

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Educação em Ciências

PRISCILA PAULA PIZZATTI

**Estequiometria: dificuldades de aprendizagem e a produção de *slime* como
estratégia de ensino**

**Belo Horizonte
Novembro de 2019**

PRISCILA PAULA PIZZATTI

Estequiometria: dificuldades de aprendizagem e a produção de *slime* como estratégia de ensino

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador (a): Profa. Me. Silvia Gomes dos Santos

Coorientador (a): Profa. Dra. Maria Luiza Rodrigues da Costa

**Belo Horizonte
Novembro de 2019**

P695e
TCC

Pizzatti, Priscila Paula, 1983-
Estequiometria [manuscrito] : dificuldades de aprendizagem e a produção de
slime como estratégia de ensino / Priscila Paula Pizzatti. - Belo Horizonte, 2019.
28 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação.

Orientadora: Sílvia Gomes dos Santos.

Coorientadora: Maria Luiza Rodrigues da Costa.

Bibliografia: f. 23-25.

Apêndices: f. 26-28.

1. Educação. 2. Ciência -- Estudo e ensino (Ensino médio). 3. Química --
Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Química -- Métodos de ensino. 5. Química --
Métodos experimentais. 6. Estequiometria -- Estudo e ensino (Ensino médio).
7. Estratégias de aprendizagem. 8. Aprendizagem experimental. 9. Capacidade de
aprendizagem. 10. Aprendizagem por atividades.

I. Título. II. Santos, Sílvia Gomes dos, 1984-. III. Costa, Maria Luiza
Rodrigues da, 1956-. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de
Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: PRISCILA PAULA PIZZATTI

TÍTULO DO TRABALHO: Estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégia de ensino

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Silvia Resende

Professor Examinador: Victor Marcondes

Parecer:

Aos 30 dias do mês de Novembro de 2019, reuniram-se na sala 4104 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) Priscila Paula Pizzatti. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho () aprovado
(X) aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
() reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de Novembro de 2019

Assinatura da banca:

Victor Marcondes de F. Silva
Silvia Gomes dos Santos

NOTA: 60,0

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me capacitou e me deu forças para chegar tão longe. Aqueles que amo depois de Ti, elevaram aos céus orações em favor de mim, e o Senhor os ouviu, por isso eu Te agradeço, por mais essa benção em minha vida.

Ao meu esposo pela compreensão nos momentos que não estive disponível e pelo grande apoio que ofereceu, em situações difíceis nos quais pensava não ser possível finalizar este trabalho.

À professora e orientadora Silvia Gomes dos Santos que acreditou em mim, me incentivou e me permitiu crescer e chegar ao final deste trabalho.

À todos os colegas do Curso de Especialização em Educação em Ciências da UFMG, por trilharmos juntos essa caminhada num clima de amizade e apoio, tornando esse processo mais agradável.

À todos os meus alunos que acreditaram no meu trabalho de ensino, no qual procurei transmitir-lhes o melhor do meu conhecimento e por me fazer acreditar que vale a pena tentar.

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola pública da rede estadual de ensino na cidade de Belo Horizonte-MG, em três turmas de segunda série do Ensino Médio, durante as aulas da disciplina “Química”. Abordamos a pesquisa-ação na busca de conhecer melhor os contextos e as condições nos quais o conteúdo de “Estequiometria” ocorre, permitindo fazer intervenções. Para tanto, a proposta de planejar e aplicar uma atividade prática com produção de *slime* foi desenvolvida a partir da identificação através de questionário prévio das concepções e dificuldades que os alunos possuem sobre este conteúdo. A partir desta atividade prática verificou-se que a contextualização possibilitou a correlação entre os conceitos de Estequiometria e a produção de *slime*.

Palavras chave: estequiometria, dificuldade de aprendizagem, atividade prática, *slime*.

Abstract

The present work was developed in a public school of the state school system in the city of Belo Horizonte-MG, in three classes of second grade of High School, during the classes of the discipline "Chemistry". We approach action research in an attempt to better understand the contexts and conditions in which the content of "Stoichiometry" occurs, allowing for interventions. Therefore, the proposal to plan and apply a practical activity with slime production was developed from the identification through a previous questionnaire of the conceptions and difficulties that students have about this content. From this practical activity, it was found that contextualization enabled the correlation between the concepts of Stoichiometry and the production of slime.

Keywords: stoichiometry, learning disability, practical activity, slime.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 1	16
Tabela 2: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 2	17
Tabela 3: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 3	18
Tabela 4: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 1	19
Tabela 5: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 2	20
Tabela 6: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 3	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	10
2.1 Sobre o aprendizado de Estequiometria.....	10
2.2 O ensino por experimentação.....	11
3. METODOLOGIA.....	13
3.1 Fase 1: Das concepções prévias dos alunos.....	13
3.2 Fase 2: Do experimento prático.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Fase 1: Das concepções prévias dos alunos.....	16
4.2 Fase 2: Do experimento prático.....	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
APÊNDICES.....	26

1. INTRODUÇÃO

A Química é a ciência que estuda a composição dos materiais, suas propriedades e transformações, sendo a Estequiometria o campo que lida com as relações quantitativas das transformações que estão implícitas nas fórmulas e nas equações químicas. Muitas destas transformações estão presentes em nosso cotidiano e a compreensão dos diversos aspectos (simbólico, macro e submicroscópico) envolvidos nesses processos contribui para a tomada de decisões dos estudantes que visam o desenvolvimento científico, tecnológico e social (SILVA, 2014).

Segundo as orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) o ensino de Química na educação básica tem por objetivo proporcionar aos alunos o conhecimento necessário para o seguimento nos estudos, bem como para a tomada de decisão de forma assertiva na sociedade que estão inseridos (BRASIL, 2002). Para tanto, autores do Conteúdo Básico Comum (CBC) de Química do Estado de Minas Gerais propõem um currículo organizado de forma a possibilitar a interação do discurso científico da Química e o discurso do cotidiano. Observa-se, dessa forma, ser desejável que o ensino de Química estimule e exercite atitudes que favoreçam a formação do aluno cidadão (MINAS GERAIS, 2007).

Pesquisas na área de ensino de Química indicam que a maneira com que o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Estequiometria vem sendo desenvolvido nas instituições educacionais, em geral, não é eficiente.

Tais pesquisas constaram dificuldades pelos alunos do ensino médio, na compreensão dos conceitos envolvidos (VERONEZ; RECENA, 2007; TRISTÃO et al, 2008), uma vez que estes são apresentados de maneira ritualista e abstrata, priorizando a memorização de conceitos, fórmulas, reações, ignorando a importância de apresentar aos alunos o real valor desta disciplina em suas vidas (COSTA; SOUZA, 2013).

Segundo Dressler e Robaina (2012), a maioria dos alunos apresenta dificuldades de aprendizagem em Estequiometria por vários motivos, como baixo rendimento em conceitos básicos matemáticos (regras de três e porcentagem), métodos de ensino adotados pelo professor, falta de contextualização, condições da escola (carência de espaços para formação dos professores) e ausência de recursos (laboratórios, biblioteca etc.).

Ao assumir a importância do estudo de Estequiometria e das dificuldades de aprendizagem expressas pelos alunos em trabalhos já publicados, ressaltamos a relevância do papel do professor ao mediar estes pontos para favorecer o aprendizado da Química.

Verifica-se a necessidade de falar em educação química valorizando o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância da química em uma sociedade em constante avanço socioeconômico e tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

Para tanto, considerando que existem diferentes formas de apresentar e tratar um conteúdo ou tema que auxilie o educando a coletar informações, relacioná-las, organizá-las, manipulá-las, discuti-las e debatê-las com seus colegas, com o professor e com outras pessoas, até chegar a construção de um conhecimento que seja significativo para ele, conhecimento que se incorpore ao seu mundo intelectual e vivencial e que o ajude a compreender sua realidade humana e social, acreditamos que a atividade prática é um recurso útil para promover a aprendizagem de ciências.

“tomar a experimentação como parte do processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.” (GIORDAN, 1999, p. 2)

Assim, propomos neste trabalho uma atividade prática em que os alunos se deparam com a possibilidade de compreender Estequiometria ao produzirem *slime* (massa viscosa e pegajosa, de formulações variadas e grande popularidade entre pessoas de diferentes idades) (SILVA et. al, 2019), fazendo uso de conhecimentos adquiridos nas séries anteriores e durante as aulas ministradas no bimestre escolar a fim de executarem tal atividade.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 Sobre o aprendizado de Estequiometria

Segundo pesquisa realizada por Santos e Silva (2013) as principais dificuldades apontadas pela literatura sobre o tema Estequiometria, independente da faixa etária e da região geográfica, são: a dificuldade de abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da constante de Avogrado; a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de Avogrado/massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas.

Rosa e Schenetzler (1998) apresentam uma revisão de literatura sobre as concepções alternativas dos alunos sobre o conceito de transformação química e para tal nos aponta três problemas: a concepção de continuidade da matéria o que torna um obstáculo para o aluno na construção do conceito; as explicações sobre os conceitos de transformação química concentrando-se no campo fenomenológico (macroscópico); e a transferência de aspectos observáveis em nível macroscópico para o nível microscópico, causando impedimento da construção de modelos explicativos coerentes que se aproximem aos modelos científicos.

Sobre o mesmo tema, Mortimer e Miranda (1995), apontam que os alunos possuem dificuldades em reconhecer as entidades que se transformam e as que permanecem constantes; a tendência de suas explicações centrarem-se nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias sem fazer relações com as mudanças em nível microscópico; e a não transferência do raciocínio de conservação da massa para situações envolvendo reações químicas.

Verone e Piazza (2007) verificaram que os alunos efetuam o balanceamento de equações, mas não compreendem a relação deste com a conservação das massas na transformação química. Estes mesmos alunos identificam o número de átomos de um elemento nas fórmulas químicas, mas não as interpretam em nível microscópico, apresentando dificuldade nos cálculos de proporções requeridos para a resolução de problemas envolvendo leis ponderais.

No que se refere aos conceitos de quantidade de matéria e mol, em revisão de pesquisa realizada por Furió et. al (2002) apontam que os alunos carecem de uma concepção científica de mol, uma vez que a grande maioria identifica o mol como

massa ou volume. Muitos destes alunos desconhecem o significado e por isso evitam aplica-la não identificando-a como uma unidade, confundem frequentemente a representação em níveis macroscópico e submicroscópico; e por fim pouco identificam a proporção de moléculas com proporção de massa e a proporção de massa com massa molar.

2.2 O ensino por experimentação

Ao assumirmos que a Química é uma área do conhecimento humano que aborda o mundo microscópico e macroscópico, vivenciá-la em situações reais torna-se de grande relevância para a compreensão e correlação dos diversos conteúdos por ela apresentados (JÚNIOR & PARREIRA, 2016). Neste contexto, a utilização de atividades experimentais torna-se uma ferramenta que pode auxiliar na aplicação de conceitos consolidados no processo de ensino-aprendizagem de Química.

A experimentação surge como forma de fazer a ligação entre os três níveis de abordagem que o conhecimento químico é expresso: fenomenológico, dos quais apresentam a visualização concreta de análises e determinações; teórico, em que temos explicações embasadas em modelos; e representacional, que engloba a linguagem característica da Química tais como fórmulas e equações (MORTIMER et. al 2000).

Para tanto, Oliveira (2010) apresenta algumas contribuições ofertadas pela Experimentação: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver trabalhos em grupo; iniciativa e tomada de decisões; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro; analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; aprender conceitos científicos; detectar e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da ciência; compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; aprimorar habilidades manipulativas.

O potencial didático de um experimento está relacionado mais precisamente com as várias possibilidades de exploração de conceitos às quais a sua interpretação pode nos conduzir. Segundo Zanon e Freitas (2007), a atividade prática pode ser desenvolvida pelo professor partindo de questões relacionadas ao cotidiano do aluno, de maneira a se constituir em problemas reais e desafiadores, fazendo sentido e tendo significado para o aluno.

Para tanto, um dos desafios da inclusão de uma atividade prática que aborde o conteúdo de estequiometria é caracterizá-lo como um processo problematizador/investigativo estabelecendo a sua função pedagógica permitindo uma postura ativa por parte do aluno, sendo ele estimulado a descobrir os conceitos que envolvem os fenômenos observados na atividade (ANDRADE, 2012).

3. METODOLOGIA

Durante os anos dedicados ao exercício do magistério lecionando a disciplina de Química, foi possível observar que os alunos encontram grande dificuldade na interpretação e resolução de problemas que envolvam cálculos estequiométricos, e também não associam esse assunto com o seu cotidiano. Esse problema levou a optar pela metodologia da pesquisa-ação para nortear e levantar dados que possam responder a inquietação desta professora-pesquisadora.

A metodologia da pesquisa-ação segundo Bosco Pinto (1989 apud BALDISSERA, 2001) é entendida como uma “*sequência lógica e sistemática de passos intencionados*” que utilizarão de instrumentos e técnicas que através do planejamento e reflexões de ações voltadas à resolução dos problemas relacionados às necessidades do cotidiano da sala de aula (AZEVEDO & ABIB, 2013), tornam-se

“uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (...)” (TRIPP, 2005, p. 445).

Nesta perspectiva metodológica, foram investigados alunos de três turmas da segunda série do Ensino Médio Regular de uma escola da Rede Estadual de Ensino da cidade de Belo Horizonte-MG no ano letivo de 2019.

A coleta de dados foi realizada utilizando-se a técnica de aplicação de um questionário e de questões abordadas no roteiro da atividade prática. Para tanto, contaremos com algumas fases de elaboração e aplicação:

- Fase 1: elaboração, aplicação e análise de um questionário pré-teste.
- Fase 2: elaboração, aplicação e análise de uma atividade prática que abordou o conteúdo de Estequiometria.

3.1 Fase 1: Das concepções prévias dos alunos

Ao término do primeiro bimestre no ano de 2019, momento este que antecedeu a abordagem do conteúdo de estequiometria, foi aplicada a atividade pré-teste a três turmas do 2º ano do Ensino Médio, do turno matutino de uma escola da Rede Estadual de Ensino da cidade de Belo Horizonte-MG. Esta atividade (APÊNDICE 1) foi elaborada contendo 17 afirmativas para análise e julgamento em verdadeiro ou falso

(V ou F). Dentre as afirmativas falsas pediu-se o destaque da palavra que a tornasse falsa. Caso o aluno não soubesse julgar a afirmação, esta deveria ser deixada em branco.

Consideramos que este instrumento foi construído fundamentado na abordagem de três habilidades apontadas por Santos e Silva (2014) para a aprendizagem da Estequiometria:

- 1) compreender e aplicar a lei de conservação das massas;
- 2) representar uma reação química utilizando a linguagem química; e
- 3) compreender e aplicar o conceito de quantidade de matéria/mol.

Para as afirmativas em que o número de alunos que responderam corretamente for igual ou inferior a 40% ou que deixaram em branco for igual ou superior a 40% do grupo de alunos, foram consideradas como indicadoras de dificuldades nos conceitos abordados. Os erros de julgamento das afirmações falsas foram analisados como resposta errada.

Esta atividade teve por objetivo identificar concepções e dificuldades expressas pelos educandos sobre o conteúdo de estequiometria, de modo a subsidiar o planejamento da atividade prática.

3.2 Fase 2: Do experimento prático

Segundo Abraham *et al* (1997 apud FERREIRA, 2015, p. 17), o ensino de Química centrado nos conceitos científicos sem incluir situações reais torna-se pouco interessante para o aluno. Para tanto, o desenvolvimento de uma atividade prática torna-se uma importante ferramenta pedagógica que aliada à mediação do professor pode-se aumentar o interesse dos alunos ensinando-lhes as tarefas manipulativas e a discussão dos resultados contribui para a criação de modelos mentais mais apropriados ao conhecimento científico (LÔBO, 2012; JÚNIOR; PARREIRA, 2016).

Diante dessa perspectiva, os alunos separados em três grupos por turma, foram encaminhados ao laboratório de ciências da escola, a fim de produzir os *slimes*. Para tanto, os alunos receberam um roteiro (APÊNDICE 2) que continha uma introdução sobre a definição e composição química do *slime*, os objetivos da atividade, a

descrição dos materiais utilizados, as etapas de procedimento para produção e questões para análise.

A professora explorou todo o roteiro da atividade, fazendo a leitura dando-lhes informações sobre os materiais utilizados e orientações ao uso das vidrarias e equipamento. Adiante, os alunos realizaram o procedimento sugerido e ao final responderam as seis questões propostas das quais deveriam estabelecer a relação estequiométrica entre o bicarbonato de sódio e a água boricada.

Ao fim da produção de *slime*, ainda no laboratório de ciências, organizados em suas respectivas bancadas, sem a intervenção da professora e comunicação entre grupos, cada grupo respondeu às seis questões propostas. Estas questões foram definidas a fim de abordar as três habilidades apontadas por Santos e Silva (2014), já citados nesta pesquisa, como objetivos da aprendizagem da Estequiometria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fase 1: Das concepções prévias dos alunos

Para análise da primeira habilidade apontada por Santos e Silva (2014) destacamos as afirmativas:

1. A receita de bolo indica a proporção dos ingredientes, se a proporção de qualquer um dos ingredientes for alterada o bolo será diferente do esperado.
2. Ao misturar substâncias, elas reagem e formam produtos em proporções indefinidas.
7. Para se fazer um bolo precisa-se de 4 ovos, 1 copo de leite e 2 copos e meio de farinha. Se usarmos 2 copos de leite precisaremos de 2 copos de farinha.
11. Uma equação química descreve os reagentes e produtos e a relação de igualdade entre as quantidades de átomos de seus elementos químicos antes e depois da transformação.
16. O “*slime*” é formado através de uma reação química.

Afirmativas	Acertos	Respostas em branco	Erros
Afirmativa 1	88	5	7
Afirmativa 2	29	15	56
Afirmativa 7	64	15	21
Afirmativa 11	41	46	13
Afirmativa 16	69	20	11

Tabela 1: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 1 (Santos e Silva, 2014)

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1, entendemos que os alunos apresentam algum conhecimento sobre a lei de conservação das massas. Acreditamos que isso se deve ao fato deste tema já ter sido abordado no 9º ano do ensino fundamental, uma vez que este conteúdo está presente na grade curricular da disciplina de Ciências conforme o CBC de Ciências (MINAS GERAIS, 2006) sendo novamente abordado na 1ª série do ensino médio conforme CBC de Química (MINAS GERAIS, 2007).

Como ainda existiu um percentual considerável de erros na afirmativa 2 e respostas em branco somada a erros na afirmativa 3, incorporamos os princípios da pesquisa-ação a fim de transformar as dificuldades dos problemas de ensino desafiando a resolvê-los (TRIPP, 2005). Para tanto, percebe-se a necessidade de retomada a conceitos de transformação química e conservação da matéria.

Inferimos ainda que os alunos se tornam mais assertivos quando estas afirmativas se apresentaram de forma contextualizada como apontada nas afirmativas 1, 7 e 16. As respostas à essas afirmativas nos levam acreditar que é importante associar à compreensão da lei de conservação da massa o conceito de transformação da

matéria, o qual se relaciona ao entendimento de muitos fenômenos observados diariamente (ROSA; SCHNETZLER, 1998).

Na análise da segunda habilidade destacam-se as afirmativas:

12. A equação química balanceada que representa a combustão do etanol é $C_2H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.
13. Para atender a Lei de Conservação das Massas em uma reação química, faz-se necessário fazer o acerto do número de átomos de cada elemento envolvido.
15. Na fórmula química da água (H_2O) existem 3 elementos e 2 átomos.
17. Os coeficientes estequiométricos estão destacados em negrito: $10 Na_{(s)} + 2 KNO_{3(s)} \rightarrow K_2O_{(s)} + 5 Na_2O_{(s)} + N_{2(g)}$

Afirmativas	Acertos	Respostas em branco	Erros
Afirmativa 12	0	55	45
Afirmativa 13	24	60	16
Afirmativa 15	39	27	34
Afirmativa 17	14	69	17

Tabela 2: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 2 (Santos e Silva, 2014)

Diante dos resultados apresentados na tabela 2, observamos que os alunos apresentam dificuldades para interpretar a representação simbólica das fórmulas químicas, assim como inferir o número de átomos em uma equação.

Mortimer e Miranda (1995) demonstraram que o que os alunos têm em mente sobre as transformações químicas são concepções muito diferentes daquelas aceitas pela ciência, e que a maior dificuldade está relacionada à extensão desses conceitos.

Segundo os autores, o aluno nem sempre reconhece as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, sequer sabem referenciar as mudanças que ocorrem em nível atômico-molecular. No que tange ao raciocínio de conservação da massa, estes não são capazes de transferi-lo para situações que envolvem reações químicas, como combustão do etanol e decomposição da água.

Para análise da terceira habilidade apontamos as afirmativas:

3. A palavra estequiometria faz referência a cálculos matemáticos utilizados para determinar quantidades de matéria envolvidas em um processo químico.
4. O cálculo estequiométrico só pode ser feito em relação à quantidade de massa e volume dos reagentes envolvidos na transformação.
5. O cálculo estequiométrico baseia-se nos coeficientes da equação química corretamente balanceada.
6. Amostras que contem 1 mol de diferentes substâncias apesar de haver a mesma quantidade de partículas em todas as amostras, apresentam valores diferentes de massas.
8. A constante de Avogadro é proporcional a uma quantidade de matéria igual a 1 mol.
9. O mol é a quantidade de matéria de um sistema.

10. Nas condições normais de temperatura e pressão o volume ocupado por 1 mol de qualquer gás é aproximadamente 22,4 L.

14. Para calcular a massa molar de um composto é necessário o uso de uma balança.

Afirmativas	Acertos	Respostas e branco	Erros
Afirmativa 3	29	55	16
Afirmativa 4	3	62	35
Afirmativa 5	19	64	17
Afirmativa 6	38	52	10
Afirmativa 8	24	64	12
Afirmativa 9	33	45	22
Afirmativa 10	31	54	15
Afirmativa 14	15	52	33

Tabela 3: Percentual das respostas às afirmativas associadas à habilidade 3 (Santos e Silva, 2014)

Diante dos resultados apresentados na tabela 3, era esperado que os alunos pouco compreendessem o conceito de matéria e mol, pois a eles não foram atribuídos o significado do termo. Para tanto, estes alunos carecem de uma concepção científica, já que alguns destes o identificam como massa ou volume ou como um número de entidades elementares.

Ao investigar publicações que tratavam da temática “quantidade de matéria e mol”, Furió *et al* (1993) constataram que esta quando abordada nas aulas de Química traziam consigo uma dificuldade de sequenciamento. A forma operacional de como o conceito de mol é introduzido sem aproximação com as ideias que fazem parte de sua origem e evolução, impedem a atribuição pelo aluno de significado a essa unidade.

Para Silva *et al* (2008), estas dificuldades de sequenciamento de ensino

“(...) refletem a ausência de teorias de ensino e aprendizagem que privilegiem a captação dos significados dos termos científicos nas atividades de sala de aula. Na ausência de significados, resta a memorização mecânica; em lugar da compreensão dos fenômenos, através de procedimentos envolvendo cálculos memorizados”. (SILVA *et al*, 2008, p. 2)

Com isso, vemos a oportunidade de construir e aprimorar uma atividade prática buscando correlacionar a aprendizagem desses conceitos.

De acordo com Moreira (2006), uma vez que o professor identificou as ideias relevantes à aprendizagem do tema a ser ensinado, atento as três habilidades apontadas por Santos e Silva (2014) para a aprendizagem da Estequiometria, pode-se assim iniciar o ensino propriamente dito.

Cabe ao docente procurar intervir em conceitos relevantes aos alunos, trabalhando-se a princípio os conceitos mais gerais e progredindo a diferenciação destes ao introduzir os conceitos mais específicos possibilitando que o conhecimento seja integrado e significativo.

4.2 Fase 2: Do experimento prático

Na habilidade 1 ao qual se refere ao conhecimento e a compreensão da Lei de Conservação das Massas, foram levantadas as seguintes questões: “*Que evidências permitem afirmar que ocorreu uma reação química ao misturar bicarbonato de sódio e água boricada?*” e “*Comparando as massas do sistema inicial e final da reação em análise era esperado que a massa se mantivesse a mesma, mas foi o que se observou? Justifique com cálculos*”.

	1ª questão		2ª questão	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Turma A	100	0	67	33
Turma B	67	33	67	33
Turma C	100	0	67	33

Tabela 4: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 1 (Santos e Silva, 2014)

Para a primeira questão, um único grupo cometeu o erro devido a não conexão com a pergunta. Os demais grupos foram assertivos ao citarem a formação de bolhas ou descreverem o processo de efervescência. Assim, entendemos que os alunos compreendem o processo de transformação da matéria por meio da observação dos fenômenos.

Na segunda questão, seis grupos foram assertivos ao representarem os cálculos, sendo dois destes grupos apontaram a Lei de Lavoisier retratando que a reação ocorria em sistema aberto.

Categorizamos outras duas questões dentro da habilidade 2, uma vez que estas retratam a representação de uma reação química utilizando a linguagem química: “*Quando misturamos o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com o ácido bórico (H_3BO_3), ocorre uma reação de dupla troca entre um sal e um ácido, o que resulta em um novo sal (Borato de sódio - Na_3BO_3) e em um novo ácido (Ácido carbônico - H_2CO_3). Escreva a equação química balanceada*” e “*O ácido carbônico (H_2CO_3) formado é*

extremamente instável, ou seja, sofre decomposição, o que origina água e gás carbônico. Monte a equação que representa este processo”.

	1ª questão		2ª questão	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Turma A	67	33	67	33
Turma B	100	0	67	33
Turma C	100	0	67	33

Tabela 5: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 2 (Santos e Silva, 2014)

Na primeira questão somente um grupo cometeu um erro no balanceamento e outro errou na segunda questão ao descrever a reação de decomposição. Se considerarmos quantitativamente o percentual obtido na atividade diagnóstica quanto à representação simbólica das fórmulas químicas, tão quanto inferir em número de átomos em uma equação, sinalizamos uma mudança relevante nos percentuais dos resultados positivos.

As questões: *“Observe o rótulo da água boricada. Lá diz que a solução é 3%, ou seja, em todo material no recipiente somente 3% é ácido bórico. Sendo assim, quanto de ácido bórico reagiu com bicarbonato de sódio?”* e *“Quanto de bicarbonato de sódio seria necessário para reagir com a quantidade de ácido bórico na solução de água boricada que você pesou? Dado: $MM\ NaHCO_3 = 84g/mol$ e $MM\ H_3BO_3 = 62g/mol$ ”*, foram categorizadas na habilidade 3 que descreve a compreensão e aplicação do conceito de quantidade de matéria/mol.

	1ª questão		2ª questão	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Turma A	100	0	100	0
Turma B	67	33	67	33
Turma C	67	33	67	33

Tabela 6: Percentual das respostas às questões associadas à habilidade 3 (Santos e Silva, 2014)

Para a primeira questão, todos os grupos retrataram de forma assertiva a metodologia aplicada (Le de Proust) para inferir cálculos, porém dois destes erraram ao incluir um dado de forma errônea ou por não aplicarem as operações matemáticas corretamente.

Cabe destacarmos que a aplicação da Lei de Proust para a resolução da questão contribui valiosamente para facilitar a interpretação dos conteúdos por parte dos alunos, o que nos leva a crer que este recurso é capaz de incentivar o aluno a buscar um resultado coerente para aquilo que lhe é questionado.

A execução da atividade prática realizada pela turma agregada as discussões das respostas dadas as questões solicitadas no roteiro após o término da produção de *slime* infere conhecimento significativo, já que o procedimento da atividade trabalhou as três habilidades apontadas por Santos e Silva (2014) para a aprendizagem da Estequiometria.

Para tanto, acreditamos que um questionário pós atividade prática, nos mesmos moldes da atividade pré-teste proporcionaria melhor diagnóstico de avaliação individual dos alunos, a fim de identificar a evolução ao processo de desenvolvimento e formação dos conceitos científicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a atividade prática no ensino de Química é uma ferramenta auxiliar e complementar de grande valia no processo de ensino-aprendizagem no estudo de Estequiometria, o presente estudo teve como propósito investigar as dificuldades de ensino e aprendizagem dos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública de Minas Gerais a fim de auxiliar no planejamento de uma atividade prática, enfatizando as principais concepções e dificuldades identificadas.

Os resultados do presente estudo foram obtidos por meio da elaboração e aplicação de um questionário pré-teste a introdução do conteúdo de Estequiometria além de uma atividade prática.

Da análise dos dados e das observações podemos considerar que é indispensável o planejamento de uma aula prática que proporcione o interesse dos alunos e permita-lhes maior aproximação dos conceitos científicos. A contextualização da atividade possibilitou a correlação entre os conceitos de Estequiometria e o cotidiano do aluno.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Processos de Ensino na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em sala de aula. 3ª ed. - Joinville SC: Univille, 2004.
- ANDRADE, D.; SANTANA, G. V. de; PINTO, M. F. S. Atividades Experimentais no Ensino de Química: Contribuições para Construção de Conceitos Químicos. In ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA e ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, nº XVI e X, julho de 2012, Salvador-BA.
- AZEVEDO, M. N. de; ABIB, M. L. V. S. Pesquisa-ação e a elaboração de saberes docentes em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, p. 55-75, 2013.
- BALDISSERA, A. Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em Debate**, n.7, p. 5-25, 2001.
- BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília (DF), Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC, 2002.
- COSTA, A. A. F; SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, p. 106-116, 2013.
- DRESSLER, A. C.; ROBAINA, J. V. L. Ensino de estequiometria através de práticas pedagógicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, nº III, setembro de 2012, Ponta Grossa-PR.
- FERREIRA, K. M. Desenvolvimento de uma sequência didática de cálculos químicos com enfoque CTS para a educação de jovens e adultos. 2015. 35 p. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo-SP, 2015.
- FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, G.; MUJICA, E. Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud “olvidada” en la enseñanza de la Química: la cantidad de sustancia. **Ensenanza de las Ciências**, n. 11, p. 107-114, 1993.
- FURIÓ; CARLOS; AZCONA; RAFAEL; GUIASOLA; JENARO. Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. **Ensenanza de las Ciências**, n. 17, p. 359-376, 1999.
- FURIÓ; CARLOS; AZCONA; RAFAEL; GUIASOLA; JENARO. Revisión de Investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. **Ensenanza de las Ciências**, n. 20, p. 229-242, 2002.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.
- JÚNIOR, E. A. S.; PARREIRA, G. G. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino da Química no ensino médio. **Revista Tecnia**, v. 1, n. 1, 2016.
- LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, n. 2, v. 35, p. 430-434, 2012.
- MINAS GERAIS, Governo de. Secretaria de Estado da Educação. Ciências Ensino Fundamental: proposta curricular. Belo Horizonte, 2006.

MINAS GERAIS, Governo de. Secretaria de Estado da Educação. Química: proposta curricular. Belo Horizonte, 2007.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa: subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre-RS, 2009.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, p-23-26, 1995.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, n. 23, p. 273-283, 2000.

OLIVEIRA, J. R. S. de. A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, n. 3, v. 3, p. 25-45, 2010.

ROSA, M. I. F. P. S; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, nº IX, setembro de 2013, Girona-ES.

SANTOS, L. C. dos; SILVA, M. G. L. da. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, n. 1, v. 16, p. 133-152, 2014.

SILVA, A.C.; DIAS, A.; SANTOS, B.; JÚNIOR, C.; NEVES, J.; COSTA, A.; CAVALCANTE, K. A química do *slime*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, nº LIX, novembro de 2019, João Pessoa-PB.

SILVA, J. L. P. B.; OKI, M. C. M.; DOTTO, R. R.; MORADILLO, E. F. Ensino-aprendizagem do conceito de quantidade de matéria. II. In ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, nº XIV, julho 2008, Curitiba-PR.

SILVA, S. A. **Elaboração e Avaliação de Material Didático para Apoio no Ensino de Cálculo Estequiométrico em um Curso Técnico de Química**. Monografia (Graduação em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**, v. 1, n. 3, p. 1-12, 2006.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, n. 3, v. 31, p. 443-466, 2005.

TRISTÃO, J. C.; DEFREITAS-SILVA, G.; JUSTI, R. S. Estequiometria: Investigações em uma sala de aula prática. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Paraná. Anais do XIV ENEQ, 2008.

VERONEZ, K. N. S.; PIAZZA, M. C. R. Estudo sobre dificuldades de alunos do ensino médio com estequiometria. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis. Anais do VI ENPEC, 2007.

ZANON, D. P. V.; FREITAS, D. de. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 93-103, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Atividade diagnóstica

Nome: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

Analise as afirmativas abaixo sobre Estequiometria e Reações Químicas.

JULGUE (V) para as verdadeiras e (F) para falsas. DESTAQUE a palavra que torna falsa a frase.

- () A receita de bolo indica a proporção dos ingredientes, se a proporção de qualquer um dos ingredientes for alterada o bolo será diferente do esperado.
- () Ao misturar substâncias, elas reagem e formam produtos em proporções indefinidas.
- () A palavra estequiometria faz referência a cálculos matemáticos utilizados para determinar quantidades de matéria envolvidas em um processo químico.
- () O cálculo estequiométrico só pode ser feito em relação à quantidade de massa e volume dos reagentes envolvidos na transformação.
- () O cálculo estequiométrico baseia-se nos coeficientes da equação química corretamente balanceada.
- () Amostras que contem 1 mol de diferentes substâncias apesar de haver a mesma quantidade de partículas em todas as amostras, apresentam valores diferentes de massas.
- () Para se fazer um bolo precisa-se de 4 ovos, 1 copo de leite e 2 copos e meio de farinha. Se usarmos 2 copos de leite precisaremos de 2 copos de farinha.
- () A constante de Avogadro é proporcional a uma quantidade de matéria igual a 1 mol.
- () O mol é a quantidade de matéria de um sistema.
- () Nas condições normais de temperatura e pressão o volume ocupado por 1 mol de qualquer gás é aproximadamente 22,4 L.
- () Uma equação química descreve os reagentes e produtos e a relação de igualdade entre as quantidades de átomos de seus elementos químicos antes e depois da transformação.
- () A equação química balanceada que representa a combustão do etanol é $C_2H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.
- () Para atender a Lei de Conservação das Massas em uma reação química, faz-se necessário fazer o acerto do número de átomos de cada elemento envolvido.
- () Para calcular a massa molar de um composto é necessário o uso de uma balança.
- () Na fórmula química da água (H_2O) existem 3 elementos e 2 átomos.
- () O “*slime*” é formado através de uma reação química.
- () Os coeficientes estequiométricos estão destacados em negrito:
 $10 Na_{(s)} + 2 KNO_{3(s)} \rightarrow K_2O_{(s)} + 5 Na_2O_{(s)} + N_{2(g)}$

APÊNDICE 2 – Experimento prático

ESCOLA ESTADUAL
EXPRIMENTO PRÁTICO DE QUÍMICA
PROF.^a PRISCILA PIZZATTI

TURMA: _____
Data: ____/____/____

PRODUZINDO SLIME

A palavra *slime*, em inglês, significa algo viscoso ou pegajoso, mas atualmente ganhou popularidade ao dar nome à nova febre da criançada. É sucesso na internet com milhares de vídeos de passo a passo que atraem milhares de adultos, jovens e crianças. A produção de *slime* pode ser feita facilmente em casa, sendo necessário material simples como cola branca, bicarbonato de sódio e água boricada.

A cola branca é uma mistura de um polímero o PVA (ácido polivinílico) e água. Os polímeros são moléculas grandes, constituídas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas, denominadas de monômeros. O *slime* é um polímero obtido a partir de uma reação química, que resulta em uma massa grossa, pegajosa e viscosa.

OBJETIVOS: Produzir um polímero a partir de cola branca denominado *slime*, determinar a relação estequiométrica entre o bicarbonato de sódio e a água boricada.

MATERIAL NECESSÁRIO: 50 mL de água boricada (H_3BO_3), 20g de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), 100g de cola branca, corante alimentício, 2 béqueres, proveta, bastão de vidro e balança analítica.

PROCEDIMENTO

- 1º Pese 50 mL de água boricada. Registre o peso.
- 2º Pese 5g de bicarbonato de sódio. Registre o peso.
- 3º Adicionar em um dos béqueres 50 mL de água boricada e 5g de bicarbonato de sódio diretamente na água boricada e mexer com o bastão de vidro. Imediatamente serão formadas bolhas na mistura. **OBS.:** Esse passo deve ser repetido de forma gradativa até que não seja formada nenhuma bolha mais.
- 4º Pese novamente o sistema anterior. Registre o peso.
- 5º No outro béquer, pese 100g de cola branca.
- 6º Adicionar seis gotas do corante sobre a cola branca.
- 7º Adicionar a mistura formada por água boricada e bicarbonato de sódio, aos poucos, sobre a cola branca e mexer com o auxílio do bastão de vidro. Quando ficar difícil de mexer com o bastão, retire a massa do béquer e amasse com as mãos. Continue adicionando a mistura até a massa desgrudar das mãos.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E DISCUSSÃO:

- 1) Que evidências permitem afirmar que ocorreu uma reação química ao misturar bicarbonato de sódio e água boricada?
- 2) Quando misturamos o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com o ácido bórico (H_3BO_3), ocorre uma reação de dupla troca entre um sal e um ácido, o que resulta em um novo sal (Borato de sódio - Na_3BO_3) e em um novo ácido (Ácido carbônico - H_2CO_3). Escreva a equação química balanceada.
- 3) Comparando as massas do sistema inicial e final da reação em análise era esperado que a massa se mantivesse a mesma, mas foi o que se observou? Justifique com cálculos.
- 4) Observe o rótulo da água boricada. Lá diz que a solução é 3%, ou seja, em todo material no recipiente somente 3% é ácido bórico. Sendo assim, quanto de ácido bórico reagiu com bicarbonato de sódio?
- 5) Quanto de bicarbonato de sódio seria necessário para reagir com a quantidade de ácido bórico na solução de água boricada que você pesou? Dado: MM $\text{NaHCO}_3 = 84\text{g/mol}$ e MM $\text{H}_3\text{BO}_3 = 62\text{g/mol}$
- 6) O ácido carbônico (H_2CO_3) formado é extremamente instável, ou seja, sofre decomposição, o que origina água e gás carbônico. Monte a equação que representa este processo.

REFERÊNCIA: DIAS, D. L. Experimento: Produção de “geleca”. Manual da Química. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/experimento-producao-geleca.htm>> Acesso em: 27 abr 2019.