido à falta de disponibilidade de materiais e reagentes e espaço

adequados para experimentação, foi sugerido uma atividade com materiais do cotidiano e de fácil aquisição fornecido pelo professor, com isso foi realizada um experimento demonstrativo. Segundo Oliveira (2010) esse tipo de experimento possui a vantagem de poder ser realizado quando há falta de materiais, como é o caso dessa escola. A atividade só é considerada demonstrativa devido à falta de recursos na escola, entretanto ela foi estruturada de forma aberta, estimulando a participação ativa dos alunos seguindo as ideias de Silva et al., (2011).

Para o trabalho, se determinou o conteúdo químico da lei de conservação das para ser investigado. No planejamento da atividade, foi realizada as perguntas que Gibin e Souza-Filho (2016) sugerem para uma atividade experimental investigativa. Com relação a esses questionamentos, que já foram enunciados anteriormente, foi necessário que o professor explicasse de forma sintética a lei de conservação das massas e revisasse alguns conteúdos matemáticos a fim de quantificar alguns resultados para a análise.

Será apresentada aqui o planejamento da atividade investigativa, as quais podem ser separadas em três momentos seguindo os pressupostos de Suart e Marcondes (2008):

1. pré-laboratório: análise e discussão da lei de conservação das massas e sua aplicação na natureza, esse momento inicial tem como principal objetivo investigar as concepções dos alunos e perceber a percepção dessa lei química na natureza. O professor em um momento da aula buscando ser o mais dialógico possível interaja com os alunos analisando as conexões feitas por eles; nesse momento, há o levantamento de hipóteses a partir do questionamento inicial proposto;

2. laboratório: momento em que os alunos observam e interagem com a realização do experimento;

3. pós-laboratório: discussão com toda a sala para a conceituação final e possíveis generalizações, a fim de que os alunos tentassem extrapolar a situação experimental.

O pré-laboratório teve a duração de trinta minutos. Grande parte do tempo da segunda aula foi para a realização da atividade experimental investigativa, o momento caracterizado como sendo de laboratório por Suart e Marcondes (2008). Nos vinte minutos finais, ocorreu a discussão e análise dos dados obtidos para verificar as diferenças de massa analisadas com o auxílio de uma balança sobre os diferentes procedimentos propostos.

Durante a etapa no laboratório, os alunos se revezaram nos procedimentos propostos e iam realizando inserções sobre mudanças possíveis nos procedimentos inicialmente propostos. Cada estudante recebeu do professor uma folha com instruções para a realização da atividade, já que a turma não estava tão acostumada a esse tipo de atividade mas com liberdade de questionar e sugerir novos procedimentos.

As questões propostas ao final exigiam o raciocínio e o diálogo dos alunos para a sua resolução. No momento pós-laboratório, preocupou-se com a conceituação do que foi visto experimentalmente. As questões escritas foram debatidas com toda a turma para posterior análise individual, as quais possuíam níveis diferentes: algumas exigiam apenas conceituações matemáticas e/ou químicas; já outras, habilidades cognitivas para a análise de variáveis externas ao experimento. Segundo Rivard e Straw (2000), as questões escritas são muito importantes para o ensino e aprendizagem, pois estas demandam um maior esforço cognitivo do escritor. Assim, o ato de escrever exige que o estudante refine o seu pensamento, contribuindo assim para um maior entendimento dos conhecimentos construídos em uma atividade, resultando em uma boa consolidação e organização de suas ideias. Carvalho e Oliveira (2004) afirmam que, no processo da escrita, os estudantes precisam interagir, compartilhar ideias, clarificar e distribuir conhecimento.

As transcrições das falas do professor e dos alunos foram realizadas pelo próprio educador, ao final da atividade através do diário de bordo. Falas sem significados como brincadeiras dos alunos, evocação de atenção para atividade, conversas paralelas que não se relacionam com o contexto da aula não foram levadas em consideração, uma vez que não contemplam os objetivos da pesquisa. Porém estas falas não representam um número expressivo e não interferiram no resultado da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade experimental proposta contemplou aspectos relativos à abordagem demonstrativa e investigativa, levando-se em conta uma participação mais ativa por parte dos estudantes e suas percepções com relação a lei científica estudada. Os momentos dessa atividade foram preparados para que o aluno se sentisse protagonista no processo de construção do conhecimento e se envolvesse em todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento do exercício.

Para o início e a elaboração desta atividade investigativa, foram pensados os seguintes aspectos:

- Situação-problema. Antoine Lavoisier é considerado por muitos como o Pai da Química, creditam a ele esse título pois ele disse que: “Na natureza nada se cria, tudo se transforma”. Isso significa dizer que em uma reação química não há perda de massa. Como podemos perceber isso no nosso dia a dia?
- Conhecimentos prévios. Levantamento de questões aos alunos sobre o que conhecem sobre as reações químicas e como pensam que essa lei funcionaria naturalmente.
- Informações. Apresentação de algumas explicações acerca do que é uma reação química e como esta deve se comportar segundo o enunciado dessa lei.
- Hipóteses/sugestões. Solicitação aos alunos que, baseados em seus conhecimentos, apresentem sugestões de como fazer uma reação química presente em nosso cotidiano em que esta lei esteja presente.
- Experimento. Será fornecido um roteiro para a realização de uma reação química (efervescência de um comprimido de vitamina C em água, com verificação da massa com o auxílio de uma balança), com uma tabela para anotação dos dados.
- Questão proposta para análise dos dados. Análise crítica dos procedimentos adotados e dos fatores externos a serem analisados.
- Conclusão. Avaliação do erro causado pela diferença de valores encontrados, argumentando-se sobre a prudência que deve ser adotada no trabalho científico e a relação desse com o experimento.

No primeiro momento, o que denominamos de pré-laboratório, o professor da turma, coletou informações a respeito das concepções dos estudantes sobre a lei de conservação da massa. Nesse momento inicial a explanação foi bem sintética com o professor enunciando a frase: “Na natureza nada se cria, tudo se transforma”. Os alunos demonstraram um total desentendimento dessa frase não conseguindo realizar conexões da frase com o que acontece na natureza.

Os alunos já possuíam um conhecimento anterior sobre reações químicas, contudo foi necessário o professor relembrar alguns conceitos e exemplos. Após isso foi

apresentado os materiais a serem utilizados no experimento. Foram utilizados: uma garrafa com tampa, água, um comprimido efervescente e uma balança.

Após esse momento inicial o professor explicou os procedimentos iniciais e relacionou com a lei de conservação da massa, desse modo, os alunos previram que a massa anterior a reação teria que ser a mesma após a reação. Foi realizada a reação com a garrafa aberta e os alunos perceberam a perda de massa. O professor indagou os alunos: “Por que a lei não estava sendo cumprida no experimento?” “A lei está errada?”. Os alunos prontamente responderam que o ar (gás carbônico produzido pela reação) estava saindo e por isso a massa estava sendo perdida. Diante dessa hipótese levantada, o professor indagou a turma de que procedimento poderia ser realizado para evitar essa perda de massa.

Nesse momento da aula os alunos sugeriram que a garrafa deveria ser tampada. Repetiu-se o procedimento anterior medindo a massa antes e depois da reação, entretanto o aluno que realizou esse procedimento esqueceu-se de medir a massa da tampa da garrafa. Como resultado, a massa depois do experimento estava maior do que a medida antes da reação ocorrer. Novamente os alunos foram indagados como inicialmente e depois de algum tempo chegaram à conclusão que se esqueceram de medir a massa da tampa da garrafa.

No momento final da aula o professor levou os alunos à reflexão do papel do experimento no trabalho do cientista. Os estudantes foram levados a pensar sobre o rigor que deve ser adotado pelo cientista e que este trabalho deve ser feito com muita atenção. Alguns alunos levantaram a discussão sobre a possibilidade da manipulação de dados experimentais para a comprovação de alguma “descoberta”, após essa hipótese levantada foi aberto um amplo debate sobre a ética na pesquisa científica e nas aulas seguintes levados alguns exemplos reais desse tipo de manipulação experimental pesquisados pelos próprios alunos.

Depois da reflexão e análise do experimento foi entregue aos alunos algumas questões para a verificação individual do que foi exposto. Após a análise das questões escritas pode-se perceber que os alunos conseguiram relacionar a falta da massa da tampa da garrafa com a diferença de massa antes e depois da reação, alguns dos alunos, cerca de dezoito alunos, conseguiram dimensionar que a velocidade com que se fechava a garrafa interferiria no resultado, pois ocorreria a perda de ar. Em aulas anteriores foi

verificado a dificuldade que os alunos tinham de perceber o ar como substância que possui massa, isso representa um avanço no entendimento da química.

De um modo geral, pode-se perceber que os resultados obtidos nesse trabalho puderam mostrar a inquestionável importância da realização de atividades experimentais no ensino de química para construção do conhecimento científico, além de desenvolver a tomada de decisão, estimular a criatividade e corrigir erros conceituais (OLIVEIRA, 2010). Na realização da atividade, pode-se observar que a participação dos alunos foi adequada ao processo de construção da atividade, o que contribuiu para um maior interesse no conteúdo químico proposto.

CONCLUSÃO

A pesquisa, aqui apresentada, objetivou perceber, identificar e aprofundar a relação entre os alunos e as teorias apresentadas em sala de aula. Além disso, buscou-se realizar uma proposta de atividade experimental investigativa planejada e desenvolvida a fim de ampliar as possibilidades do professor trabalhar a lei de conservação da massa de forma crítica e ativa com os estudantes.

Cabe destacar que esta investigação faz parte de uma proposta maior, vinculada a uma pesquisa de mestrado, que visa analisar como a História e Filosofia da Ciência favorece o desenvolvimento de abordagens experimentais investigativas quando envolvidos em um processo didático de caráter investigativo e exploratório. Considerando a análise realizada, foi possível perceber que as atividades experimentais demonstrativa-investigativa oportunizada aos alunos despertaram grande interesse, já que eles têm pouco ou nenhum devido às condições e infraestrutura das escolas.

Além disso, foi um momento em que eles tiveram a possibilidade de conhecer os procedimentos realizados por Lavoisier com as evidências encontradas e todo rigor e análise crítica que precisa ser aplicado. Outro ponto a ser destacado é com relação a um antigo adágio popular: “a ciência comprovou”, a análise feita experimentalmente levou aos alunos a construir a hipótese da manipulação de resultados experimentais. Considerou-se isso como algo positivo, uma vez que os alunos estão acostumados com situações de ensino que lhes são apresentados como verdade absoluta e, assim sendo, quase sempre sabem ou recebem as respostas ditas corretas e prontas.

A partir das atividades desenvolvidas e da abordagem investigativa empregada, destacam-se alguns aspectos pelos quais acredita-se na eficiência da estratégia didática.

Essa foi capaz de estimular a participação ativa dos estudantes, a curiosidade e o interesse, propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável e rico em situações novas e desafiadoras. Ambiente este que pode facilitar aos alunos o desenvolvimento de autonomia, do espírito crítico e, principalmente, das atitudes e dos procedimentos investigativos, tais como, formulação de perguntas e de hipóteses, coleta de dados, proposição de procedimentos ou de estratégias para resolução do problema, identificação do problema, entre outras.

Foi uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, deixando de lado a postura passiva do modelo tradicional de ensino. Desta maneira conclui-se que esta atividade experimental, aliada ao assunto da lei de conservação da massa, despertou grande fascínio nos alunos. Isso foi amplamente percebido nos resultados aqui apresentados, assim como nos depoimentos dos alunos.

REFERÊNCIAS.

- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para a psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996. 316 p.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CARVALHO, A. M. P; OLIVEIRA, A. M. A. Escrevendo nas aulas de ciências. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 9., 2004, Jaboticabas. **Anais...** Jaboticabas: EPEF, 2004. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/> >. Acesso em: 28 dez. 2017.
- ESPINOZA, A. M. **Ciências na escola**: novas perspectivas para formação dos alunos. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo/BR: Ática. [Obra Original: Las ciencias naturales em el aula]. 2010
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GIBIN, G. B.; SOUZA FILHO, M. P. **Atividades experimentais investigativas em física e química**: uma abordagem para o ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física v. 1. 2016. 132 p.
- LAKATOS, E.M; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas. 2010
- MALDANER, O. **A Formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: Unijuí, 2003.
- OLIVEIRA, J. R. S.– Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-156, 2010.
- PEREIRA M.V.; MOREIRA, M.C. do A. Atividades prático experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. The effect of talk and writing on learning science, an exploratory study. **Science Education**, v. 84, n. 5, p. 566-593.2000.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de errar**: ensino de química em foco. Injuí: Injuí: 2011, p. 231-261.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas de no ensino de química**. São Paulo: SEESP/CENP, 2013.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

VALDÉS CASTRO, P.; GIL-PÉREZ D. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

WESENDONK, F. S. **O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio**. 2015, 298 f, Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2015.