ALINE APARECIDA TEIXEIRA DA SILVA

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COM O FOCO NOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS E NO ESTUDO DOS SABÕES E DETERGENTES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S586a
2019

Silva, Aline Aparecida Teixeira da, 1989-
Análise de uma sequência didática investigativa com o foco nos cálculos estequiométricos e no estudo dos sabões e detergentes / Aline Aparecida Teixeira da Silva. – Viçosa, MG, 2019.
x, 91 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.
Inclui apêndices.
Orientador: Vinícius Catão de Assis Souza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 61-64.

1. Estequiometria. 2. Química - Estudo e ensino. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. II. Título.

CDD 22. ed. 541.26

ALINE APARECIDA TEIXEIRA DA SILVA

ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COM O FOCO NOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS E NO ESTUDO DOS SABÕES E DETERGENTES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de maio de 2019.

Astréa Filomena de Souza Silva

Rafael Gustavo Rigolon da Silva

Regina Simplício Carvalho

Aparecida de Fátima Andrade da Silva
(Coorientadora)

Vinícius Catão de Assis Souza
(Orientador)

Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão.

Paulo Freire

(Pedagogia do Oprimido)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha trajetória de vida.

Aos meus pais, Sebastião e Vera, e aos meus irmãos, Alan e Ana Luiza, pelo incentivo, orações e por não ter me deixado desistir nos momentos de dificuldades.

Ao meu esposo, Daniel, pelo companheirismo, compreensão e por me apoiar ao longo dessa caminhada.

Ao meu orientador, professor Vinícius Catão, que por meio de sua dedicação e ensinamentos tornou possível a concretização desse sonho.

Aos amigos do PROFQUI que, por meio da nossa amizade, tornou esta caminhada mais agradável.

Aos meus alunos, por acreditarem neste projeto e se dedicarem ao máximo para que ele desse certo.

E a todos que se fizeram presentes durante esta jornada, me apoiando e encorajando.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS v
LISTA DE FIGURAS vi
RESUMO vii
ABSTRACT ix
1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Caminhos percorridos para construção do objeto de pesquisa 1
1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa inicial 3
2 OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo geral 4
2.2 Objetivos específicos 5
3 REFERENCIAL TEÓRICO 5
3.1 Pressupostos teóricos relacionados ao trabalho com sequências didáticas abordando atividades experimentais investigativas e questões de natureza sócio-científicas 5
3.2 Levantamento das dificuldades relativas ao ensino e aprendizagem da Estequiometria 9
3.3 O Ensino de Química com enfoque no processo de Alfabetização Científica 12
3.4 Relevância dos temas relacionados à abordagem CTS para uma formação cidadã 13
3.5 Importância do Ensino por Investigação nas aulas de Química 15
4 METODOLOGIA 19
4.1 Caracterização do ambiente de pesquisa 19
4.2 Delineamento metodológico 20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
5.1 Análise do questionário de sondagem 23
5.2 Breve descrição das aulas da sequência didática 32
5.3 Estudo de caso com a descrição analítica do processo de ensino 34
6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA 57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
APÊNDICES – PRODUTO EDUCACIONAL 65
ANEXOS 83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos alunos em grupos..... 34
Tabela 2: Tempos cronometrados para o detergente e para o amaciante comum (Teste 2).47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenho feito por A1 representado um lixão e a produção de CO2 e H2O a partir da queima completa do gás metano. 26
Figura 2: No desenho feito por A7 foi representado um lixão, associando o gás metano à decomposição do lixo. 26
Figura 3: Desenho feito por A20 representando a combustão completa do gás metano. Foram destacadas também as moléculas dos reagentes em colisão para a formação dos produtos. 26
Figura 4: No desenho feito por A5 foi representado o rearranjo de átomos presentes em uma reação química, além de setas que indicam que A5 considerou necessário o contato e a colisão entre as moléculas reagentes para a ocorrência da reação. 27
Figura 5: No desenho feito por A10 foi representado a reação química devidamente balanceada e, também, o rearranjo de átomos. 27
Figura 6: A21 assim como A5 também representou o rearranjo de átomos em uma reação química, bem como apontou a necessidade do contato e das colisões entre as moléculas dos reagentes para a ocorrência da reação. 27
Figura 7: A1 representou a diluição por meio da adição de água a uma solução de NaCl já preparada. 29
Figura 8: A5 representou o aumento do volume da solução devido à adição de água. 29
Figura 9: No esquema, A14 indicou a diminuição da concentração da solução por meio da adição de água. 29
Figura 10: A22 indicou o aumento do volume da solução por meio do processo de diluição. 29
Figura 11: Esquema representando o laboratório. 35
Figura 12: Experimento sobre a influência dos detergentes na tensão superficial da água. 37
Figura 13: Professora-pesquisadora apresentando aos alunos a fórmula de linha para o sabão. 39
Figura 14: Modelo representativo da estrutura da micela. 44
Figura 15: Quatro diferentes marcas de detergentes neutros para a realização do Teste 1. 45
Figura 16: Comparação da viscosidade do detergente e do amaciante comum (Teste 2). .. 45
Figura 17: Alunos, em grupo, realizando o Teste 1. 45
Figura 18: Alunos, em grupo, resolvendo as três primeiras questões da sequência didática. 48
Figura 19: Sabão ecológico produzido pelos alunos. 51
Figura 20: Sabões e sabonetes ecológicos produzido pelos alunos no projeto ECObolhas. 51
Figura 21: Alunos resolvendo as questões 4, 5 e 6 da SDI. 53
Figura 22: Alunos resolvendo as questões 7 e 8 da sequência didática. 56

RESUMO

SILVA, Aline Aparecida Teixeira da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2019. **Análise de uma Sequência Didática Investigativa com o foco nos Cálculos Estequiométricos e no estudo dos sabões e detergentes**. Orientador: Vinícius Catão de Assis Souza. Coorientadora: Aparecida de Fátima Andrade da Silva.

A Química é uma Ciência que estuda os materiais, suas propriedades e transformações, abordando conceitos relativamente abstratos. Para uma melhor compreensão dessa Ciência é necessário transitar por três níveis: (i) o macroscópico (descritivo), no qual é possível ver e manipular materiais distintos por meio dos sentidos; (ii) o representacional (simbólico), que utiliza fórmulas e equações químicas para atribuir sentido conceitual às transformações da matéria; e (iii) o submicroscópico (explicativo), relativo ao mundo dos átomos, moléculas, íons e espécies químicas em geral que nos são inacessíveis a olho nu. Assim, um dos conteúdos estudados no Ensino Médio que necessita contemplar estes três níveis seria o de cálculos químicos. Entretanto, a compreensão dos três níveis representacionais tem se mostrado desafiador para muitos professores e estudantes, comprometendo o ensino e a aprendizagem deste conteúdo. Diante disso, contextualizou-se o tema investigado neste trabalho com base no estudo dos sabões e detergentes, tendo esta pesquisa uma abordagem qualitativa que foi classificada, quanto ao procedimento, como participante. Com o objetivo de sondar as principais dificuldades para se compreender os cálculos químicos, bem como alguns dos fatores que poderiam contribuir para a melhor aprendizagem desse conteúdo, foi aplicado para 23 estudantes da 2ª Série do EM, de uma escola particular no município de Viçosa (MG), um questionário escrito contendo dez questões de cálculos químicos e interpretação dos conceitos envolvidos. Os pressupostos teóricos e metodológicos relativos à Análise de Conteúdo proposta por Bardin foram utilizados na sistematização dos dados. Posteriormente, elaborou-se uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre este conteúdo, que foi trabalhada em oito aulas com duração de cinquenta minutos cada. A sequência didática teve como foco o trabalho com a Alfabetização Científica (leitura do mundo por meio da Ciência), além de assumir um viés interdisciplinar abordando aspectos relacionados à Química Ambiental (Química dos Sabões e dos detergentes), em diálogo com os conteúdos abordados. Para analisar as aulas, foram elaborados estudos de caso, tendo como fonte as transcrições dos áudios das aulas, as respostas dos estudantes nos materiais escritos, além das impressões e anotações da professora ao longo do processo de ensino (notas de campo). Inicialmente, a análise do

questionário de sondagem apontou dificuldades dos estudantes nos cálculos matemáticos, na interpretação do enunciado dos exercícios e na compreensão dos conceitos químicos (mol, massa molar, número de Avogadro, volume molar). Assim, foi verificada a necessidade de trabalhar os cálculos estequiométricos por meio de uma proposta de ensino contextualizada, o que fomentou a elaboração e aplicação da SDI contextualizada focando os cálculos estequiométricos. A análise dos dados demonstrou que ao abordar esse conteúdo em sala de aula com atividades experimentais investigativas que trouxeram questões sociocientíficas e fomentaram debates, o professor pôde problematizar o conteúdo, proporcionando aos estudantes um ensino mais dinâmico e participativo, o que possibilitou uma melhor compreensão dos cálculos químicos, assim como a promoção da Alfabetização Científica.

ABSTRACT

SILVA, Aline Aparecida Teixeira da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2019. **Analysis of a Didactic Investigative Sequence focusing on Stoichiometric Mathematical Accounts and considering soaps and detergents contextual approach**. Adviser: Vinícius Catão de Assis Souza. Co-adviser: Aparecida de Fátima Andrade da Silva.

Chemistry is a part of Science that studies materials in general, their properties and transformations, approaching abstracts concepts. For a better understanding of this Science it is necessary to pass through three levels: (i) the macroscopic (descriptive), in which it is possible to see and manipulate different materials through the senses; (ii) representational (symbolic), which uses chemical formulas and equations to assign conceptual meaning to explain matter transformations; and (iii) the submicroscopic (explanatory), relative to the atoms, molecules, ions and chemical species in general that are inaccessible to us with the direct view or using a microscopic. Thus, one of the contents studied in High School that needs to contemplate these three levels would be the Stoichiometric. However, the understanding of the three representational levels has been challenging for many teachers and students, compromising the teaching and learning of this content. Thus, the topic investigated in this study was contextualized based on the study of soaps and detergents. Considering methodological aspects, this research was a qualitative approach that was classified, as regards the procedure, as a participant. With the objective of probing the main difficulties to understand the Stoichiometric, as well as some of the factors that could contribute to the better learning of this content, was applied to 23 students (15-17 years old), of a private High School at Viçosa town (Brazil), a written questionnaire containing ten questions of Stoichiometric and interpretation of the concepts involved. The theoretical and methodological assumptions related to the Content Analysis proposed by Bardin were used in the data systematization. Subsequently, an Investigative Didactic Sequence of Learning Science (DSLS) was elaborated on this content, which was applied in eight classes lasting fifty minutes each. The DSLS focused on the Scientific Literacy (reading the environment through Science explanations), in addition to taking an interdisciplinary bias addressing aspects related to environmental discussions (Chemistry of Soaps and detergents). In order to analyze the activities, case studies were elaborated based on transcripts of the classroons audios, the students' responses to the written activities and the teacher's notes and notes throughout the teaching process (field notes). Initially, the analysis of the

questionnaire pointed to students' difficulties in mathematical calculations, in interpretation of the exercise statements and in understanding of chemical concepts (mol, molar mass, Avogadro number, molar volume). Thus, it was verified the need to discuss the Stoichiometric calculations through a contextualized teaching approach, which fomented the elaboration and application of the contextualized DSLS focusing on the Stoichiometric studies. The analysis of the data showed that when addressing this content in the classroom with experimental and investigative activities that brought socioscientific questions and fomented debates/argumentation, the teacher was able to problematize the content, giving the students a more dynamic and participative teaching strategy, which made possible a better understanding of the Stoichiometric, as well as the promotion of Scientific Literacy.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Caminhos percorridos para construção do objeto de pesquisa

A minha trajetória escolar foi em escolas públicas na cidade de Viçosa, Minas Gerais. No Ensino Médio, ingressei na Escola Estadual Doutor Raimundo Alves Torres, conhecida como ESEDRAT, localizada no Bairro Bela Vista, na cidade de Viçosa. A escola tinha uma parceria com o *Espaço Ciência em Ação*, um Projeto de Extensão do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O *Ciência em Ação* recebia durante todo o ano letivo estudantes do Ensino Médio das escolas estaduais de Viçosa para aulas experimentais de Química na UFV. Assim que tomei conhecimento do Projeto, inscrevi-me e comecei a participar. Durante duas horas por semana, um grupo de colegas e eu íamos para a UFV participar das aulas no *Ciência em Ação*. Essas aulas eram elaboradas e ministradas por estudantes de graduação em Química da UFV, conhecidos como tutores. Nessas aulas, os alunos e seus tutores realizavam experimentos, manipulavam modelos, resolviam listas de exercícios, participavam de jogos didáticos, dentre outras atividades.

Todas essas atividades contribuíram para que o meu interesse pela Química aumentasse. Além disso, os assuntos estudados no *Ciência em Ação* sempre acompanhavam o conteúdo ministrado na Escola, colaborando para que eu tirasse boas notas na disciplina de Química. Como consequência do bom desempenho escolar, fui contemplada com a bolsa de Iniciação Científica Júnior (BIC-Júnior) na 2ª Série do Ensino Médio. No BiC-Júnior eu desenvolvi o projeto *Experimentos de Química para o Ensino Médio com materiais alternativos*, sob orientação da professora Mayura Marques Magalhães Rubinger, do Departamento de Química da UFV. Nesse Projeto, eu era supervisionada por uma estudante de graduação em Química, a Natália Liberto. A principal atividade realizada foi a seleção de experimentos de Química com materiais alternativos que poderiam ser aplicados no *Ciência em Ação*. Durante a participação no BIC-Júnior, eu tive a oportunidade de assistir aulas com alunos do curso de graduação em Química, nas disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Química, o que me permitiu conhecer mais sobre o curso, bem como as possibilidades de atuação do professor de Química.

Sendo assim, na 3ª Série do Ensino Médio eu decidi prestar o vestibular da UFV para o curso de Química. No mesmo ano que iniciei a minha graduação em Química (2008), fui contemplada com a bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Fui bolsista

PIBID por dois anos e meio. Além disso, durante quatro anos da graduação fui tutora do *Ciência em Ação*, atuando em todos os anos do Ensino Médio. Essas experiências contribuíram para a minha escolha profissional de ser professora de Química e foram motivos de muita alegria, de gratidão pelo aprendizado e pela oportunidade que me foi concedida.

Em novembro de 2012, formei-me e, como a minha trajetória acadêmica sempre esteve voltada para o ensino de Química, já no início do ano de 2013 iniciei a minha carreira profissional como professora de Química na Educação Básica, atuando em escolas particulares e em cursinhos preparatórios para ingresso no Colégio de Aplicação da UFV (COLUNI).

A experiência docente me permitiu constatar o quanto o conteúdo de cálculos estequiométricos se apresenta como um desafio para o aprendizado dos estudantes e, também, para os professores. Além disso, o meu interesse por essa temática aumentou quando verifiquei nos noticiários que os estudantes apresentam dificuldades no conteúdo de Química das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Assim, resolvi então fazer um estudo das provas do ENEM e constatei que o conteúdo de Estequiometria estava presente em todas as avaliações desse Exame desde 2009. Realizei, também, uma busca na literatura e verifiquei que várias pesquisas enfatizam que esse conteúdo é considerado tanto por alunos quanto por professores como sendo o que apresenta maior grau de dificuldade no processo de ensino e aprendizagem da Química.

Sob esse aspecto, apliquei por conta própria um questionário prévio nas turmas da 1ª e 2ª Séries do Ensino Médio, em 2015 e 2016, como forma de sondar quais conteúdos da Química os estudantes apresentam maiores dificuldades. A maior parte deles selecionou o de cálculos químicos como sendo o mais complexo. Isso delineou a escolha do tema da minha dissertação assim que ingressei no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), em agosto de 2017. O meu orientador, professor Vinícius Catão, lapidou as minhas ideias iniciais e acabamos por definir o que seria pesquisado nesse trabalho.

Assim, a presente pesquisa examinará a importância de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada, por meio da elaboração de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) para ensinar o conteúdo de cálculos químicos. Espera-se que essa proposta possa ajudar os estudantes e os professores a superarem as muitas dificuldades encontradas ao longo do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo.

O conteúdo abordado na SDI contemplou temáticas relacionadas a uma abordagem ambiental (estudo dos sabões e detergentes), em diálogo com a Estequiometria e os conceitos básicos de Soluções. A temática ambiental foi escolhida por consideramos que ao incluí-la em sala de aula podemos favorecer um ensino mais contextualizado, que mostra aos alunos a importância de preservar o meio ambiente, uma vez que fazemos parte dele. Além disso, destaca-se a importância desse estudo para o campo da educação em Química, considerando sua relação com diversas pesquisas que apontam as dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem do conteúdo de cálculos químicos, bem como a minha experiência docente que sinalizou a necessidade de desenvolver uma proposta de ensino que pudesse ajudar tanto os alunos, quanto os professores a superarem essas dificuldades.

1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa inicial

A Química é uma Ciência que estuda os materiais, suas propriedades e as diversas transformações, abordando conceitos muito abstratos. Algumas pesquisas na área da educação em Química (GARCIA; KRUGER, 2009; COSTA; SOUZA 2013; FERNANDES, 2016) têm mostrado que parte dos estudantes apresentam dificuldades para o aprendizado desta disciplina e, na maioria das vezes, o mau desempenho deles é atribuído à forma como o conteúdo foi ensinado. Isso pode gerar uma expressiva dificuldade para relacionarem os três diferentes níveis de compreensão da matéria, entendidos por Santos e Mól (2013) como sendo o: (i) *macroscópico* (descritivo), no qual é possível ver e manipular materiais distintos por meio dos sentidos; (ii) *representacional* (simbólico), no qual se utilizam fórmulas e equações químicas para mostrar as transformações da matéria; e (iii) *submicroscópico* (explicativo), relativo ao mundo (sub)micro dos átomos, moléculas, íons e demais espécies químicas.

A Química ensinada nas escolas, na maior parte das vezes, demonstra não ter relação direta com a Química da vida, presente no dia a dia dos estudantes. O que se verifica atualmente é a predominância de um ensino de Ciências descontextualizado e destituído de sentido, sem estabelecer relações com as questões sociais, ambientais e tecnológicas. O estudante é conduzido a aceitar, de forma passiva e pouco refletida, aquilo que o professor diz, sem espaço para argumentar, apresentar suas ideias e questionar o motivo pelo qual está aprendendo determinado conteúdo. Assim, Santos e Schnetzler (2010) propõem um ensino de Química que seja mais contextualizado, tendo

mais sentido para o estudante. Para tal, acredita-se que o fazer Ciências por meio de atividades dialógicas, investigativas e relacionadas ao dia a dia do aprendiz pode permitir um maior engajamento e comprometimento com o processo educativo, desenvolvendo habilidades essenciais para a formação de um cidadão crítico e reflexivo diante dos diferentes problemas sociais.

Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2010) consideram que, no currículo de Química voltado à formação de cidadãos, é fundamental que esteja presente o conteúdo de Cálculos Estequiométricos, pois este contempla os três níveis de compreensão do conhecimento aqui apresentados. Segundo Santos e Silva (2014, p. 134), a Estequiometria aborda "[...] as relações quantitativas das transformações químicas que estão implícitas nas fórmulas e nas equações químicas. Estas últimas são expressões simbólicas para as relações quantitativas a nível macroscópico e submicroscópico". Entretanto, a interrelação estabelecida entre esses três níveis tem sido um grande desafio para muitos professores e estudantes, comprometendo o ensino e aprendizagem deste conteúdo, considerado central na compreensão dos processos químicos (LOURENÇO; MARCONDES, 2003; PIO, 2006; COSTA; SOUZA, 2013; SANTOS, 2013; SILVA, 2015; FERNANDES, 2016). Diante disso, delineou-se a escolha do tema investigado neste trabalho, apontando para a necessidade de um estudo mais detalhado que buscará responder à seguinte questão de pesquisa inicial: Quais as principais dificuldades relativas ao conteúdo de Estequiometria verificadas em um determinado grupo de estudantes do Ensino Médio?

A partir desse estudo inicial, verificou-se a necessidade de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada que pudesse ajudar os estudantes e os professores a superarem os obstáculos encontrados no processo de ensino e aprendizagem da Estequiometria. Para isso, foi elaborada e aplicada uma SDI relacionada ao conteúdo de cálculos químicos, a partir do estudo contextualizado de sabões e detergentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar e analisar uma sequência didática investigativa sobre cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções, a ser aplicada para um grupo de estudantes da 2ª Série do Ensino Médio de uma escola particular na cidade de Viçosa, Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- Investigar as principais dificuldades dos estudantes da 2ª Série do Ensino Médio de uma escola particular do município de Viçosa (MG) acerca do conteúdo de cálculos químicos;
- Discutir questões conceituais com o foco na alfabetização científica, tendo um viés interdisciplinar que contempla temáticas relacionadas à abordagem ambiental, em um diálogo direto com o conteúdo de cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções.
- Elaborar uma sequência didática investigativa sobre cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções;
- Analisar o engajamento dos estudantes, de modo a investigar se eles compreenderam os conteúdos abordados após a aplicação das atividades e se a proposta didática favoreceu a alfabetização científica por meio das questões ambientais contextuais abordadas no material elaborado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Pressupostos teóricos relacionados ao trabalho com sequências didáticas abordando atividades experimentais investigativas e questões de natureza sócio-científicas

De acordo com Leal e Rôças (2013), uma sequência didática se refere ao conjunto de atividades planejadas pelo docente, etapa por etapa, que aborda estratégias diversificadas de ensino e aprendizagem sobre determinados conteúdos. A sequência didática representa uma possibilidade da ação pedagógica sobre um conteúdo específico que, ao ser discutido em sala de aula, possibilita ao discente uma melhor compreensão dos assuntos considerados mais difíceis, como o conteúdo de Estequiometria, por exemplo.

A sequência didática proposta neste trabalho (APÊNDICE A) teve como finalidade desenvolver uma metodologia diferenciada daquelas presentes nos livros didáticos, que priorizam quase sempre o estudo da Estequiometria de forma mecânica, a partir de situações nas quais os alunos resolvem as questões propostas seguindo os passos apresentados pelo docente. Esperava-se que o material elaborado permitisse aos alunos compreenderem os conteúdos químicos com maior clareza, além de oportunizar a construção do conhecimento científico de forma ativa e estabelecendo relações com o

dia a dia, de modo a favorecer a alfabetização científica por meio de questões ambientais contextualizadas. Além disso, deve-se levar em conta que se o ensino dos cálculos químicos não estabelece relações efetivas com os demais conteúdos estudados, inclusive os da Matemática, e desconsidera o engajamento dos alunos nas aulas, isso leva à memorização direta do conteúdo em vez da sua verdadeira compreensão (COSTA; SOUZA, 2013).

Visando proporcionar aos alunos um ensino mais dinâmico e participativo, ao longo da sequência didática foram propostas atividades experimentais investigativas, questões sociocientíficas e alguns debates, buscando sempre problematizar o conteúdo. Essas são ações essenciais para a promoção da alfabetização científica, de modo que o ensino para a formação cidadã possa

> [...] levar em conta os conhecimentos prévios do aluno, o que pode ser feito por meio da contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, antes mesmo de ser discutido do ponto de vista da Química. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 120).

Acredita-se que o levantamento das ideias iniciais favorece o processo de construção do conhecimento científico por meio da tomada de consciência relativa à abordagem das ideias no senso comum, com o viés mais intuitivo, e no âmbito da Ciência, com seu rigor determinístico. Além disso, é possível debater as ideias apresentadas pelos estudantes em diálogo com o social, permitindo ao professor, posteriormente, lançar mão dos exemplos contextuais trazidos pelo grupo e que de fato tenham sentido para o ambiente sociocultural dos alunos. Adita-se a isso a discussão sobre o uso dos experimentos trazida por Guimarães (2009), que enfatiza o quanto estas atividades são necessárias para favorecer um ensino de Química contextualizado, já que ao incluir atividades práticas que desafiam os estudantes com situações reais, o professor contribui para que estas favoreçam a construção de novos conhecimentos, além da negociação de sentidos por meio da argumentação e de uma nova forma de pensar a Química por meio da interlocução entre a realidade e a prática. Nesse sentido, Sasseron e Carvalho (2011) sinalizam que a experimentação, ao apresentar um caráter investigativo, pode contribuir para instigar a curiosidade e o interesse dos educandos em aprender Ciências. Os alunos ao serem motivados a resolverem um problema investigativo são encorajados a formularem hipóteses, testá-las de diferentes maneiras e modificá-las de acordo com os resultados. Sob este aspecto e, em diálogo com a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio – BNCC (BRASIL, 2018), essa

natureza investigativa inquieta os alunos e os motiva a construírem o saber científico, ao invés de simplesmente memorizá-lo passivamente, em um processo de transmissão-recepção que normalmente acontece sem um viés crítico e reflexivo sobre o que se aprende. Entretanto, a BNCC é um documento de caráter normativo que, ao ser homologado em dezembro de 2018, definiu quais são os conteúdos curriculares que devem ser trabalhados ao longo da Educação Básica. Esse documento fundamenta-se na busca pela aprendizagem igualitária a todos os estudantes, bem como no desenvolvimento de competências consideradas essenciais para a sua formação como sujeitos autônomos, capazes de aplicar o conhecimento adquirido na escola em sua vida cotidiana (BRASIL, 2018). Nesse sentido, entende-se ser fundamental que na sequência didática esteja presente, além dos experimentos com natureza investigativa, questões sociocientíficas que estimulam o debate e a argumentação em sala de aula.

De acordo com Latini et al. (2013), é importante que o ensino de Química seja capaz de desenvolver nos estudantes o interesse pelos assuntos sociais vinculados a esta Ciência. Para conseguir isso, se faz necessário um ensino mais dialógico e comprometido com a problemática socioambiental, pois dessa forma "favorece o estabelecimento de relações com a realidade dos estudantes, possibilitando uma melhor assimilação do conhecimento construído em sala de aula" (LATINI et al., 2013, p. 12). Além disso, um ensino de Química com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) contribui também para desenvolver o interesse pelos assuntos sociais relacionados à disciplina, o que possibilita aos estudantes participarem de debates e assumir "uma postura comprometida em buscar posicionamentos sobre o enfrentamento dos problemas ambientais e sociais vinculados às aplicações da Química na sociedade" (SANTOS, 2011, p. 303). A importância desse debate dialoga com a reflexão trazida por Paulo Freire sobre a essência do processo educativo, quando ele aponta que

> [...] a existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente, é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciar. Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão. (FREIRE, 1987, p. 78).

Acredita-se também que ao trabalhar em sala de aula temas relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade, o professor tem a possibilidade de fomentar discussões que envolvam os estudantes e despertem neles o interesse pela Química, bem

como a consciência para desempenhar atitudes mais responsáveis e sustentáveis no seu dia a dia (SASSERON; CARVALHO, 2011). Dessa forma, constata-se a necessidade do professor de Química desenvolver atividades que fomentem momentos de discussão em sala de aula, pois ao ouvir as colocações dos alunos sobre um determinado tema químico, o docente tem o privilégio de discutir, dar opinião e, ao mesmo tempo, favorecer o processo de alfabetização científica. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011),

> [...] é preciso que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, mas que privilegie questionamentos e discussões que tragam à pauta as múltiplas e mútuas influências entre o fenômeno em si, seu conhecimento pela comunidade científica, o uso que esta comunidade e a sociedade como um todo fazem do conhecimento, além das implicações que isso representa para a sociedade, o meio-ambiente, o futuro de cada um de nós, de todos e do planeta. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 73).

Nesse sentido, Ferraz e Sasseron (2017) discutem ainda a importância de o professor criar situações que oportunizam o debate em sala de aula, permitindo a participação ativa dos alunos e os aproximando das práticas relacionadas à cultura científica. Além disso, este mesmo autor defende que esse é um momento importante para o compartilhamento de diferentes pontos de vistas, o que permite o desenvolvimento de habilidades cognitivas, as quais "além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 6).

Diante disso, fica claro que a discussão sobre questões sociocientíficas em sala de aula estimula habilidades relacionadas à capacidade de tomada de decisão que, de acordo com Santos e Maldaner (2011) e Ferraz e Sasseron (2017), decorre da necessidade de se desenvolver posturas críticas de julgamento e de criar justificativas para sustentar um determinado ponto de vista. Nesse sentido, entende-se que "são as justificativas que conferem força e validade a um argumento, podendo ser incorporadas por meio de ações orais ou produções escritas, por pessoas situadas em diferentes contextos que articulam diferentes evidências de natureza conceitual ou empírica" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 7). Assim, compreende-se que um ensino de Química pleno de sentido precisa garantir o engajamento e a participação ativa de todos e todas, fomentando debates em sala de aula e propondo a discussão de questões em que os estudantes tenham a oportunidade de propor soluções para problemas da vida real.

3.2 Levantamento das dificuldades relativas ao ensino e aprendizagem da Estequiometria

A Química é uma disciplina que possui uma linguagem própria. Para uma melhor compreensão dessa Ciência é fundamental que o estudante consiga compreender e transitar pelos níveis macroscópico ou descritivo (onde a partir dos nossos sentidos podemos ver e manipular materiais), representacional ou simbólico (o qual utiliza fórmulas e equações químicas para representar as substâncias químicas e as suas transformações) e o submicroscópico ou explicativo (que corresponde ao "minúsculo mundo" dos átomos, moléculas, íons e espécies químicas em geral) (SANTOS, 2013).

No entanto, conforme o Conteúdo Básico Comum (CBC) de Química (MINAS GERAIS, 2008), verifica-se que a maioria dos professores de Química enfatiza em suas aulas o aspecto representacional da Química em detrimento dos outros dois aspectos. A falta de relação entre a simbologia da Química com os outros aspectos do conhecimento químico resulta em dificuldade de aprendizagem, sobretudo pela falta de entendimento conceitual.

Diante disso, verifica-se que o processo de ensino e aprendizagem da Estequiometria fica bastante comprometido, já que este conteúdo aborda "as relações quantitativas das transformações químicas que estão implícitas nas fórmulas e nas equações químicas. Estas últimas são expressões simbólicas para as relações quantitativas a nível macroscópico e submicroscópico" (SANTOS, 2013, p. 12). De acordo com Santos e Schnetzler (2010) é importante que

> [...] o conteúdo programático do ensino para o cidadão envolva cálculos químicos, pois esses são fundamentais para a compreensão da fenomenologia química, bem como para a solução de problemas práticos do cotidiano. Tais cálculos, assim como a linguagem química, não devem ser explorados de maneira exaustiva, nem por meio da utilização de algoritmos sem significado para o aluno. É ressaltada a importância de o estudo ser precedido de uma compreensão qualitativa dos fenômenos a eles relacionados. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 113)

Nesse sentido, entende-se que para uma melhor compreensão da Estequiometria é necessário a transição entre os três níveis aqui apresentados, o que justifica a escolha do conteúdo abordado na sequência didática proposta nesta dissertação (PIO, 2006).

Silva (2015) cita um trabalho publicado em 2014 na revista de Ensino de Ciências e Matemática *Acta Scientiae*, em que os autores ao fazerem um levantamento em cerca de 1.250 trabalhos apontaram além da dificuldade de abstração e transição entre os três níveis de compreensão da matéria, outros obstáculos para a aprendizagem

de cálculos químicos, tal como o não entendimento das grandezas químicas, as dificuldades de interpretação dos enunciados das questões de Estequiometria, bem como as relações matemáticas e seus cálculos (SANTOS; SILVA, 2014). De acordo com Santos e Mól (2013), muitos estudantes não conseguem transitar entre os três níveis de representação e, por isso, resolvem a parte matemática dos cálculos químicos de forma mecânica, sem compreender a conservação da massa em uma transformação química, as representações simbólicas em nível submicroscópico (JOHNSTONE, 1993; GILBERT, 2005), bem como as fórmulas e as equações químicas que aparecem em todo problema relacionado ao conteúdo de Estequiometria.

Segundo Pio (2006), a maior parte dos professores relata que a grande dificuldade dos estudantes em Estequiometria decorre do não entendimento das grandezas químicas quantidade de matéria e número de Avogadro[1]. Pio (2006) aponta ainda que o obstáculo para esse entendimento pode estar relacionado a não distinção das grandezas massa e quantidade de matéria, bem como "ao pouco tempo dedicado ao desenvolvimento do pensamento no nível atômico-molecular em relação ao nível representacional da constante de Avogadro" (PIO, 2006, p. 8). Silva e Rocha - Filho (1995), por sua vez, relatam que desde 1971 o mol é considerado a unidade da grandeza quantidade de matéria e, mesmo os livros didáticos sofrendo as devidas alterações e buscando atualização do significado da palavra mol, ainda hoje muitos estudantes consideram esta grandeza como sendo a massa atômica ou a massa molecular expressa em gramas. Lourenço e Marcondes (2003) enfatizam que muitas vezes as atividades realizadas em sala de aula sobre cálculos químicos não contribuem para que os estudantes entendam que a unidade de medida da grandeza quantidade de matéria é o mol. E que existe diferenças entre as grandezas quantidade de matéria e massa. Os autores sinalizam que a compreensão do conceito de mol é essencial, uma vez que "permite a tradução de um mundo invisível para a realidade cotidiana, possibilitando o entendimento das relações quantitativas existentes, em termos (sub)microscópicos, entre

[1] Até janeiro de 2018, mol era a quantidade de matéria que continha tantas entidades elementares quanto são os átomos do isótopo ^{12}C contidos em 0,012 kg de ^{12}C. A partir dessa data, foi definido pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) que um mol contém exatamente 6,02214076 x 10^{23} entidades elementares (átomos, íons, moléculas). Esse é o valor numérico da constante de Avogadro que, quando expresso em mol^{-1}, é chamado de ***número de Avogadro***, em homenagem ao cientista italiano Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856). Assim, optou-se neste trabalho por utilizar a expressão *número de Avogadro* e não *constante de Avogadro*. A informação aqui trazida pode ser verificada no artigo *Definition of the mole* (IUPAC Recommendation 2017), publicado em 2018 e que se encontra disponível em: https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/pac.2018.90.issue-1/pac-2017-0106/pac-2017-0106.pdf

as substâncias envolvidas numa transformação química" (LOURENÇO; MARCONDES, 2003, p.22).

Mol et al. (1996) e Pio (2006) destacaram em seus trabalhos que é comum os estudantes não compreenderem a grandeza número de Avogadro. Esse número é fundamental para o entendimento de vários conceitos químicos, além de servir como ponte para a transposição entre o "mundo" macro e o submicroscópico. No entanto, grande parte dos livros didáticos não aborda, mesmo que de forma resumida, como é calculado o valor do número de Avogadro, trazendo uma contextualização histórica. Muitos deles simplesmente colocam o valor da constante dando a impressão de que esse valor é um "número mágico".

Outra dificuldade em Estequiometria está relacionada à deficiência que muitos estudantes apresentam em disciplinas como Língua Portuguesa e Matemática. O pleno entendimento da língua é necessário para uma boa interpretação dos enunciados que apresentam as situações problemas. Costa e Souza (2013) mencionam que os estudantes não conseguem resolver problemas de cálculos químicos, pois muitos não compreendem o enunciado da questão e não conseguem relacionar grandezas. Para realizar os cálculos, é comum recorrerem à memorização mecânica, quando os estudantes se limitam a decorar "os passos que o professor realiza ao resolver o problema" (COSTA; SOUZA, 2013, p. 107). Além disso, segundo Fernandes (2016), a Matemática é uma importante ferramenta que auxilia na Química, bem como na solução de problemas do dia a dia. Para a resolução de um problema de Estequiometria, é necessário que o estudante utilize o conceito de proporcionalidade ao fazer uma regra de três. Quando ele não tem domínio desses conceitos, acaba apresentando mais dificuldade, uma vez que esses conceitos matemáticos são considerados pré-requisitos para a aprendizagem dos cálculos químicos (SILVA, 2015).

É importante destacar também que a forma como o contéudo de Estequiometria é abordado em sala de aula leva o estudante a imaginar a Química como uma Ciência abstrata, "pois muitas vezes ele não consegue conceber essas ideias no espaço tridimensional, dificultando consideravelmente o aprendizado, além de transmitir o conceito errôneo de que o estudo da Química é meramente decorativo" (COSTA; SOUZA, 2013, p. 110). Verifica-se, então, a importância de abordar e contextualizar os conteúdos referentes aos cálculos químicos, pois se trata de um assunto de difícil compreensão, já que, muitas vezes, os estudantes têm acesso a ele apenas por meio de uma abordagem teórica e de cálculos diretos.

3.3 O Ensino de Química com enfoque no processo de Alfabetização Científica

De acordo com Sasseron (2015), o termo Alfabetização Científica (AC) refere-se à capacidade desenvolvida pelo estudante para analisar e avaliar situações do seu cotidiano a partir do conhecimento químico que foi adquirido em sala de aula. Ou seja, representa a possibilidade de ler o mundo com o olhar da Ciência e seus códigos. Nesse sentido, a AC pode ser entendida como um processo contínuo, no qual novos conhecimentos são adquiridos pela análise e pelas novas situações que surgem ao longo desse processo. São essas novas situações que possibilitam o contínuo processo de reconstrução do conhecimento.

Segundo Suart e Marcondes (2017), ao buscar favorecer a promoção da alfabetização científica junto aos estudantes, não se considera que os alunos sejam analfabetos cientificamente, ou então que se aspira formar futuros cientistas. O que de fato se deseja é permitir aos estudantes uma melhor compressão dos fenômenos científicos, tornando-os mais críticos e reflexivos diante de situações onde é exigido deles a tomada de decisão. Suart e Marcosndes (2017) ainda acreditam que essa alfabetização científica pode ser favorecida pelo trabalho com sequências didáticas, nas quais os conceitos químicos são abordados de maneira correlacionada com um tema ambiental, por exemplo. Os estudantes ao refletirem sobre questões científicas são conduzidos a pensarem e investigarem um determinado problema, criando estratégias para resolvê-lo, de forma a desenvolver habilidades cognitivas fundamentais para a sua formação como cidadão. Sob esse aspecto, Sasseron e Carvalho (2011) e Zanotto, Silveira e Sauer (2016) ressaltam a importância de o professor de Química incluir temas sociais, ambientais e tecnológicos em suas aulas, de forma a oportunizar aos estudantes momentos de reflexão e discussão. Assim, ao aproximar o conteúdo a ser estudado na aula de Química com o conhecimento que o estudante já possui do seu cotidiano, o ensino de Química torna-se mais significativo, contribuindo para a motivação do aprendiz compreender o porquê e para que é importante aprender Química. Segundo Ribeiro, Maia e Wartha (2010) e Zanotto, Silveira e Sauer (2016), para que isso se efetive é fundamental que em sala de aula o docente crie condições para os estudantes refletirem e discutirem sobre esses temas, de maneira a favorecer uma tomada de consciência que possa contribuir para a promoção da alfabetização científica.

Nesse sentido, quando o professor traz para a sala de aula questões do dia a dia, o conteúdo passa a ser refletido de forma a se buscar uma nova leitura do cotidiano,

fazendo o uso de conceitos químicos. Sobre essa possibilidade de leitura, acredita-se que

> [...] a elaboração de uma explicação do mundo natural (fazer Ciência), como elaboração de um conjunto de conhecimentos metodicamente adquirido, é descrever a natureza numa linguagem dita científica. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer Alfabetização Científica. (RIBEIRO; MAIA; WARTHA, 2010, p. 170).

Assim, o desenvolvimento do processo de alfabetização científica possibilita ao estudante a organização do seu pensamento e a construção de um posicionamento crítico em relação ao mundo a sua volta, contribuindo para a aprendizagem das Ciências em geral (SASSERON; CARVALHO, 2011).

3.4 Relevância dos temas relacionados à abordagem CTS para uma formação cidadã

De acordo com Santos e Schnetzler (2010), a função do Ensino Médio não mais se restringe ao restrito objetivo de preparar o estudante para ingressar no Ensino Superior ou Profissionalizante. O Ensino Médio precisa e deve desempenhar o seu papel formativo, ou seja, formar cidadãos críticos e reflexivos para atuarem em sociedade. Diante disso, a Química enquanto campo de conhecimento deve permitir aos estudantes uma melhor compreensão da natureza e das suas transformações, bem como o entendimento das relações dos avanços científicos e tecnológicos para o benefício ou não da sociedade.

Santos e Schnetzler (1996) e Santos e Maldaner (2011) enfatizam a importância do conhecimento químico para a formação de um cidadão capaz de participar de maneira ativa na sociedade em que está inserido, podendo tomar decisões mais conscientes e responsáveis, além de analisar e modificar o mundo a sua volta. Para alcançar esse objetivo, é importante que o estudante adquira na escola um conhecimento de Química que o “forneça uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações com ciência, tecnologia e sociedade” (LATINI et al., 2013, p. 12).

Nesse sentido, Ribeiro, Maia e Wartha (2010) ressaltam a necessidade de incluir, no planejamento da disciplina de Química, temas que estejam orientados para fomentar discussões dos aspectos sociais, econômicos e ambientais do contexto em que estão inseridos os aprendizes. Para Santos e Maldaner(2011), a contextualização CTS é essencial tanto nos cursos de graduação quanto no currículo da Educação Básica, uma

vez que essa é uma maneira de desenvolver um ensino de Química comprometido com a sociedade, que possa contribuir para preparar o educando para o exercício da cidadania.

Sob esse aspecto, compreende-se que um ensino de Química que aborda o conteúdo utilizando temas CTS é uma forma que a escola tem para promover a formação do cidadão. Além disso, permitem o desenvolvimento de habilidades relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, uma vez que trazem para a sala de aula discussões de questões relevantes, exigindo dos educandos posicionamentos críticos quanto às possíveis soluções (SANTOS, 2010). Os temas sociocientíficos também podem favorecer o desenvolvimento de valores, além do compromisso ambiental, social, econômico, político e ético. Assim, o Ensino de Ciências com abordagem CTS busca trazer conhecimentos aos alunos que os capacitem a "[...] participar da sociedade moderna, no sentido da busca de alternativas de aplicações da ciência e tecnologia, dentro da visão de bem-estar social" (SANTOS, 2010, p. 62).

Optou-se neste trabalho de pesquisa por utilizar a contextualização CTS e não CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) uma vez que acreditamos que o ambiente seja inerente a tudo isso. Assim, acredita-se que "o ensino de Ciências com enfoque na contextualização CTS tem uma forte abrangência na educação ambiental, pois na maioria das vezes leva a uma reflexão sobre essas questões" (LATINI et al., 2013, p. 12).

A abordagem CTS pode ser feita em sala de aula de forma semelhante à que é desenvolvida nos livros Química e Sociedade (SANTOS; MÓL, 2013a; 2013b; 2013c). Nessa coleção, os temas trabalhados são articulados com os conteúdos por meio de textos que conduzem a um questionamento sobre problemas ambientais e tecnológicos. No final de cada texto, são apresentadas questões sociocientíficas para serem discutidas em sala de aula. Essas questões se referem aos aspectos ambientais, políticos, éticos, sociais, econômicos e culturais, estabelecendo relações diretas com a abrangência da Ciência e da Tecnologia na sociedade. Dessa forma, propiciam uma abordagem contextualizada, que permite aos estudantes o desenvolvimento de atitudes e valores (SANTOS, 2011). A vinculação do conhecimento químico a tais aspectos é fundamental para assegurar uma formação que poderá habilitar os estudantes a participarem como cidadãos engajados na vida em sociedade. Isso implica ter um ensino contextualizado, no qual o foco seja o preparo para o exercício consciente da cidadania. Para isso, é importante criar mecanismos para que haja o envolvimento e a participação ativa dos

educandos no processo de construção do conhecimento, o que significa que somente garantindo este envolvimento a escola poderá contribuir para a consolidação da cidadania. Os estudantes, portanto, não podem ser tratados com tábulas rasas, pois a cidadania é construída por meio de práticas coletivas e não transmitida de forma passiva.

É essencial, então, que o professor ao ensinar Química faça a inclusão de temas sociocientíficos em suas aulas e leve em conta os conhecimentos dos estudantes, garantindo a participação de todos no processo educacional e o engajamento na construção da cidadania plena (SANTOS, 2010).

Nessa dissertação, o tema sociocientífico escolhido foi a Química dos sabões e detergentes, uma vez que ao relacionar o conteúdo de Estequiometria com essa temática pode-se estabelecer importantes relações entre o conceito químico e a questão ambiental, tais como: a influência dos detergentes na tensão superficial da água; a poluição gerada pelo descarte de detergentes não biodegradáveis no ambiente; a importância dos sabões e detergentes na limpeza; o caráter anfifílico das moléculas dos sabões e detergentes; materiais utilizados na fabricação destes; a estequiometria presente no processo de produção de um sabão ecológico e nos exercícios que relacionam cálculos estequiométricos com a reação de produção de sabões. Nesse sentido, Ribeiro, Maia e Wartha (2010) consideram que essa é uma importante relação, que pode ajudar a conscientizar os nossos estudantes acerca da importância do conhecimento químico para a preservação do meio o qual fazemos parte.

3.5 Importância do Ensino por Investigação nas aulas de Química

O Ensino por investigação é considerado uma metodologia importante para a construção do conhecimento e para a promoção da Alfabetização Científica, uma vez que apresenta a finalidade de colocar o estudante diante de problemas a serem resolvidos, promovendo o caráter investigativo essencial ao fazer científico (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015). Nesse sentido, as atividades investigativas constituem uma estratégia essencial para que os estudantes vivenciem processos comuns do fazer Ciência, tal como obter dados a partir de experimentos, propor hipóteses sobre um determinado problema, discutir questões investigativas com o professor e com os colegas de classe e elaborar conclusões a respeito de um problema. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, “são inúmeras as possibilidades pelas quais os/as estudantes podem vivenciar processos de

investigação que levem a respostas para questões concretas sobre problemas reais" (BRASIL, 2018, p. 593).

Diante destas considerações, Sasseron e Carvalho (2011) e Miranda, Suart e Marcondes (2015) apontam o ensino por investigação como sendo fundamental para que os estudantes tenham um papel ativo na construção do conhecimento e na sua formação como cidadão. Já que, nesse tipo de ensino, as atividades desenvolvidas devem levar o educando a pensar, refletir, justificar, argumentar, debater e aplicar o conhecimento em novas situações, engajando-o no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), as atividades investigativas devem fazer parte das aulas de Química. É importante que essas atividades fomentem um diálogo problematizador entre os diferentes saberes das Ciências e das vivências cotidianas. Dessa forma, os estudantes ao serem desafiados a propor soluções para questões do seu dia a dia "terão oportunidade de elaborar seus conhecimentos, formulando respostas que envolvem aspectos sociais, econômicos, políticos, entre outros, exercendo, desse modo, sua cidadania" (BRASIL, 2018, p. 592).

De acordo com Carvalho e Gonçalves (1999), algumas características são fundamentais para garantir um ensino por investigação: professor responsável por planejar as atividades e criar um ambiente propício à investigação; atividades que estejam relacionadas à resolução de um problema e trabalho colaborativo.

O professor tem a função de criar condições para que o ensino por investigação ocorra. O docente precisa propor o problema a ser investigado, perguntar à medida que passa pelos grupos e quando a turma se reúne para a discussão. Faz parte, também, do papel do professor realizar intervenções em momentos oportunos, possibilitando aos alunos a chance de expor suas ideias, direcionando os aprendizes na busca de possíveis soluções e "orientando-os de forma que possam aproximar suas compreensões e explicações aos conceitos científicos socialmente aceitos naquele momento, promovendo a discussão e o debate de hipóteses, e solicitando que as conclusões proferidas sejam ancoradas em outros conhecimentos previamente estabelecidos e conhecidos pelos alunos" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 4).

Dessa forma, nota-se que o docente tem a função de mediar o conhecimento em sala de aula, propondo situações que permitam o "engajamento de seus alunos no processo de aprendizagem, uma vez que o professor, autoridade epistêmica naquele contexto, atua como mediador e promotor de interações entre os alunos e não como

agente transmissor de conhecimento dotado apenas de autoridade social" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 3).

Sob esse aspecto, compreende-se que as propostas trazidas pelo professor, quando estimulam o interesse dos estudantes e promovem o engajamento dos mesmos com as atividades propostas podem gerar aprendizado sobre conceitos e sobre ciências, propiciando a ampliação de seus conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades como liberdade e autonomia intelectuais (CARVALHO; GONÇALVES, 1999).

Carvalho e Gonçalves (1999) também mencionam as atividades relacionadas à resolução de um problema como sendo essenciais para proporcionar aos alunos condições de se desenvolverem. É importante ressaltar que essas atividades, para serem investigativas, não precisam ocorrer em laboratórios. Dentro da sala de aula, é possível fazer uma atividade em que tanto um experimento quanto a leitura e discussão de um texto tenham um caráter investigativo, ou seja, tenham por trás um problema a ser resolvido (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015).

Diante disso, verifica-se que, no Ensino por Investigação, as atividades são propostas a partir de um problema, demonstrando-se essenciais no processo de ensino e aprendizagem e contribuindo para o desenvolvimento de competências e habilidades, que são fundamentais para a formação de um cidadão crítico. A habilidade está relacionada ao saber fazer, saber a técnica. Já a competência pode ser entendida como a capacidade desenvolvida pelo sujeito para saber o quê fazer, como fazer e, dentro de um contexto de aprendizagem, ser capaz de tomar decisões, solucionar problemas e ser ativo na construção do próprio conhecimento (DIAS, 2010). Nesse sentido, Antunes (2014) destaca que na perspectiva estrutural do ENEM, as

> Competências são entendidas como mecanismos fundamentais para a compreensão do mundo e atuação nele [...] Isso é competência: a capacidade de contextualizar o saber, ou seja, comparar, classificar, analisar, discutir, descrever, opinar, julgar, fazer generalizações, analogias e diagnósticos. Habilidades são as ferramentas que podemos dispor para desenvolver competências. Logo, para saber fazer, conhecer, viver e ser, precisamos de instrumentos que nos conduzam para que a ação se torne eficaz. As habilidades são esses instrumentos que, manejados, possibilitam atingir os objetivos e desenvolver as competências. (ANTUNES, 2014, p.10).

Para que o ensino favoreça o desenvolvimento de habilidades e competências pelos educandos, é necessário que os mesmos tenham seus saberes mobilizados através de atividades investigativas que os conduzam a "refletir, relatar, explicar, elaborar hipóteses, analisar os dados fornecidos, bem como estimular a sua curiosidade científica. Assim, quando essas habilidades são desenvolvidas e alcançadas, acredita-se

que a alfabetização científica pode ser promovida" (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015, p. 557).

Destaca-se ainda a importância do trabalho colaborativo nesse tipo de atividade, uma vez que o diálogo desencadeado ao longo de uma investigação resulta não só no surgimento de respostas às perguntas do professor, mas em diferentes pontos de vista que constituirão os argumentos dos alunos (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Verifica-se que as relações que são estabelecidas entre os alunos durante uma atividade investigativa tem uma influência muito positiva no desenvolvimento do aprendiz. É por meio dos questionamentos que serão gerados dados e justificativas que validam as conclusões. "É dentro do contexto de múltiplas interações promovidas em uma abordagem investigativa que se configurará o processo de argumentação em sala de aula em que alunos e professor utilizam de materiais e informações disponíveis para, juntos, construírem entendimento sobre fenômenos e situações em análise" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 9).

Diante dessas considerações, observa-se que a elaboração de uma sequência didática investigativa é um passo importante para propiciar um ambiente favorável para a participação dos alunos, os debates em sala e a construção do conhecimento. Santos e Maldaner (2011) defendem o uso de Sequências de Ensino Investigativas[2] (SEIs) com abordagem CTS em sala de aula, uma vez que

> utilizar as SEIs com abordagem CTS é interessante porque vivemos em um mundo permeado por descobertas científicas e inovações tecnológicas que apesar de promoverem benefícios, também trazem prejuízos para a sociedade. Dessa forma, o CTS propõe repensar sobre a prática pedagógica adotada pelo professor em sala de aula, saindo do tradicional objetivo de ensinar somente o conteúdo e almejando que os alunos relacionem esse conhecimento científico com os avanços tecnológicos e analisem criticamente as consequências desse progresso para a sociedade. (SANTOS; MALDANER, 2011, p.2).

Dessa forma, nota-se que as sequências didáticas investigativas com abordagem CTS constituem uma estratégia didática de interação e colaboração entre professor e alunos, o que possibilita um melhor entendimento e aprofundamento sobre temas diversos que correlacionam o conhecimento cientifico ao saber do senso comum (FERRAZ; SASSERON, 2017).

---

[2] A *Sequência de Ensino Investigativa* (SEI) aqui discutida a partir do referencial de Santos (2011) seria o mesmo que *Sequência Didática Investigativa* (SDI). Neste trabalho, optou-se pela segunda forma por acreditar que a palavra didática engloba uma gama maior de possibilidades para se articular estratégias de ensino diferenciadas no processo formativo em Ciências/Química.

Diante dessas considerações, verifica-se que em uma atividade investigativa, o professor tem a responsabilidade de mediar as ideias e instigar a participação do aluno durante a aula. O estudante ao sentir interesse pelo problema a ser investigado, é motivado a resolvê-lo e a participar de sua própria aprendizagem. Dessa forma, desempenha um papel mais ativo, o que promove a construção do próprio conhecimento acerca dos conceitos trabalhados (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do ambiente de pesquisa

O trabalho de pesquisa que originou esta dissertação foi desenvolvido em uma escola particular localizada no munícipio de Viçosa, Minas Gerais. A escola apresenta um viés construtivista/sociointeracionista, que tem as teorias de Piaget, Vygotsky e Freinet como norteadoras de seu trabalho. Visando proporcionar aos alunos uma educação mais humanizada e prazerosa, que os permita construir o conhecimento por meio da ação reflexiva, a escola atende atualmente setenta alunos no Ensino Médio, sendo estes distribuídos em turmas com número reduzido (no máximo 25 alunos), o que possibilita ao professor conhecer melhor seus estudantes e, também, diagnosticar as suas dificuldades em relação à disciplina que leciona.

Embora a proposta pedagógica da escola seja norteada por um ensino que articula projetos, privilegiando o aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem e tendo o professor como mediador na construção de novos conhecimentos, verifica-se que a realidade é um pouco diferente da proposta pedagógica inicial. Frente a um mercado cada vez mais competitivo e com a necessidade de levar os estudantes a serem bem sucedidos no ENEM, muitos pais demandam da escola que o conteúdo da disciplina seja concluído ao final do ano letivo, reforçando ainda a necessidade dos alunos fazerem provas tradicionais, simulados de tempos em tempos e que um número menor de aulas sejam usadas no desenvolvimento de projetos. Isso faz com que o ensino de Química, bem como o das demais disciplinas do Ensino Médio, ocorra, na maioria das vezes, da maneira tradicional, ou seja, privilegiando a transmissão e a recepção de informações. Mas independente dessa questão, ressalta-se que a escola e os alunos se mostram receptivos a novas propostas de ensino, tendo acolhido com seriedade e compromisso a proposta de pesquisa aqui apresentada, se engajando ativamente com o trabalho desenvolvido em sala de aula e fora dela. Assim, nesta investigação, participaram 23 alunos da 2ª Série do Ensino Médio que haviam

estudado o conteúdo de estequiometria no final da 1ª Série. O ensino desse tema ocorreu por meio de diversas estratégias, tais como aulas expositivas, realização de experimentos demonstrativos, utilização de recursos multimídia, bem como aulas que buscavam aplicar o conhecimento estudado por meio da resolução de listas de exercícios. Além disso, outro recurso didático utilizado ao longo das aulas foi o livro didático. Atualmente, o livro adotado na escola é o Projeto Múltiplo: Química (Ensino Médio), de autoria de Martha Reis Marques da Fonseca, 2014, obra organizada em três volumes.

É importante destacar o motivo pelo qual foi escolhido para participar da pesquisa um grupo de alunos que já haviam estudado a Estequiometria na série anterior. Esses estudantes poderiam demonstrar, por meio da resolução do questionário de sondagem, quais foram os maiores obstáculos que tiveram na aprendizagem desse conteúdo e, como eles tinham estudado os cálculos estequiométricos de uma forma mais conteudista, após a aplicação da SDI seria possível se fazer uma comparação em relação a essas duas diferentes propostas de ensino empregadas para a aprendizagem do tema.

4.2 Delineamento metodológico

A presente pesquisa teve uma abordagem qualitativa, com uma investigação acerca da aprendizagem de conceitos químicos referentes à Estequiometria presentes em uma sequência didática investigativa, a partir da perspectiva do grupo de estudantes envolvido, considerando todos os pontos de vista relevantes. Para tal, várias fontes de dados foram utilizadas e analisadas visando entender a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995).

Este estudo pode ser classificado, quanto ao procedimento, como uma Pesquisa Participante, pois houve a participação ativa tanto da pesquisadora (professora regente da turma), quanto do grupo pesquisado (estudantes). Méksenas (2007) aponta que a Pesquisa Participante demanda cumplicidade entre o pesquisador e os sujeitos pesquisados. Além disso, para realizá-la é necessário compreender que os sujeitos são parceiros e contribuirão com o processo de construção do conhecimento no espaço da pesquisa (Escola). Essa opção contrapõe-se à ideia de que os sujeitos são meros informantes (participação passiva), se reduzindo apenas a transmissão de informações.

Ainda sobre a Pesquisa Participante, esta é definida por Brandão (1998, p. 43) como sendo “a metodologia que procura incentivar o desenvolvimento autônomo (autoconfiante) a partir das bases e uma relativa independência do exterior”. Para

Brandão (2003), a razão de ser da educação não é apenas capacitar instrumentalmente diferentes sujeitos por meio da transferência/construção de novos conhecimentos. A rigor, o ato educativo representa um modo de formar pessoas, de modo a ser possível compartilharem com os outros a construção livre e responsável de seu próprio mundo social. Nesse sentido, a educação não gera habilidades, mas cria conectividades, e o que há de instrumental e utilitário seria sua dimensão mais elementar: ela cria o alicerce para se construir a relações de sentidos e de significados articulados no espaço formativo (BRANDÃO, 2003). Nesse sentido, para Brandão e Streck (2006), a Pesquisa Participante pode ser compreendida como

> um repertório múltiplo e diferenciado de experiências de criação coletiva de conhecimentos destinados a superar a oposição sujeito/objeto no interior de processos que geram saberes e na sequência das ações que aspiram a gerar transformações a partir também desses conhecimentos. Experiências que sonham substituir o antigo monótono eixo pesquisador/pesquisado, conhecedor/ conhecido, cientista/cientificado pela aventura perigosa, mas historicamente urgente e inevitável, da criação de redes, teias e tramas formadas por diferentes categorias entre iguais/diferentes sabedores solidários do que de fato importa saber. Uma múltipla teia de e entre pessoas que, ao invés de estabelecer hierarquias de acordo com padrões consagrados de ideias preconcebidas sobre o conhecimento e seu valor, as envolva em um mesmo amplo exercício de construir saberes a partir da ideia tão simples e tão esquecida de que qualquer ser humano é, em si mesmo e por si mesmo, uma fonte original e insubstituível de saber. (BRANDÃO; STRECK, 2006, p. 12-13).

Antes de descrever como foi feita a coleta e análise dos dados, é importante destacar que esse trabalho de pesquisa seguiu rigorosamente todos os procedimentos exigidos pela UFV, sendo submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade. Dessa forma, a coleta de dados foi iniciada após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Além da direção da escola ter assinado o Termo de Anuência (ANEXO B) autorizando a realização da pesquisa, os alunos da 2ª Série do Ensino Médio, bem como os responsáveis por esses alunos (pais) assinaram, respectivamente, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO D) que autorizavam a utilização dos dados coletados nesta pesquisa, resguardados os princípios éticos de confidencialidade e sigilo.

Com o objetivo de investigar as concepções dos estudantes acerca dos principais conceitos de Estequiometria e de Soluções, bem como as dificuldades para se compreender os mesmos, além de alguns dos fatores que podem ter contribuído para uma melhor aprendizagem dos cálculos químicos, foi aplicado aos 23 estudantes um questionário diagnóstico contendo dez questões de cálculos e interpretação dos

conceitos químicos relativos a tais conteúdos (ANEXO A). Este questionário foi aplicado pela professora da turma em uma aula de 50 minutos, sendo respondido no início do ano letivo, já que os alunos haviam estudado o conteúdo de Estequiometria no final da 1ª Série.

Após a coleta dos dados do questionário, foi utilizada tanto a abordagem qualitativa quanto quantitativa para a análise, pois ambos os aspectos foram necessários no momento de tratamento dos dados coletados. Esses aspectos foram estudados de acordo com os pressupostos teóricos e metodológicos relativos à Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011). Segundo esta autora, a análise de conteúdo é definida como

> um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 48).

Nesse instrumento analítico interpretativo, os conteúdos de um determinado material são descritos por meio de três procedimentos sistemáticos: o inicial, caracterizado por uma primeira leitura geral/flutuante dos dados para uma análise preliminar; o segundo, quando se faz a leitura mais aprofundada do material, de modo a organizar os dados em classes de respostas (categorização); e o terceiro, que é assinalado pela interpretação dos dados obtidos. A abordagem quantitativa, relativa à estatística descritiva, foi usada para mensurar a frequência com que apareceram determinadas características do conteúdo. Na prática, após o cálculo da porcentagem, o quantitativo permitiu inferir quantos pesquisados se alinharam a uma mesma alternativa de resposta e, depois de definidas as categorias, serviu também para averiguar o quantitativo de pesquisados que pertenciam a uma mesma categoria.

Assim, a partir da análise das respostas do questionário, verificou-se a necessidade de elaborar uma Sequência Didática Investigativa sobre cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções, que foi desenvolvida em oito aulas com duração de cinquenta minutos cada. A SDI elaborada teve como foco o desenvolvimento da alfabetização científica (leitura do mundo por meio da Ciência), além de ter assumido uma abordagem contextualizada e um viés interdisciplinar, abordando temáticas relacionadas à Química Ambiental (Química dos Sabões e dos Detergentes), em um diálogo direto com os conteúdos trabalhados. A SDI encontra-se disponível no Apêndice A.

Como forma de verificar a aceitação da SDI pelos alunos, investigando se eles tiveram uma melhor compreensão dos conteúdos abordados após a aplicação das atividades e se essas favoreceram a promoção da alfabetização científica por meio de questões socioambientais trazidas no material, foi realizado o Estudo de Caso. Esses estudos de casos foram escritos utilizando como fontes de dados a descrição dos áudios das aulas, as respostas dos estudantes às questões presentes no material escrito produzido, além das impressões e anotações da professora ao longo do processo de ensino (notas de campo).

Nos Estudos de Caso, a professora e os estudantes foram identificados por códigos alfa numéricos e não pelos nomes. A professora foi identificada pelo código P e cada aluno identificado por um código do tipo Ax, em que x representa um número de ordem, atribuído aleatoriamente, garantindo o anonimato e assegurando que nenhum constrangimento seria gerado a esses estudantes. Além disso, todas as falas da professora e dos alunos foram marcadas em itálico para que, dessa forma, fossem distinguidas das demais ideias apresentadas no decorrer do texto.

De acordo com Godoy (1995), o Estudo de Caso é um importante recurso para analisar o conteúdo de observações que foram coletadas no ambiente de pesquisa (a escola). Para essa análise, foi feita a descrição de todas as aulas da sequência, trazendo detalhes das atividades a partir dos áudios que foram gravados e das observações feitas pela professora (notas de campo). Segundo Yin (2005), os registros das observações das aulas, bem como a descrição das mesmas por meio dos áudios gravados, constituem as notas de campo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do questionário de sondagem

O questionário diagnóstico sondou as principais dificuldades apresentadas pelos alunos para se compreender os cálculos químicos, bem como alguns dos fatores que podem ter contribuído para uma melhor aprendizagem desse conteúdo. Este questionário continha dez questões. O enunciado completo de cada questão desse instrumento analítico encontra-se disponível no Anexo A.

Foi verificado que nos exercícios de estequiometria nos quais o dado foi expresso em massa e a pergunta em quantidade de matéria, letra A da Questão 1 (Determine a quantidade de matéria de magnésio (Mg) necessária para produzir 191,6 g de titânio (Ti)?) bem como na letra B da mesma questão, em que o dado foi expresso em

massa e a pergunta envolvia o número de Avogadro (Determine quantos átomos de magnésio (Mg) são consumidos por 379,8 g de cloreto de titânio ($TiCl_4$)?), 17 estudantes responderam de forma correta. No entanto, foi possível verificar que os seis alunos que não acertaram as estas questões apresentaram as seguintes dificuldades: erros envolvendo cálculos matemáticos; inadequada interpretação dos enunciados; e falta de compreensão na transição entre os três níveis de representação, já que cinco deles (A2, A12, A14, A18 e A23) não consideraram a proporção em mol existente entre os participantes da reação ao resolverem as questões propostas. Esse fato converge para a conclusão trazida por Santos e Silva (2014), quando relataram que muitos estudantes ao representarem simbolicamente uma reação química, desconsideram as suas relações estequiométricas.

As dificuldades encontradas pelos estudantes também estão de acordo com Silva (2015), quando aponta que, além da dificuldade de abstração e transição entre os três níveis de compreensão da matéria, existem outros obstáculos para a aprendizagem de cálculos químicos, tais como o não entendimento das suas grandezas, as dificuldades de interpretação dos enunciados das questões apresentadas, as relações matemáticas e seus cálculos (*apud* SANTOS; SILVA, 2014). Além disso, verificou-se que 20 estudantes demonstraram facilidade na Questão 4 que envolvia proporcionalidade (Classifique a afirmativa como verdadeira ou falsa, justificando a resposta: "*Em 100 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) existem 10,3 g desse soluto. Uma amostra de 500 mL desta mesma solução terá 51,5 g de NaOH*."), tendo respondido corretamente a questão proposta. Isso demonstra que a maioria dos alunos possui uma boa base para a resolução de problemas de Estequiometria, uma vez que é fundamental que o estudante utilize o conceito de proporcionalidade ao fazer uma regra de três. De acordo com Silva (2015), quando ele não tem domínio desses conceitos, acaba apresentando mais dificuldade, já que esse conceito matemático é considerado pré-requisito para a aprendizagem dos cálculos químicos.

Na Questão 2, que solicitava aos estudantes a análise da seguinte afirmação: "*Um mol de moléculas de água é igual a um mol de átomos de água",* foi verificado que 16 estudantes analisaram a frase e responderam corretamente, assinalando essa afirmação como falsa. No entanto, um estudante não respondeu a questão e seis erraram dizendo que a afirmação era verdadeira. Os estudantes que responderam inadequadamente essa questão apresentaram as seguintes justificativas:

Moléculas e átomos possui a mesma quantidade que é $6x10^{23}$. (A7)

> *1 mol equivale à 6x10^{23} moléculas ou átomos, portanto são iguais.* (A8)
> *A substância em questão é a água, logo a quantidade de matéria (mol) de moléculas será igual a de átomos, por ser a mesma substância.* (A9)
> *Sim, pois mol é igual a quantidade de matéria, e esta permanece igual estando organizada em moléculas ou não.* (A12)
> *Um mol é a quantidade. Se a afirmativa estiver se referindo ao valor (e não volume, etc.), é verdadeira. Assim como a frase: 1 kg de algodão e 1 kg de melancia pesam o mesmo tanto.* (A19)
> *Pois um mol tem sempre o mesmo valor.* (A20)

A partir das justificativas apresentadas anteriormente, verificou-se que este grupo de seis estudantes teve uma interpretação inadequada da afirmação apresentada na questão, o que os levou a fazer a seguinte explicação em relação ao exercício proposto: *Um mol de qualquer substância apresenta 6,2 x 10^{23} átomos ou moléculas. Logo, um mol de moléculas deveria ser igual a um mol de átomos.* No entanto, não atentaram para o fato de que não existem átomos de água e que uma molécula de água é formada por três átomos, sendo dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Assim, um mol de moléculas de água não tem relação com um mol de átomos de água. Essa análise nos indica que, possivelmente, estes estudantes se atentaram mais ao "mol" do que aos "átomos e moléculas". Segundo Pio (2006), o obstáculo para a correta interpretação dessa questão pode estar relacionado "ao pouco tempo dedicado ao desenvolvimento do pensamento no nível atômico-molecular em relação ao nível representacional da constante de Avogadro" (PIO, 2006, p. 8).

Na Questão 3, a qual solicitava aos estudantes a representação da reação química de combustão completa do metano, utilizando para isso um desenho, averiguou-se que a maior parte dos alunos considerou a questão difícil (11 estudantes), cinco avaliaram a questão como fácil, quatro avaliaram como média e três não fizeram a questão. Alguns estudantes que consideraram a questão difícil não fizeram o desenho solicitado (A2; A14). Outros se limitaram apenas a escrever a reação de combustão do gás metano, sendo que algumas delas estavam balanceadas (A17, A18 e A19) e outras não (A6 e A10).

A partir dos desenhos, foi possível verificar que apenas três estudantes (A1, A7 e A20) representaram a reação de maneira contextualizada, ou seja, relacionaram a reação de combustão do metano com a poluição causada pela emissão de dióxido de carbono na atmosfera, bem como foram capazes de associar o gás metano à decomposição do lixo. Isso sugere que esses alunos tiveram contato com o conteúdo de reações químicas por meio de uma abordagem contextual diferente da forma teórica abordada em muitos livros didáticos. Os desenhos feitos por esses estudantes estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3:

Figura 1: Desenho feito por A1 representado um lixão e a produção de CO2 e H2O a partir da queima completa do gás metano.

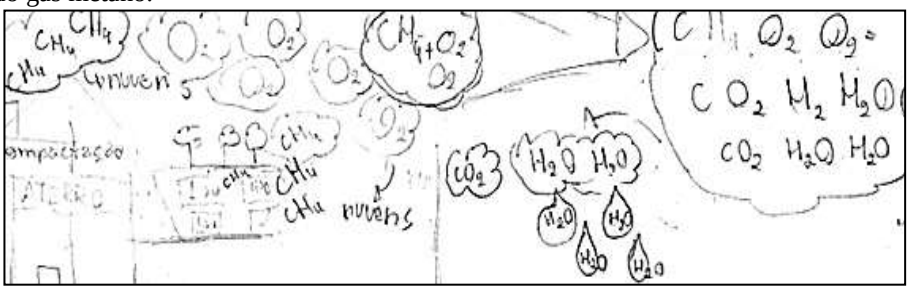


Figura 2: No desenho feito por A7 foi representado um lixão, associando o gás metano à decomposição do lixo.

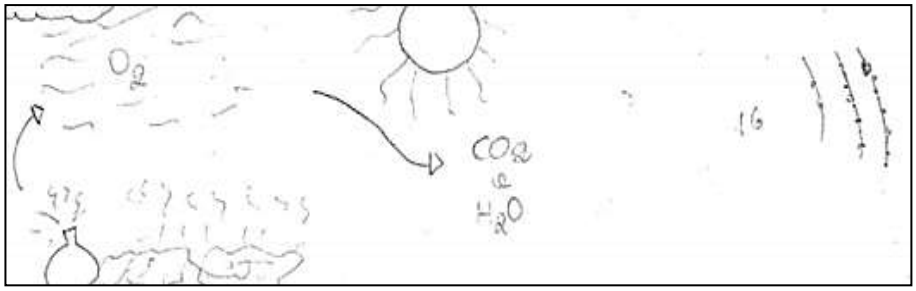
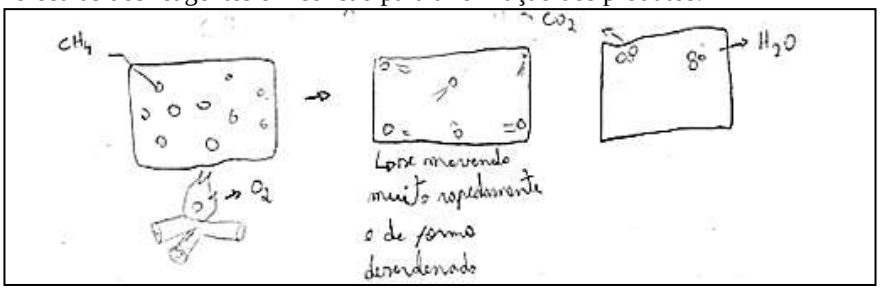


Figura 3: Desenho feito por A20 representando a combustão completa do gás metano. Foram destacadas também as moléculas dos reagentes em colisão para a formação dos produtos.



Outros dez estudantes (A3, A4, A5, A8, A9, A10, A12, A21, A22 e A23) representaram a reação de combustão do metano através de desenhos onde os átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio foram representados por esferas de diferentes tamanhos e cores. Esses alunos demonstraram a ideia relacionada ao rearranjo de átomos presente em uma reação química e também representaram corretamente a estequiometria da reação, como pode ser observado nas Figuras 4, 5 e 6 a seguir:

Figura 4: No desenho feito por A5 foi representado o rearranjo de átomos presentes em uma reação química, além de setas que indicam que A5 considerou necessário o contato e a colisão entre as moléculas reagentes para a ocorrência da reação.

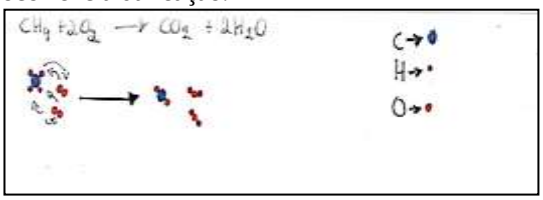


Figura 5: No desenho feito por A10 foi representado a reação química devidamente balanceada e, também, o rearranjo de átomos.

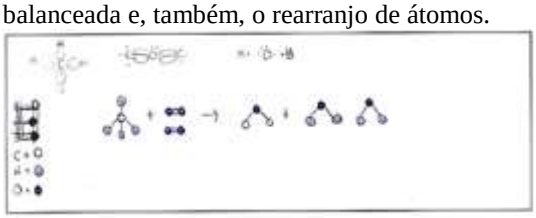
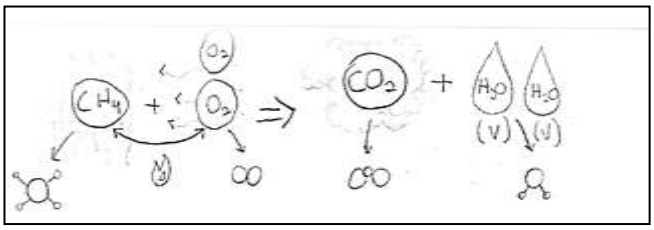


Figura 6: A21 assim como A5 também representou o rearranjo de átomos em uma reação química, bem como apontou a necessidade do contato e das colisões entre as moléculas dos reagentes para a ocorrência da reação.



Desses estudantes, quatro (A5, A12, A21 e A22) representaram os reagentes em um mesmo local, mostrando por meio de setas a necessidade de os reagentes estarem em contato e colidirem para ocorrer a transformação química. No entanto, isso não foi percebido no desenho dos demais alunos (A3, A4, A8, A9, A10 e A23), que colocaram separadas as moléculas representando os reagentes, indicando que compreenderam essa questão como uma igualdade matemática, onde as moléculas dos reagentes e produtos devem ser representadas separadamente e a quantidade de símbolos de um lado da equação deve ser igual a do outro lado. De acordo com Damasceno, Brito e Wartha (2008) e Santos e Silva (2014), os alunos apresentam facilidade para identificar a quantidade de átomos de um elemento nas fórmulas químicas, mas não conseguem compreender o significado, em nível submicroscópico, dessas fórmulas. Isso pode sugerir que eles estudaram o acerto dos coeficientes estequiométricos sem uma articulação com os aspectos submicroscópicos inerentes à transformação química, fazendo com que não fossem "capazes de diferenciar o fenômeno da reação química de sua representação, a equação química" (DAMASCENO; BRITO; WARTHA, 2008, p. 10).

Na Questão 5, que trouxe uma figura representativa do processo de dissolução do permanganato de potássio ($KMnO_4$) em água e solicitava aos estudantes uma

explicação do processo de dissolução das substâncias iônicas em meio aquoso, observou-se que doze alunos acharam a questão difícil, seis consideraram média, um achou fácil e quatro não fizeram a questão.

O grupo pesquisado, no momento da aplicação do questionário, não tinha estudado o capítulo de soluções, o que justificava terem apresentado dificuldade para resolver a questão, ou deixou-a em branco. A partir da análise das respostas, foi possível verificar que cinco alunos (A6, A7, A8, A9 e A19) confundiram o termo dissolução com dissociação iônica (tema estudado na 1ª Série do Ensino Médio, no capítulo de ligações químicas). Isso pode ser verificado nas justificativas a seguir:

> *Ao entrar em contato com a água, o permanganato de potássio, que é uma substância iônica, tem sua estrutura quebrada, com isso ela se dissolve.* (A6)
>
> *Quando uma substância iônica é colocada em meio aquoso ela começa a produzir cargas. Elas interagem entre si, e misturam-se. Contudo você poderá fazer a separação.* (A7)
>
> *O $KMnO_4$ é um sal e ao entrar em contato com a água recebe íons. Ao contrário por exemplo dos ácidos, que liberam H^+ no processo de ionização.* (A8)
>
> *A dissolução iônica ocorre em compostos iônicos que, em água, liberam um íon.* (A9)
>
> *Os íons se dispersam negativos e positivos, e cria corrente elétrica.* (A19)

Também, foi possível constatar que cinco alunos (A4, A5, A6, A18, A22) responderam a questão tentando fazer uma associação entre o macroscópico (a diluição do permanganato de potássio em água) com o submicroscópico (interação entre os íons do permanganato de potássio e as moléculas de água – processo conhecido como solvatação). Como os estudantes não tinham estudado esse conteúdo, a imagem presente no enunciado dessa questão pode ter favorecido a elaboração do conceito, no caso aqui o de dissolução, já que a ilustração é considerada um importante recurso para o estabelecimento de relações entre o nível macroscópico e submicroscópico, como pode ser verificado nas respostas a seguir:

> *Quando o permanganato de potássio entra em contato com a água ele se mistura com as moléculas de água, sendo assim ele está dissolvido.* (A4)
>
> *Os íons têm cargas, positiva ou negativa. Quando o íon é colocado em água, os átomos negativos vão se aproximando dos positivos até que toda a substância seja dissolvida.* (A5)
>
> *Ao entrar em contato com a água, o permanganato de potássio, que é uma substância iônica, tem sua estrutura quebrada, com isso ela se dissolve.* (A6)
>
> *A água vai se aglomerando em volta das substâncias iônicas.* (A18)
>
> *As moléculas de água se associam aos compostos iônicos, se dissolvendo.* (A22)

Na Questão 6, que solicitou aos estudantes a representação do processo de diluição de uma solução de sal de cozinha em água, por meio de um desenho ou esquema, foi verificado que oito alunos consideraram a questão difícil, seis média, cinco fácil e quatro não fizeram a questão. Três estudantes que consideraram a questão média ou difícil não fizeram o desenho solicitado (A2, A17 e A18). É importante destacar que o grupo pesquisado, no momento da aplicação do questionário, não tinha estudado o capítulo de soluções. Por isso, apresentou dificuldade para resolver a questão ou deixou-a em branco.

Quatro estudantes (A1, A5, A14 e A22) representaram corretamente o processo de diluição da solução. Esses alunos mostraram a adição de água à solução já preparada e consideraram que ao fazermos a diluição de uma solução, o volume desta aumenta. A seguir serão mostrados os desenhos ou esquemas feitos por esses estudantes por meio das Figuras 7, 8, 9 e 10:

Figura 7: A1 representou a diluição por meio da adição de água a uma solução de NaCl já preparada.

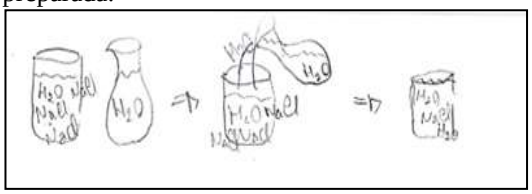


Figura 8: A5 representou o aumento do volume da solução devido à adição de água.

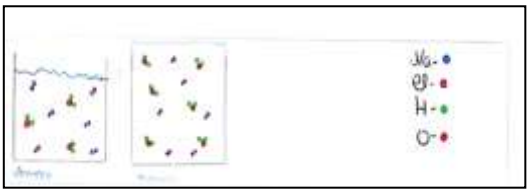


Figura 9: No esquema, A14 indicou a diminuição da concentração da solução por meio da adição de água.

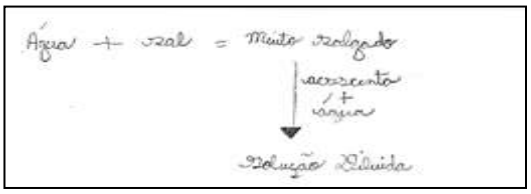
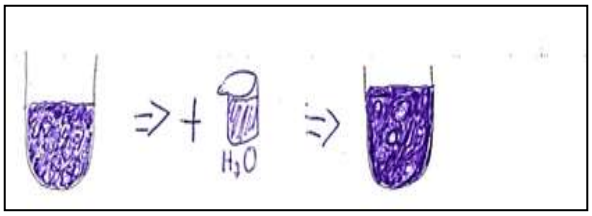
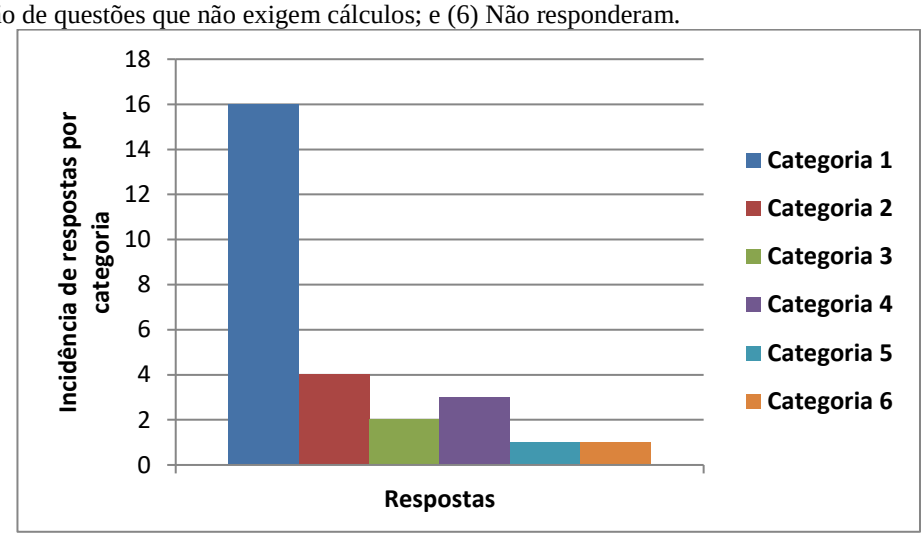


Figura 10: A22 indicou o aumento do volume da solução por meio do processo de diluição.



Buscando averiguar as dificuldades dos estudantes em Estequiometria, apresentou-se a Questão 7, com a seguinte solicitação: *Descreva quais foram as maiores dificuldades que você teve durante o aprendizado desse conteúdo (cálculo estequiométrico).* As respostas foram analisadas e, após a interpretação dos dados, os estudantes foram alocados em seis categorias destacadas no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Apresenta a opinião dos estudantes da 2ª Série do EM sobre as maiores dificuldades apresentadas por eles em Estequiometria, de acordo com as seguintes categorias: (1) Cálculos matemáticos; (2) Interpretação do enunciado do exercício; (3) Compreensão dos conceitos químicos; (4) Casos específicos de cálculo estequiométrico (Rendimento, Pureza, Reagente em excesso e limitante); (5) Resolução de questões que não exigem cálculos; e (6) Não responderam.



Ao solicitar que apontassem o que consideraram difícil na resolução dos exercícios envolvendo Estequiometria, muitos se enquadraram em mais de uma categoria. Assim, o número de respostas ultrapassou o total de sujeitos pesquisados (n = 23). De acordo com o Gráfico 1, verificou-se que 16 estudantes apontaram que as principais dificuldades em Estequiometria se relacionavam aos cálculos matemáticos (uso do raciocínio proporcional, regra de três simples, conversão de unidades, uso de números decimais), seguida da dificuldade de interpretação dos enunciados das questões (quatro estudantes), o que se justifica pelo alto grau de abstração que envolve os conceitos presentes nestes exercícios.

A Questão 8 (Por que você acha que teve essas dificuldades?) não foi analisada, pois avaliou-se que os dados provenientes dela não trariam contribuições relevantes ao foco principal do trabalho. Como se tratava de uma questão aberta visando verificar, na opinião dos alunos, o motivo pelo qual eles apresentaram dificuldades no aprendizado da estequiometria, foi observado que a maioria dos estudantes não conseguiu construir uma resposta pertinente à questão, limitando-se a apenas confirmar que tiveram dificuldades nos cálculos estequiométricos, sem explicar os motivos que possam ter contribuído para isso.

Ao pedir para os alunos apontarem o que eles consideram mais difícil na resolução de um exercício envolvendo cálculos estequiométricos, de acordo com as opções fornecidas na Questão 9: Interpretação do enunciado do exercício; Compreensão dos conceitos químicos: mol, massa molar, número de Avogadro, volume molar; e

Cálculos matemáticos: estabelecer a regra de três, transformar unidades, resolver os cálculos, foi constatado que 19 estudantes consideram os cálculos matemáticos, seis a interpretação do enunciado do exercício e três a compreensão dos conceitos químicos: mol, massa molar, número de Avogadro e volume molar. Destaca-se aqui que, ao ser solicitado que os alunos apontassem o que consideraram difícil na resolução de exercícios contendo cálculos estequiométricos, muitos deles marcaram mais de uma alternativa e o número de respostas ultrapassou o total de sujeitos pesquisados.

Segundo Fernandes (2016), a Matemática é uma importante ferramenta que auxilia nos estudos de conteúdos da Química, bem como na solução de problemas do dia a dia. Para a resolução de um problema de Estequiometria, é fundamental que o estudante saiba matemática, já que esse conteúdo é considerado um pré-requisito para a aprendizagem dos cálculos químicos (SILVA, 2015). Como muitos alunos têm dificuldade para realizar os cálculos, acabam recorrendo à memorização mecânica, se limitando a decorar "os passos que o professor realiza ao resolver o problema" (COSTA; SOUZA, 2013, p. 107). Além disso, Costa e Souza (2013) mencionam que os alunos não conseguem resolver problemas de cálculos químicos, pois muitos não compreendem o enunciado da questão e não conseguem relacionar grandezas.

Na Questão 10, em que os estudantes deveriam apontar quais foram os itens que mais contribuíram para uma melhor compreensão dos cálculos químicos, de acordo com as opções fornecidas na questão (*explicações dadas pela professora nas aulas; leitura do livro; aulas práticas no laboratório; resolução das listas de exercícios*), da mesma forma que ocorreu na questão anterior, o número de resposta também ultrapassou o total de sujeitos pesquisados.

A análise das respostas revelou que, de acordo com os estudantes investigados, as explicações dadas pela professora (21 alunos) e a resolução de exercícios (18 alunos) foram os pontos que mais contribuíram para o aprendizado dos cálculos químicos. Já as aulas práticas no laboratório foram assinaladas por apenas sete alunos, enquanto que nenhum estudante marcou o item: leitura do livro. Esse resultado evidencia a necessidade do professor de Química compreender os conceitos envolvidos em Cálculos Estequiométricos, além de sempre refletir sobre a e na sua prática profissional. Ao mesmo tempo, verifica-se a importância da aplicação e discussão de listas de exercícios sobre o tema, contribuindo para um melhor aprendizado dos cálculos químicos pelos alunos (PIO, 2006).

5.2 Breve descrição das aulas da sequência didática

A sequência didática investigativa com o tema “Sabões e Detergentes” para o estudo das questões sociocientíficas e as relações estequiométricas foi desenvolvida em oito aulas com duração de cinquenta minutos cada. Nessa sequência foram propostas atividades a partir de questões sociocientíficas, desenvolvendo atividades experimentais investigativas, bem como debates. A sequência didática encontra-se disponível no Apêndice A.

O Quadro 1, apresentado a seguir, traz uma breve descrição das aulas da sequência didática. Essa descrição tem como finalidade apresentar ao leitor uma visão geral sobre o que foi feito em sala de aula e que será analisado no próximo tópico.

Quadro 1. Breve descrição das aulas da sequência didática (APÊNDICE A).

Ordem da aula	Título da aula	Breve descrição da aula
1ª	Tensão superficial da água e sua importância para o meio ambiente.	No início da aula, a professora apresentou seis questões onde os alunos foram instigados a respondê-las de acordo com o seu conhecimento prévio. Em seguida, a professora explicou a tensão superficial da água e sua importância para o meio ambiente. Para verificar a influência dos detergentes na tensão superficial da água, os alunos fizeram no laboratório um experimento simples utilizando água, raspas de giz, conta-gotas e detergente. Após a realização do experimento, os alunos registraram, em grupo, suas observações experimentais.
2ª	Vamos refletir um pouco... Detergente ou sabão: Qual polui mais?	A partir da leitura e discussão do texto: “Detergente ou sabão: Qual polui mais?” os alunos tiveram a oportunidade de conhecer a estrutura química do sabão, do detergente biodegradável e do detergente não biodegradável. Após a leitura e discussão do texto, os alunos foram para o laboratório e, em grupo, responderam as questões referentes ao texto.
3ª	A Química em nossas vidas... Conhecendo sobre a Química dos sabões e detergentes.	A professora utilizou uma apresentação em slides intitulada “A Química dos sabões e detergentes”. Durante a apresentação, os alunos foram instigados a responder perguntas feitas pela professora, deixando nítido todo o conhecimento prévio que tinham em relação à polaridade das moléculas e a solubilidade. Para finalizar a aula, os alunos tiveram a oportunidade de participar da construção de um modelo que representava a estrutura química de uma micela, o que permitiu maior participação dos alunos, e possibilitou uma maior aquisição do conhecimento.

4ª	Realização de testes em amostras de detergentes[3].	Nesta aula, ministrada no laboratório, foram realizados dois testes: no primeiro teste foi feita a comparação visual da concentração de substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira em quatro marcas de detergentes neutros. No segundo teste, foi feita a comparação da viscosidade do detergente e do amaciante comum, utilizando um dispositivo baseado no viscosímetro de esfera cadente ou método de Stokes, em que uma pequena esfera atravessa a mesma profundidade de líquidos diferentes em tempos diferentes. Em seguida, foi feita a leitura e discussão do texto: O que podemos aprender com os experimentos feitos em sala, onde foi discutido conceitos de viscosidade e concentração, além das vantagens de se utilizar o amaciante concentrado em relação ao amaciante comum, principalmente, em termos ambientais.
5ª	Colocando a mão na massa: Produção de sabão ecológico.	Os alunos foram para o laboratório e, em grupo, resolveram as três primeiras questões da sequência didática (questões 1 a 3). Após a resolução dos exercícios, os estudantes foram para a quadra da escola para produzir o sabão ecológico. Os alunos tiveram a oportunidade de verificar como o óleo de cozinha pode ser reutilizado para a fabricação de sabão.
6ª	Estequiometria: A matemática da Química.	O conceito de estequiometria foi relembrado aos alunos através da pergunta inicial**:** *Para fabricar o sabão ecológico foi necessário dissolver certa quantidade de soda cáustica em água. Em seguida, foi misturado óleo filtrado a essa solução. Caso seja necessário triplicar essa receita, qual a quantidade de soda cáustica, água e óleo precisaremos utilizar?* A partir da discussão inicial foi feita a revisão de estequiometria, onde a professora relembrou aos alunos conceitos de: equação química, reagentes, produtos, estados físicos das substâncias, fórmulas das substâncias: soda cáustica, óleo ou gordura, sabão e glicerina. Em seguida, foi feita uma atividade para mostrar o rearranjo de átomos em uma reação e a importância do balanceamento da equação química. Para revisar o conteúdo de estequiometria, a professora resolveu junto aos alunos a questão 4 letra A.
7ª	Aplicando o conhecimento científico.	Os alunos foram para o laboratório e, em grupo, resolveram as questões: 4 (letras B e C), 5 e 6. Os alunos reclamaram muito do tamanho das fórmulas dos compostos orgânicos, principalmente, quando tiveram que calcular o valor da massa molar.

[3] Os testes de viscosidade realizados neste trabalho se relacionam com a seguinte proposta trazida na seção *Experimentação no Ensino de Química*, da Revista Química Nova na Escola: VAZ, E. L. S, ACCIARI, H. A., ASSIS, A., CODARO, E. N. Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. **Química Nova na Escola**, v. 34, n.3, p. 155-158, Agosto de 2012.

		Apresentaram boa vontade para fazer os exercícios, no entanto, gastaram muito tempo para resolver a parte matemática das questões.
8ª	Qual a diferença entre dissolver e diluir?	A professora revisou os conceitos: soluto, solvente, solução, dissolução e diluição. Ao explicar como ocorre o processo de dissolução, a professora observou que os alunos não pensam na dissolução em termos de interações químicas. Para finalizar a aula, os alunos foram para o laboratório e, em grupo, resolveram as duas últimas questões da sequência didática: Questões 7 e 8.

Conforme relatado anteriormente, o Quadro 1 nos fornece uma ideia preliminar sobre as atividades desenvolvidas na sequência didática investigativa sobre cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções. Porém, para que o leitor tenha uma compreensão mais detalhada do processo ocorrido em sala de aula, consta-se no próximo item o Estudo de Caso referente às aulas da sequência didática.

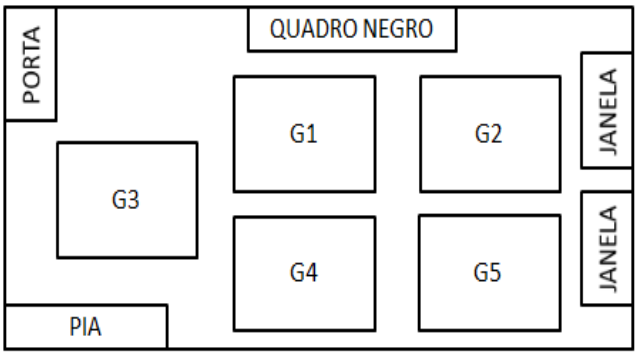
5.3 Estudo de caso com a descrição analítica do processo de ensino

A seguir, será apresentado o estudo de caso contendo a descrição analítica do processo de ensino que ocorreu em cada aula da sequência didática. É importante destacar que na primeira aula da sequência, a professora organizou os estudantes em cinco grupos. Os grupos, em diversos momentos ao longo da aplicação da sequência didática, se reuniram no laboratório para discutir e responder as questões propostas. A distribuição dos alunos em grupos está apresentada na Tabela 1 a seguir e a forma como esses grupos eram organizados no laboratório pode ser verificada no esquema da Figura 11.

Tabela 1: Distribuição dos alunos em grupos.

Grupo de trabalho	Alunos
Grupo 1 (G1)	A3, A10, A11, A14, A17
Grupo 2 (G2)	A1, A13, A16, A18, A23
Grupo 3 (G3)	A5, A8, A19, A25, A27
Grupo 4 (G4)	A2, A9, A12, A15, A22, A24
Grupo 5 (G5)	A4, A6, A7, A20, A21, A26

Figura 11: Esquema representando o laboratório.



Estudo de Caso referente à 1ª Aula: Tensão superficial da água e sua importância para o meio ambiente.

Na primeira aula da sequência didática (APÊNDICE A), foram, inicialmente, levantadas as ideias prévias dos estudantes por meio das questões: *O que é normalmente feito com os óleos e gorduras após utilizá-los em casa? Você sabe qual a diferença entre sabão e detergente? Você sabe dizer o que polui mais o meio ambiente: se é o sabão ou o detergente? O que é sabão ou detergente biodegradável? Qual a importância deles para o ambiente? Qual a função do amaciante utilizado para enxaguar as roupas? Você sabe a diferença entre o amaciante comum e o amaciante concentrado? Você sabe o que é a tensão superficial da água?* Essas perguntas permitiram a discussão das ideias prévias dos discentes e fomentaram a argumentação durante a aula. Isso pode ser verificado na passagem a seguir, em que dois estudantes (A5 e A9) apresentaram ideias diferentes sobre a diferença entre sabão e detergente: *Vocês sabem qual a diferença entre sabão e detergente?* A3 respondeu: *Eu acho que na fórmula do detergente tem uma parte polar e uma apolar*; A4 disse: *Eu acho que o detergente é desengordurante;* A5 falou que o detergente é melhor para lavar louça, resposta que fez A9 discordar, argumentando que considera o sabão melhor.

A pergunta feita pela professora no momento seguinte a essa passagem evidenciou que a discussão sobre questões sociocientíficas em sala de aula pode estimular habilidades relacionadas à capacidade de tomada de decisão que, de acordo com Santos e Maldaner (2011) e Ferraz e Sasseron (2017), decorre da necessidade de se desenvolver posturas críticas de julgamento e de criar justificativas para sustentar um determinado ponto de vista, fato que pode ser verificado nos turnos de fala a seguir:

> P: *O que é sabão ou detergente biodegradável? Qual a importância deles para o ambiente?*
>
> A23: *Ele se decompõe, se degrada.*

> *P: Mas ele se degrada pela ação de quem?*
>
> A21: *Pela vida... Bio é vida.*

A partir dos turnos de fala anteriormente apresentados, foi observado que o aluno (A23) demonstrou não ter um entendimento do processo de degradação do detergente no ambiente, mas demonstrou uma forma de pensamento coerente que se baseou na palavra Biodegradável e sua possível relação com o processo químico. Nesse momento, cabe ao professor prosseguir com a construção conceitual, permitindo aos estudantes um entendimento além do processo, em diálogo com as questões da Ciência.

Na sequência, foi questionado se os estudantes sabiam dizer o que polui mais o meio ambiente: se é o sabão ou o detergente. Todos responderam ser o detergente. No entanto A9 argumentou: *Mas professora, tecnicamente o sabão é mais concentrado e o detergente é diluído em água, não teria que ser o contrário?* Nessa passagem, foi possível perceber que A9 relacionou o estado físico da substância com a concentração. Para A9, o sabão deveria ser mais prejudicial ao meio ambiente, por se encontrar no estado físico sólido, o que de acordo com o seu conhecimento prévio, o tornaria mais concentrado. Esse fato demonstra a importância do professor conhecer as ideias inerentes ao senso comum dos estudantes e, a partir delas, trabalhar o conteúdo químico.

Dessa forma, à medida que as discussões ocorreram, a professora procurou verificar os conhecimentos prévios dos discentes sobre o tema ambiental relacionado ao uso dos sabões e detergentes, bem como acerca dos conteúdos científicos abordados na sequência didática. Assim, os questionamentos feitos pela professora foram responsáveis por uma ampla discussão entre os estudantes e a docente, conforme se destaca nos trechos a seguir:

> P: *Vocês sabem a diferença entre o amaciante comum e o amaciante concentrado?*
>
> A24 [responde rapidamente]: *Eu sei que o concentrado é mais cheiroso, mais forte.*
>
> A4: *Tem menos água e mais soluto*.
>
> [...]
>
> P: *Vocês sabem o que é a tensão superficial da água?*
>
> A9: *É uma película que se forma e permiti os insetinhos andarem sobre a superfície da água*.
>
> P: *Mas o que é essa película?*
>
> A5: *São as ligações de hidrogênio formadas entre as moléculas de água.* [A4, A5 e A9 lembraram que no ano anterior foram feitos experimentos sobre tensão superficial].

Essa discussão permitiu constatar importantes relações entre as ideias dos alunos próprias ao senso comum e à científica: O amaciante concentrado é mais cheiroso e mais forte porque tem mais soluto. Ao mesmo tempo, possibilitou resgatar conceitos trabalhados na série anterior, como a interação química do tipo ligação de hidrogênio.

Além disso, diferentemente das aulas tradicionais as quais os alunos estavam acostumados a vivenciar, a inserção de questões sociocientíficas no contexto escolar favoreceu o debate em sala de aula e propiciou um maior envolvimento dos estudantes na discussão. O que de acordo com Ferraz e Sasseron (2017), esse é considerado um momento ideal para o compartilhamento de diferentes pontos de vistas, permitindo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, as quais "além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas" (FERRAZ; SASSERON, 2017, p. 6).

Após essa discussão inicial, a professora pediu para os alunos irem para o laboratório e, em grupo, verificar a influência dos detergentes na tensão superficial da água, por meio de um simples experimento (Figura 12). Na execução do mesmo, os discentes mostraram entusiasmo e, por já terem estudado a tensão superficial na série anterior, fizeram a descrição das observações experimentais sem dificuldade.

Figura 12: Experimento sobre a influência dos detergentes na tensão superficial da água.

A turma como um todo demonstrou ter gostado do experimento, se envolvendo bastante com a atividade realizada. Segundo Carvalho e Gonçalves (1999), as propostas trazidas pelo professor, quando estimulam o interesse dos estudantes e promovem o engajamento dos mesmos com as atividades propostas, geram aprendizado sobre conceitos e sobre Ciências, propiciando a ampliação de seus conhecimentos, fato que pode ser verificado nas observações apresentadas pelos grupos em relação ao experimento realizado:

> **Grupo 1:** Ao colocarmos o giz raspado sobre a água, devido à tensão superficial, ele fica na superfície, porém, ao pingarmos o detergente, ele

> quebra as ligações de hidrogênio e com ela a tensão superficial. Logo o pó de giz, por ser mais denso, vai para o fundo.
>
> **Grupo 2:** Após colocar uma gota de detergente no copo, as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água foram "quebradas" e, consequentemente, o giz que estava sustentado pela tensão na superfície inicialmente, foi para o fundo, já que é mais denso que a água.
>
> **Grupo 3:** Enchemos o copo com água até a metade, depois, com uma tesoura raspamos um giz laranja na água. Algumas raspas de giz desceram, porém, a maioria ficou na superfície. Essas ficaram sobre a água, devido a tensão superficial da água, na qual as moléculas de água, fazem ligações de hidrogênio criando uma película na superfície da água. Depois, com um conta-gotas, pingamos uma gota de detergente que rompeu as ligações de hidrogênio, fazendo com que as raspas descessem devido a sua densidade ser maior que a da água.
>
> **Grupo 4:** O giz, apesar de ser mais denso que a água (o que tecnicamente o faria descer), fica retido na superfície graças a tensão superficial formada pela ligação de hidrogênio entre as moléculas de água. Quando é inserido o detergente ao sistema, este quebra essas ligações, quebrando junto a tensão superficial e fazendo o giz descer.
>
> **Grupo 5:** Inicialmente com o copo apenas com água, uma tensão superficial foi criada. Essa tensão foi capaz de manter o giz sob a superfície. Porém, com a adição do detergente a tensão foi quebrada, possibilitando a submersão do giz raspado, que ficou depositado no fundo do recipiente, já que é mais denso que a água.

Estudo de Caso referente à 2ª Aula: Vamos refletir um pouco... Detergente ou sabão: Qual polui mais?

Na segunda aula da sequência didática (APÊNDICE A), foi feita uma breve revisão do que foi abordado na aula anterior. Em seguida, foi feita a leitura e discussão do texto: Detergente ou sabão: Qual polui mais? À medida que os alunos faziam a leitura, a professora explicava os principais conceitos relacionados à parte do texto que foi lida. Foi observado, logo no começo da leitura, o interesse dos estudantes pelo tema CTS abordado no texto e, também, foi verificada uma atitude mais consciente e responsável acerca do problema apresentado, conforme pode ser averiguada na opinião de A6, quando afirma que "*no caso da poluição, é uma coisa errada descartar o esgoto doméstico direto no rio*".

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011) e Santos e Maldaner(2011), o professor ao trabalhar em sala de aula temas relacionado à Ciência, Tecnologia e Sociedade, tem a possibilidade de fomentar discussões que envolvem e despertam nos estudantes o interesse pela Química, bem como a consciência para desempenhar atitudes mais responsáveis e sustentáveis no seu dia a dia.

À medida que a leitura do texto foi sendo realizada, as discussões foram acontecendo e, novamente, fomentaram debates enriquecedores entre professora e aluno e entre alunos. Isso pode ser visto no recorte a seguir da descrição dos áudios das aulas:

> Quando a professora falou sobre a matéria-prima utilizada para a produção do detergente: o petróleo, A23, também perguntou: *Como o petróleo pode ser um recurso não renovável mesmo sendo formado a partir de matéria orgânica?* A1 respondeu imediatamente: *Isso tem a ver com o tempo geológico, ou seja, para o petróleo ser obtido precisa-se de um tempo geológico muito longo, muito além da média da expectativa de vida de uma população que consome diariamente esse recurso.*

Nessa passagem, foi possível constatar a relação estabelecida entre o conteúdo de Química com conhecimentos do dia a dia do estudante, bem como com o conteúdo de outra disciplina: a Geografia. Nesse sentido, observou-se que um ensino contextualizado e interdisciplinar, que leva em conta os conhecimentos dos estudantes, pode garantir a participação de todos no processo educacional e o engajamento na construção da cidadania plena (SANTOS, 2010).

Na sequência, a professora mostrou a estrutura química de um sabão, de um detergente biodegradável e de um não biodegradável. Nesse momento, os alunos foram apresentados às estruturas químicas de compostos orgânicos, que só serão estudados mais profundamente por eles na 3ª série do Ensino Médio. Mesmo assim, demonstraram uma boa compreensão acerca desse conteúdo, respondendo prontamente as perguntas feitas pela docente. Ao ensinar a fórmula de linha para os alunos (Figura 13), a professora relembrou conceitos importantes estudados na série anterior, como a ligação covalente, a valência do átomo de carbono e do hidrogênio.

Figura 13: Professora-pesquisadora apresentando aos alunos a fórmula de linha para o sabão.

Quando solicitados a responder a pergunta feita pela professora: *O que significa ser biodegradável?* Rapidamente A5 associou o termo biodegradável a uma marca nacionalmente conhecida, que utiliza para divulgação e para atrair cada vez mais consumidores o fato de produzir um detergente biodegradável.

A professora aproveitou esse momento para explicar que um produto biodegradável é decomposto, na presença de microrganismos vivos, sendo transformado em moléculas neutras (água, gás carbônico) e em íons (nitrito, nitrato, fosfato, sulfato). Ressaltando que os produtos dessa decomposição podem ser utilizados como nutrientes para as plantas. Essa discussão evidencia um ensino mais dialógico e comprometido com a problemática socioambiental, o qual pode ter sido favorecido pelo estabelecimento de relações com a realidade dos estudantes, possibilitando-os analisar e avaliar situações do seu cotidiano a partir do conhecimento químico adquirido em sala de aula (LATINI et al, 2013; SASSERON, 2015).

Já no final da leitura e discussão do texto, dois estudantes fizeram o comentário mostrado a seguir, que assim como ocorreu no início da aula, ressalta a importância da abordagem de temas CTS em sala para o estudante assumir "uma postura comprometida em buscar posicionamentos sobre o enfrentamento dos problemas ambientais e sociais vinculados às aplicações da Química na sociedade" (SANTOS, 2011, p. 303).

> A4 e A10 fizeram uma importante observação: *O detergente ou sabão descartado diretamente no meio ambiente vai causar um grande impacto ambiental, sendo assim todo esgoto doméstico e industrial deveria ser tratado antes de seu descarte*.

Após a leitura e discussão do texto, os alunos foram para o laboratório e, em grupo, responderam as duas questões referentes ao texto. Foi um momento muito rico de reflexão e de debates de ideias que culminou nas respostas a seguir:

> **Grupo 1:** Os sabões e detergentes "Biodegradáveis", são compostos orgânicos de cadeia não ramificadas, que podem ser decompostos por fungos e bactérias aeróbicas, causando menos danos ao meio ambiente. Os principais impactos ambientais causados pelo descarte de detergentes não biodegradáveis são: a morte dos fitoplânctons; a permeabilidade das aves, que faz com que elas caiam e afundam na água, assim morrendo; as bolhas e restos de sabões e detergentes, ao ficarem sobre a água, impedem a entrada de radiação solar, a menor absorção de gás oxigênio, impedindo o processo de fotossíntese, causando a morte da flora marinha, algas, etc. Para diminuir esses impactos, alternativas propostas são: criação de poços de tratamento de água e detergentes, e a conscientização sobre diminuição do uso de detergentes.
>
> **Grupo 2:** São aqueles que possuem cadeia carbônica não ramificada que possibilitam que os microrganismos aeróbicos presentes na água quebrem essas cadeias, liberando íons e moléculas neutras dos sabões e detergentes. A espuma produzida pelo sabão ou detergente que entra na água pode impedir a entrada de radiação e oxigênio nela, impedindo também a dissolução do oxigênio, interferindo na vida do zooplâncton. Além disso, os pés das aves têm características gordurosas que quando em contato com o detergente na água, quebram a cadeia carbônica possibilitando que a ave afunde. As medidas são o uso consciente de sabão e detergente biodegradáveis e construção de postos de tratamento de rejeitos domésticos.

> **Grupo 3:** São substâncias que degradam no meio ambiente com a ação natural do meio, devido aos microrganismos (bactérias aeróbicas que necessitam de O_2). Ambos os produtos possuem cadeias não ramificada de carbono que são "facilmente" degradadas na natureza. Impedem a entrada de gás oxigênio na água, afetando assim as formas aeróbicas aquáticas. A liberação de detergente retira a secreção oleosa que reveste as aves e a impermeabiliza, podendo morrer afogadas, caso entrem em contato com a água. Prevenir: tratamento nos esgotos, antes da liberação nos rios; usar produtos de forma consciente e fazer o descarte dessas substâncias em lugares apropriados.
>
> **Grupo 4:** Que se degrada naturalmente com o tempo ou ação de organismos, não poluindo. Dentre os impactos ambientais estão a poluição e desequilíbrio da cadeia alimentar, causado pela morte de aves que tem seu revestimento oleoso rompido pela ação de detergente não degradável, causando seu afogamento uma vez que perderam sua impermeabilidade. Além disso, ainda ocorre a morte de peixes que dependem de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton, que também são afetadas com esse impacto. Para evitar situações com essa, deve-se ter uma preferência por sabões biodegradáveis e tratamento do esgoto antes do descarte.
>
> **Grupo 5:** São os produtos que não poluem o meio ambiente, pois se decompostos por microrganismos presentes na água. O descarte destes detergentes nos rios, lagos e mares ocasionam problemas ambientais, como a morte dos fitoplânctons e podem impactar diretamente a vida das aves que vivem na beira dos rios, pois o contato com estes detergentes faz com que as aves percam a secreção oleosa que as impermeabiliza, podendo fazer com que as aves afundem ao coçar e, consequentemente, morrem. Uma alternativa para reduzir os danos ao meio ambiente é tratar a água de esgoto antes da mesma ser depositada nos rios e mares.

Estudo de Caso referente à 3ª Aula: A Química em nossas vidas... Conhecendo sobre a Química dos sabões e detergentes.

A terceira aula da sequência (APÊNDICE A) foi ministrada usando como recurso didático uma apresentação em slides intitulada *A Química dos sabões e detergentes* (APÊNDICE B). A professora-pesquisadora iniciou a aula com a pergunta: *Vocês já lavaram prato engordurado somente com água?* Esse questionamento fomentou uma ampla e interessante discussão entre os alunos e a docente sobre polaridade das moléculas e solubilidade, conforme destacamos no trecho a seguir:

> P: *Vocês já lavaram prato engordurado somente com água?* A17 respondeu: *Já! não limpa não!* Em seguida, a professora questionou: *Com qual aspecto vai ficar?* A3: *Fica engordurado;* A24: *Ensebado*; A9: *Não mistura a água com a gordura*.
>
> P: *Moléculas de água são polares e de gorduras são apolares por isso não se misturam, não existe afinidade química entre elas!*
>
> Foi apresentada mais uma pergunta pela professora: *O que poderia ajudar a retirar a gordura dos pratos?* A3, A5, A9 e A23 responderam: *Sabão e detergente*.
>
> Na sequência, a professora perguntou: *Mas vocês já tentaram remover a gordura de uma panela usando somente sabão ou detergente?* A23 disse: *Já tentei... não dá certo também!* Então a turma concluiu que para remover a gordura é necessário o sabão ou detergente e, também, a água.

A partir dessa discussão foi possível verificar que os alunos sabiam previamente que a água e a gordura não se misturam, uma vez que, são moléculas de polaridades diferentes, onde a água é uma molécula considerada polar e a gordura, apolar. A partir dos seus conhecimentos prévios, os alunos foram capazes de responder que para retirar a gordura dos pratos é necessário usar sabão ou detergente. Como demonstrado anteriormente, a professora-pesquisadora tentou contribuir para enriquecer ainda mais a discussão dizendo aos alunos que sabão ou detergente sozinho não remove a gordura e que, além deles, é fundamental também a presença da água. Na sequência, três alunos (A3, A5 e A24) fizeram uma importante observação sobre a ação do detergente ou do sabão na limpeza e o diálogo anterior prosseguiu:

> A3, A5 e A24: *O detergente se junta à molécula de gordura e à molécula de água e sai...* A professora disse: *Sai pra onde? Mas quem vai ajudar ele sair?* A5 respondeu: *A água. Então é assim: Quando o sabão reage com a gordura é como se fosse assim: a água vem pegando uma molécula de detergente que ta junto com a gordura e vai saindo igual uma quadrilha... vem o par e vai pegando a menina e indo?*
>
> A3 completou: *O detergente necessita ter uma parte polar e outra apolar, de maneira a interagir tanto com a água quanto com a gordura.* A professora perguntou: *A parte polar do detergente vai interagir com quem?* A8 disse: *Vai interagir com a água* e ao perguntar com quem a parte apolar vai interagir, os alunos foram unânimes em responder que é com a gordura.

Essa discussão demonstrou uma interessante associação estabelecida por A5: correlacionou a atuação do detergente no processo de remoção de gorduras com uma quadrilha, o que culminou na conclusão feita por A3, enfatizando que o detergente tem uma parte polar e outra apolar que o possibilita interagir tanto com a água quanto com a gordura. Assim, verificou-se que quando o professor solicita a participação dos alunos em sala e leva em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, pode garantir aos alunos um ensino mais contextualizado que fomenta importantes discussões que levam a construção do conhecimento acerca de um conteúdo, antes mesmo desse ser discutido sob o ponto de vista da Química (SANTOS, 2010). A professora deu continuidade à aula, apresentando aos alunos a estrutura do sabão, o que motivou a sequência de turnos a seguir:

> P: *Essa parte que está em azul é a cadeia?*
>
> A3 e A5: *Carbônica*.
>
> P: *Essa cadeia é normal ou ramificada?*
>
> A1, A5 e A24: *Normal*.
>
> P: *Logo esse sabão é ou não biodegradável?*
>
> A turma foi unânime em responder que é biodegradável.

A9: *Quem vai limpar na verdade é a água?*

A24: *A água sozinha não limpa, nem o detergente sozinho... um vai ajudar o outro no processo de remoção da gordura.*

A discussão anterior permitiu que a professora revisasse conceitos trabalhados na aula anterior e iniciasse uma explicação acerca de como o sabão ou o detergente atuam na limpeza. A partir do comentário feito por A24, a docente disse que ao adicionar sabão ou detergente à água, suas moléculas se distribuem na forma de pequenos glóbulos, denominados micelas. A professora explicou todo o processo de formação das micelas e propôs para a turma a construção de um modelo que representasse a estrutura da micela e a sua ação na remoção das gorduras.

Para isso, a professora colocou um papel cartão azul no quadro e pregou, no seu centro, um papel amarelo que representava a gordura. Mostrou a estrutura que representava o detergente e a que representava a água. Posteriormente, disse aos estudantes que a micela deve ter uma estrutura globular, ressaltou que a parte branquinha da estrutura do detergente é apolar. Em seguida, solicitou a participação dos alunos e então, A1 colocou a parte apolar do detergente voltada para a molécula de gordura e a parte polar mais afastada da gordura, motivando a participação dos alunos: A1, A5, A10, A11, A13, A17, A18 e A24 nessa dinâmica.

A montagem da micela (Figura 14) permitiu maior participação e envolvimento dos alunos na aula. Além disso, permitiu relacionar a disciplina de Química com a de Biologia, fato que foi verificado quando A9 associou a estrutura da micela com a camada fosfolipídica. Também, possibilitou a ampliação dos conhecimentos dos estudantes, como pode ser observado nos turnos a seguir:

P: *Quem vai interagir com a parte polar do sabão ou detergente?*

A3 e A17: *A água*;

A9: *Tem importância o lado que a molécula de água fica para interagir com a parte polar do sabão ou detergente?*

P: *Como apenas representei a parte polar e não coloquei se o detergente é aniônico ou catiônico, não tem a necessidade de colocar a água na posição correta. Mas, se fosse um detergente catiônico, qual parte da molécula de água se ligaria a esse detergente?*

A24: *O oxigênio*.

P: *Por quê?*

A24: *Porque o oxigênio é mais eletronegativo que o hidrogênio*.

Figura 14: Modelo representativo da estrutura da micela.

Após essa discussão, a professora-pesquisadora ressaltou que a capacidade de limpeza de um sabão ou detergente não depende do seu poder de espumar, mas de sua propriedade de formar micelas estáveis. Essa explicação dada pela docente motivou uma mudança de consciência nos alunos como pode ser identificada na passagem a seguir:

> P: *Qual o papel das espumas no processo de remoção da sujeira?*
>
> A3, A5 e A22: *Nenhuma*.
>
> A24: *Na verdade se formar muita ou pouca espuma não tem nada a ver com a limpeza, é apenas um atrativo, a diferença é para o meio ambiente e não para o processo de limpeza... já que se formar muita ou pouca espuma, mas formar micela estável, vai limpar de qualquer jeito.*
>
> A4 e A24 finalizaram a discussão com uma sugestão: As empresas responsáveis por fabricar detergentes deveriam colocar o mínimo possível de substâncias espumantes na fórmula do produto, de modo a evitar poluição ao meio ambiente.

Estudo de Caso referente à 4ª Aula: Realização de testes em amostras de detergentes.

A quarta aula da sequência didática (APÊNDICE A) foi ministrada no laboratório, onde foram realizados dois testes: no primeiro teste foi feita a comparação visual da concentração de substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira em quatro marcas de detergentes neutros (Figura 15). Já no segundo Teste (Figura 16), foi feita a comparação da viscosidade do detergente e do amaciante comum, utilizando um dispositivo baseado no viscosímetro de esfera cadente ou método de Stokes, em que uma pequena esfera atravessa a mesma profundidade de líquidos diferentes em tempos diferentes (VAZ et al., 2012).

Figura 15: Quatro diferentes marcas de detergentes neutros para a realização do Teste 1.

Figura 16: Comparação da viscosidade do detergente e do amaciante comum (Teste 2).

Inicialmente, os alunos foram distribuídos nos grupos estabelecidos pela professora-pesquisadora na primeira aula da sequência didática. Em seguida, a docente pediu para A1 ler o roteiro referente ao Teste 1. Após a leitura, foi entregue para o primeiro grupo amostras de quatro diferentes marcas de detergentes neutros. Para isso, a professora retirou previamente os rótulos dos detergentes, substituindo-os por etiquetas enumeradas de 1 a 4. Após o primeiro grupo fazer as observações, passaram os quatro detergentes para o próximo grupo e, assim, sucessivamente. Os alunos foram orientados a agitar as amostras de detergentes e a observar a sua consistência e coloração (Figura 17). Além disso, a docente disponibilizou para cada grupo uma tampinha transparente onde os alunos puderam pingar gotas do detergente e verificar, por exemplo, a sua viscosidade.

Figura 17: Alunos, em grupo, realizando o Teste 1.

Após os grupos terem concluído a realização do Teste 1, a professora disponibilizou 10 minutos para os alunos fazerem a discussão e anotação das observações acerca do teste realizado. As discussões em relação ao Teste 1, resultaram nos registros a seguir:

> **Grupo 1:** Após as observações, concluímos que o detergente mais viscoso é o de número 4, sendo mais concentrado. Já o menos viscoso é o número 2, que não é muito concentrado. A concentração do 4>3>1>2.
>
> **Grupo 2:** Detergente 1 (menos viscoso, claro, pouco concentrado), Detergente 2 (pouco viscoso, amarelado, concentrado), Detergente 3 (viscoso, mais amarelado, mais concentrado), Detergente 4 (pouco viscoso, amarelado, pouco concentrado). A melhor opção é o 4, já que tem características equilibradas.
>
> **Grupo 3:** Amostra 1 (menos viscoso, menos concentrado, muito aquoso, menos eficiente), Amostra 2 (mais ou menos viscoso, concentrado, eficiente), Amostra 3 (menos viscoso, menos concentrado, menos eficiente), Amostra 4 (mais viscoso, mais concentrado, menos eficiente). A melhor opção é o 4, já que tem características equilibradas.
>
> **Grupo 4:** O detergente número 3 apresenta maior viscosidade e coloração mais intensa, sendo assim, caracterizado como mais concentrado. Em compensação, o detergente número 1 possui a coloração menos intensa e menor viscosidade, sendo assim o menos concentrado. O mais recomendado para o uso é o número 3, por possuir maior concentração.
>
> **Grupo 5:** O detergente 1 e o 4 são de menor viscosidade. O detergente 3 é o de maior viscosidade e concentração. O detergente 1 é o de menor concentração.

Na sequência, a professora-pesquisadora explicou o conceito de viscosidade e, fez uma pergunta à turma que fomentou a seguinte discussão:

> *P: Se o líquido é muito viscoso, ele deve ser mais ou menos concentrado?* A turma foi unânime em responder que é mais concentrado.
>
> P: *Se o detergente está com uma cor mais intensa que outro o que isso pode indicar?* A8, A17 e A21 disseram: *Mais concentrado*.

A partir da discussão anterior, foi possível verificar importantes relações estabelecidas pelos alunos em relação à viscosidade, a concentração e a intensidade da cor dos detergentes analisados: Quanto mais intensa fosse a cor, maior a concentração e sua viscosidade. Nesse momento, a docente ressaltou que a viscosidade é um critério verificado em testes de qualidade de produtos de higiene pessoal e de limpeza, citou como exemplo o detergente, que só é aprovado no teste de qualidade se não estiver nem líquido demais, nem concentrado em excesso. Ressaltou também, que as substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira nos detergentes deve estar em uma concentração adequada, caso contrário, pode fazer com que aquele produto não tenha a mesma eficácia, podendo ocasionar problemas ao meio ambiente e na saúde do consumidor.

Em seguida, A24 fez a leitura do roteiro referente ao Teste 2 e, de maneira demonstrativa, a professora realizou o segundo teste. Ao deixar as duas esferas escoar no detergente e no amaciante foi muito difícil cronometrar, ao mesmo tempo, os tempos dos dois líquidos. Sendo assim, o experimento foi repetido fazendo a triplicata, primeiro, com o amaciante e depois com o detergente. Os tempos cronometrados para o detergente e para o amaciante estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Tempos cronometrados para o detergente e para o amaciante comum (Teste 2).

Ordem para o tempo	Amaciante comum (segundos/s)	Detergente (segundos/s)
Tempo 1	48	65
Tempo 2	58	56
Tempo 3	38	87
Média dos tempos	48	69

Como verificado, a média dos tempos cronometrados para o detergente neutro foi superior ao do amaciante comum. Dessa forma, concluiu-se que o detergente analisado era mais viscoso que o amaciante. No entanto, esse resultado não era esperado, visto que de acordo com a literatura consultada[4] o amaciante é mais viscoso que o detergente. Sendo assim, a professora debateu com os alunos o resultado obtido, verificando-se o seguinte argumento de A1 para explicar a situação experimental observada: "*Devem ter colocado muita água nesse amaciante, ele está menos concentrado... logo, está menos viscoso*". A partir dessa passagem, foi possível verificar que o estudante ao ser motivado a resolver um problema é encorajado a formular hipóteses, testá-las de diferentes maneiras e modificá-las de acordo com os resultados experimentais.

Dessa forma, foi observado que um experimento a principio de caráter demonstrativo, tornou-se uma prática investigativa onde os alunos tiveram que propor uma explicação coerente para um resultado obtido diferente do esperado. Ainda, puderam relacionar de maneira direta o experimento realizado com um dos temas químicos trabalhados nessa sequência didática (a concentração). Além disso, as

[4] Mon Bijou® amaciante de roupas, cor azul, viscosidade Brookfield (25 ^{0}C): Mín. 400 cps. Disponível em: www.impakto.com.br/web/produtoEspecificacao/021008.pdf. Acesso em: 16/10/18.

Lava-louças Ypê® neutro, cor amarelo, viscosidade Brookfield (25 ^{0}C): Mín. 250 cps. Disponível em: www.copapel.com.br/copapel/ficha-tecnica/9009/FISPQ_LAVA-LOUCAS_NEUTRO.PDF. Acesso em: 16/10/18.

perguntas propostas pela professora no decorrer da atividade e no fechamento da mesma, não se restringiram apenas a confirmar o que o estudante já sabia a respeito do assunto, mas permitiram aos discentes pensarem, refletirem e proporem hipóteses na tentativa de respondê-las.

No fim da aula, foi discutida a diferença entre amaciante concentrado e comum, viscosidade e concentração, tendo como base o texto *O que podemos aprender com os experimentos feitos em sala*. Nesse momento, foram ressaltadas as vantagens de se utilizar o amaciante concentrado em relação ao amaciante comum, principalmente, em termos ambientais.

Estudo de Caso referente à 5ª Aula: Colocando a mão na massa: Produção de sabão ecológico.

A quinta aula da sequência (APÊNDICE A) foi ministrada, inicialmente, no laboratório, onde os estudantes, em grupo, resolveram as três primeiras questões da sequência didática: questões 1 a 3 (Figura 18). As respostas dos grupos referentes a cada questão estão descritas a seguir:

Figura 18: Alunos, em grupo, resolvendo as três primeiras questões da sequência didática.

Questão 1: Nessa questão foram apresentadas as representações esquemáticas da gordura e das partes constituintes de um sabão (parte hidrofóbica e hidrofílica). A partir disso, foi pedido aos alunos que indicasse qual das apresentações fornecidas apresentava a orientação correta das moléculas do sabão em relação à gordura, justificando a sua resposta.

Grupo 1: A representação correta é a da molécula "B", porque a parte hidrofóbica, que tem aversão à água, se liga à molécula de gordura, que

também tem aversão à agua. Já a parte hidrofílica, se liga as moléculas de água, dessa forma criará micelas estáveis, que envolvem a gordura, e com ajuda da água é removida, deixando o recipiente isento de gordura.

Grupo 2: A representação B, pois a parte hidrofóbica tem mais afinidade com a partícula gordurosa, desfazendo suas ligações e sendo eficaz na limpeza, enquanto a parte hidrofóbica tem afinidade com a água.

Grupo 3: A representação B, pois a parte hidrofóbica do sabão é polar, se ligando assim à molécula de gordura, que também é apolar. Já a parte hidrofílica é polar, sendo atraída pelas gotículas de água, que também apresenta a mesma característica mencionada. O efeito da detergência na lavagem de pratos gordurosos ocorre devido a junção da água + detergente + gordura, as chamadas micelas, que são "carregadas" pela água quando enxaguamos, retirando assim as moléculas de gordura.

Grupo 4: A representação correta das molécula de sabão em relação à gordura é a da figura B, pois a parte hidrofóbica tem que estar ligada a gordura e a parte hidrofílica deve se ligar a água, estando assim, na parte exterior da micela, o que esta perfeitamente mostrado na figura.

Grupo 5: Representação B, pois a parte hidrofóbica reage com a gordura e a hidrofílica reage com a água.

Questão 2: Nessa questão foi apresentado aos alunos um rótulo com a composição química e as características físico-químicas da água mineral. Além disso, no enunciado, foi descrito o processo de destilação de substâncias e a definição de água destilada. A partir disso, a letra a da questão pedia para os estudantes explicarem o que eles entendiam por "pureza" da água. E na letra b, da mesma questão, foi perguntado se eles concordavam que a água destilada não poderia ser consumida pois poderia causar um desequilíbrio na quantidade de sais presentes nas células do nosso corpo.

Grupo 1: a) Nós entendemos por água pura, a água isenta de substâncias tóxicas, a água própria para o consumo. b) Sim, pois o nosso organismo, precisa dos sais minerais presente na água para manter o equilíbrio da flora intestinal.

Grupo 2: a) A água que não é contaminada por resíduos industriais e domésticos. b) Sim, pois a água mineral que consumimos possui, como o nome já diz, sais minerais que o nosso organismo necessita. Já a água destilada é composta apenas de molécula de H_2O.

Grupo 3: a) Água própria para o consumo, ou seja, livre de substâncias tóxicas. b) Sim, pois causa desequilíbrio na flora intestinal, por não possuir os sais minerais presentes na água.

Grupo 4: a) Ausência de minerais encontrados naturalmente na água após a sua destilação. b) Sim, pois precisamos de sais minerais da água para regulação da flora intestinal que não temos em quantidades ideais no organismo.

Grupo 5: a) Nesse contexto, a pureza em termos químicos, ela é constituída somente por moléculas de água, já em outros termos uma água pura é aquela isenta de poluições, minerais, etc... b) Porque nosso organismo precisa dos sais presentes na água para manter o equilíbrio da flora intestinal.

Questão 3: Nessa questão foi apresentada a seguinte manchete de jornal: "Racionamento de energia elétrica diminui o consumo de sabonete e aumenta o de sabão em barra". A partir dela foi solicitada aos alunos uma explicação para essa mudança no padrão de consumo.

Grupo 1: Com o racionamento de energia aumentou o uso do sabão em barra, pois o sabonete forma mais espuma e, com isso as pessoas demoraram mais no banho para remover toda a espuma.

Grupo 2: Normalmente, o sabonete produz muita espuma, fazendo com a pessoa demorar mais no banho. Desse modo, o sabonete foi substituído por

> sabão em barra que não produz espuma, reduzindo o tempo no banho e assim, diminuindo o consumo de energia elétrica.
>
> **Grupo 3:** Pois o sabonete produz mais espuma, exigindo um tempo maior no banho. Já o sabão produz menos, exigindo um tempo menor no banho e diminuindo a quantidade de energia elétrica usada.
>
> **Grupo 4:** As fábricas utilizam energia elétrica para a fabricação do sabonete, já o sabão em barra pode ser fabricado em casa de forma manual, não necessitando do mesmo tanto de energia do método industrial.
>
> **Grupo 5:** Ao usarmos o sabão que dá menos espuma, gastaremos menos tempo enxaguando, logo economizaremos energia, pois isso o consumo de sabonete diminuiu e o de sabão aumentou.

Após a resolução dos exercícios, os estudantes foram para a quadra da escola, onde foi feita a segunda parte da aula: Produção do sabão ecológico. Esta parte da aula foi iniciada com a leitura do texto *Colocando a mão na massa – Produção de sabão ecológico* e, com auxílio dos estudantes e sob a supervisão da professora, foi feito o sabão. A4, A5, A8, A18, A21 e A22 ajudaram a fazer o sabão ecológico e, para isso, utilizaram máscara e luva durante o procedimento (Figura 19). Após o sabão ter sido feito, este foi guardado no laboratório.

Os alunos ficaram muito empolgados ao produzirem o sabão ecológico e propuseram para a professora-pesquisadora a realização do projeto *ECObolhas: limpe a sua consciência*. O projeto ECObolhas assumiu um caráter interdisciplinar, já que foi desenvolvido pelos alunos juntamente com as professora de Química (professora-pesquisadora) e de Biologia, ao longo de três meses. Os principais objetivos do projeto foram: incentivar o reaproveitamento do óleo de cozinha usado na fabricação de sabão, bem como orientar alunos e comunidade escolar sobre o uso correto e consciente dos produtos de limpeza. Esse projeto foi apresentado na escola, em um sábado letivo, aberto a alunos de todas as séries e a comunidade. Os alunos motivados com a receita de sabão que aprenderam nessa aula da sequência didática fizeram algumas modificações na mesma e produziram cinco diferentes tipos de sabões e sabonetes ecológicos (Figura 20), os quais foram oferecidos aos visitantes do projeto que respondiam de maneira correta às perguntas feitas pelos estudantes em relação ao tema abordado no projeto ECObolhas.

Figura 19: Sabão ecológico produzido pelos alunos.

Figura 20: Sabões e sabonetes ecológicos produzido pelos alunos no projeto ECObolhas.

Estudo de Caso referente à 6ª Aula – Estequiometria: a matemática da Química

A sexta aula da sequência (APÊNDICE A) foi iniciada com uma breve revisão da última aula, onde a professora ressaltou a importância da reutilização do óleo para a fabricação do sabão ecológico. A docente pediu para os alunos pesquisarem empresas, localizadas na cidade de Viçosa, que possuem essa iniciativa ecológica, citou como exemplo: a Casa Mendes[5]. Na sequência, fez a seguinte pergunta à classe: *Para fabricar o sabão ecológico foi necessário dissolver certa quantidade de soda cáustica em água. Em seguida, foi misturado óleo filtrado a essa solução. Caso seja necessário triplicar essa receita, qual a quantidade de soda cáustica, água e óleo precisaremos utilizar?* A turma foi unânime em responder que a receita deveria ser triplicada, o que deu origem aos turnos a seguir:

> A17: *Usaríamos 240 g de soda cáustica, 900 mL de água e 1500 mL de óleo.*
> P: *900 mL corresponde a quantos litros?*
> A3: *0,9 L.*

[5] A Casa Mendes é uma tradicional padaria localizada na cidade de Viçosa (MG).

A partir dessa pergunta inicial foi feita a revisão de estequiometria. Para isso, a professora-pesquisadora solicitou aos alunos que escrevessem a equação química presente na Questão 4 (letra A) da SDI (APÊNDICE A). A docente, também, escreveu no quadro a equação, que representa o processo de obtenção do sabão. Observou que os alunos foram reconhecendo, com base nos conhecimentos prévios, as fórmulas das substâncias: base inorgânica, óleo ou gordura, sabão e glicerina. A professora pediu para os alunos identificarem os reagente e produtos da equação química. Na sequência, fez uma pergunta que motivou os turnos a seguir:

> P: *O que indica aquela letra dentro do parêntese do lado da fórmula da substância?*
>
> A3: *O estado físico da substância*.
>
> P: *Por que a água que foi utilizada na fabricação do sabão não estava representada na equação?*
>
> A24: *NaOH (aq) , indica que o NaOH sólido foi dissolvido em água*.

A professora prosseguiu a aula pedindo aos alunos que acompanhassem as estratégias apresentadas na SDI, de modo a auxiliá-los na resolução das questões de estequiometria. Dessa forma, após terem escrito a equação química, eles receberam a tarefa de verificar se a equação estava ou não balanceada. Os estudantes verificaram que a equação estava balanceada e, em seguida, a professora propôs à turma a realização de uma atividade para mostrar o rearranjo de átomos em uma reação e a importância do balanceamento da equação química. Para isso, quatro alunos foram convidados a se levantar (A4, A5, A13 e A18), sendo dois deles para representaram (personificarem) a molécula de H_2 e os outros dois a de Br_2. Após a simulação utilizando esta analogia para descrever a ocorrência da reação química, os alunos observaram que foram formados dois HBr nessa reação. Neste momento a professora teve o cuidado de avaliar se a analogia estava sendo de fato compreendida pelos estudantes e se eles estavam estabelecendo as relações análogicas corretas. Dessa forma, é essencial que o professor discuta com os seus discentes as limitações que estão inerentes a todas as analogias, de maneira a evitar uma compreensão errada da atividade realizada (MONTEIRO; JUSTI, 2000).

A docente aproveitou a atividade para reforçar aos alunos a necessidade do balanceamento da equação química, enfatizando que em uma reação os átomos não somem nem aparecem, eles são apenas rearranjados. E que os coeficientes estequiométricos indicam a proporção em mols existente entre os participantes da reação. Fez mais uma pergunta que deu origem aos seguintes turnos:

> P: *O que representa aquele número que está antes da fórmula da substância?*
>
> A3 e A5: *São os coeficientes estequiométricos, que indicam o número de mols.*
>
> A professora disse que os produtos da reação são: sabão e glicerina, e perguntou: *Qual seria a fórmula do sabão?* A3, A5 e A8 o identificaram com base nos conhecimentos prévios que adquiriram nas aulas anteriores.

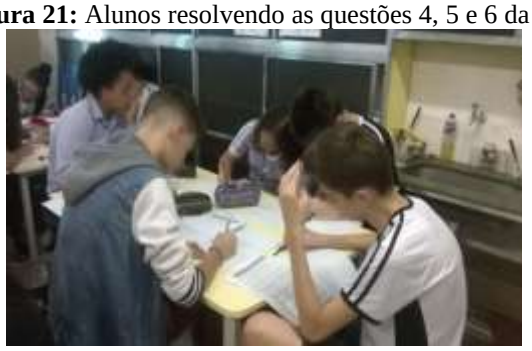
Após a atividade, a professora disse aos alunos que um dos subprodutos da fabricação do sabão é a glicerina. Explicou a função da glicerina no sabão e nos cosméticos em geral. Continuou a explicação das estratégias que podem auxiliar os estudantes na resolução das questões de estequiometria, questionando aos alunos: *Quando fizemos o sabão ecológico utilizamos hidróxido de potássio ou de sódio?* A24 rapidamente respondeu: *hidróxido de sódio*. A professora então sinalizou que para produzir sabão pode ser usada uma base forte, base formada por um metal alcalino, onde as mais utilizadas são o hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio.

Na sequência, a professora enfatizou que ao lermos o enunciado de uma questão referente aos cálculos químicos, é necessário colocar o dado fornecido e a incógnita do problema embaixo das substâncias que correspondem ao dado e a incógnita. Após montar a primeira linha da regra de três, a docente ajudou os alunos a escreverem a segunda linha da regra de três. Os discentes ficaram assustados quando perceberam que tinham que calcular a massa molar das substâncias orgânicas, reclamaram que era muito demorado e trabalhoso fazer esses cálculos.

Estudo de Caso referente à 7ª Aula: Aplicando o conhecimento científico.

Na sétima aula da sequência didática (APÊNDICE A), os alunos foram para o laboratório e, em grupo, resolveram as Questões 4 (letras B e C), 5 e 6 da sequência didática (Figura 21).

Figura 21: Alunos resolvendo as questões 4, 5 e 6 da SDI.



A partir da análise das respostas fornecidas pelos grupos, foi possível observar que os alunos apresentaram mais facilidade para resolver as questões quatro e cinco, que

envolviam relações entre as grandezas: massa, quantidade de matéria e número de Avogadro por meio de equações químicas que descreviam reações de produção de sabões. Foi verificado que os estudantes estabeleceram as relações entre as grandezas de maneira adequada, bem como construíram a relação correta a partir da regra de três. Apenas os alunos do G4 não colocaram a unidade na resposta referente à Questão 4 (letra B). Também, não acertaram a Questão 5 (letra C), uma vez que esqueceram de multiplicar o valor obtido por 30, ou seja, a dificuldade de interpretação do enunciado da questão pode ter sido o obstáculo na resolução correta do exercício por este grupo.

Já em relação à Questão 6, na qual o enunciado descrevia o processo de dissolução do oxigênio presente no ar atmosférico em águas, bem como apresentava a importância desse oxigênio dissolvido para a manutenção da vida em sistemas aquáticos ,e que para a sua resolução exigia do estudante a interpretação do enunciado, a regra de três simples, a concentração mg/L e o conceito de solução saturada, foi observado que os alunos demoraram mais tempo para resolver essa questão. O grupo 2 (G2) não respondeu de maneira correta a Questão 6 (letra C), possivelmente, por não ter feito a interpretação correta do enunciado da questão.

De forma geral, os alunos reclamaram muito do tamanho das fórmulas dos compostos orgânicos, principalmente, quando tiveram que calcular o valor da massa molar. Apresentaram boa vontade para fazer os exercícios, no entanto, demoraram muito para resolver a parte matemática das questões. Sendo assim, constatou-se que os principais obstáculos apresentados pelos alunos para resolverem as questões de Estequiometria foram à dificuldade para se compreender o enunciado da questão bem como para realizar as operações matemáticas (COSTA; SOUZA, 2013; FERNANDES, 2016).

Estudo de Caso referente à 8ª Aula: Qual a diferença entre dissolver e diluir?

A oitava aula da sequência (APÊNDICE A) foi dividida em dois momentos: A parte teórica da aula foi ministrada em sala, e a parte destinada à resolução de exercícios foi realizada no laboratório. A professora iniciou a parte teórica da aula com uma breve revisão dos conceitos: soluto, solvente, solução, dissolução e diluição. Começou a revisão perguntando aos alunos a diferença entre dissolver e diluir. Como os estudantes já haviam estudado esse conteúdo, eles responderam com facilidade a pergunta feita. A8 disse: *Dissolver é acrescentar o soluto no solvente e esse soluto se dissolve, já diluir é acrescentar solvente em uma solução já preparada*. A professora fez uma pergunta que motivou os turnos a seguir:

> P: *Para eu preparar uma solução eu preciso ter o quê?*
>
> A17: *soluto e solvente*.
>
> Após a professora definir o que é soluto e solvente, perguntou: *Qual é o solvente universal?*
>
> Os alunos foram unânimes em responder que é a água.
>
> P: *No preparo do sabão ecológico foi feito uma dissolução ou uma diluição?*
>
> A23: *dissolução, solução?*
>
> P: *Vocês acham que eu estou falando do quê?*
>
> A23: *Quando colocamos a soda cáustica em água.*
>
> Os alunos identificaram corretamente o soluto e o solvente, A23 rapidamente respondeu: *a soda cáustica (soluto) se dissolve em água (solvente).*
>
> P: *Quando vocês misturaram a soda cáustica em água, o que vocês estavam fazendo?*
>
> A21 e A23: *Esse processo é uma dissolução e não diluição.*

A partir dessa discussão, a professora-pesquisadora verificou que não só A23, mas a maior parte dos alunos confundiu solução com dissolução. Para facilitar a construção desses conceitos, a professora perguntou aos estudantes o tipo de ligação química presente na soda cáustica, os alunos responderam que é a ligação iônica. A docente explicou que o tipo de interação química presente entre os compostos iônicos é a íon-íon. E apresentou mais uma pergunta: *Qual o tipo de ligação química está presente na molécula de água?* A5 respondeu: *É a ligação covalente*. A professora completou dizendo que a principal interação química presente entre as moléculas de água é a ligação de hidrogênio. Mostrou a diferença entre ligação química e interações químicas. E, ao explicar como acontece o processo de dissolução, que ocorre quando as interações estabelecidas entre soluto e solvente são mais intensas e mais fortes do que as interações entre soluto-soluto ou entre solvente-solvente, a professora observou que os alunos não pensam na dissolução em termos de interações químicas. Ou seja, os discentes apresentam muita dificuldade em transitar entre os três níveis de compreensão da matéria: níveis macroscópico ou descritivo (onde a partir dos nossos sentidos podemos ver e manipular materiais), representacional ou simbólico (o qual utiliza fórmulas e equações químicas para representar as substâncias químicas e as suas transformações) e o submicroscópico ou explicativo (que corresponde ao "minúsculo mundo" dos átomos, moléculas, íons e espécies químicas em geral) (SANTOS, 2013). Na sequência, a professora fez mais uma pergunta à turma, motivando a discussão a seguir:

> P: *Se tivéssemos preparado a solução de soda cáustica e ela tivesse ficado forte demais, o que poderia ser feito?* A8, A17 e A23 responderam: *faríamos uma diluição, ou seja, deveríamos acrescentar água a essa solução.*

P: *O que acontece com o volume da solução final, ou seja, após a diluição?*

A3, A5, A8 e A17: *Aumenta*.

P: *E a massa de soda cáustica, o número de mols se altera?*

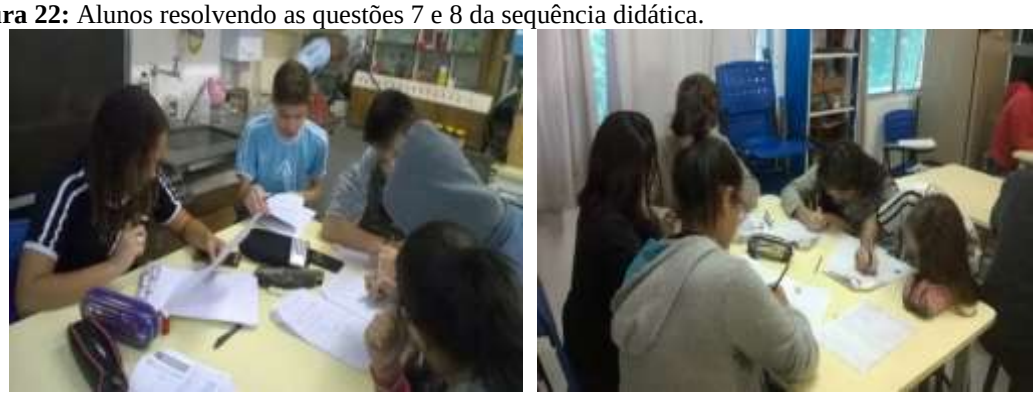
A3, A5, A8 e A17: *Não*.

P: *E a concentração dessa solução, sofre ou não alteração?*

A turma foi unânime em responder que a solução fica menos concentrada.

Para finalizar a aula, os alunos foram para o laboratório e, em grupo, resolveram as questões 7 e 8 da sequência didática (Figura 22). As respostas dos grupos referentes a cada questão estão descritas a seguir:

Figura 22: Alunos resolvendo as questões 7 e 8 da sequência didática.



Questão 7: Nessa questão foi descrita, de forma simplificada, a preparação de uma solução aquosa de hidróxido de sódio. A partir dai, foi pedida aos estudantes uma explicação para os termos em destaque no enunciado da questão: dissolvida e solução bem diluída.

Grupo 1: Dissolver é dispersar para solução. Diluir é adicionar solvente na solução.

Grupo 2: A dissolução acontece quando se adiciona soluto a um solvente promovendo interações mais fortes entre elas e, consequentemente, a dissolução. A diluição acontece quando se adiciona solvente a uma solução já preparada.

Grupo 3: Dissolução é quando acrescentamos soluto ao solvente. Diluição é quando acrescentamos solvente à solução.

Grupo 4: Dissolver significa adicionar um solvente a um soluto, formando uma solução. Diluir significa adicionar mais solvente a uma solução já pronta.

Grupo 5: Dissolver: acrescentar soluto a um solvente, preparando uma solução. Diluir: acrescentar solvente a uma solução já pronta.

Questão 8: Nessa questão foi relatado o processo de diluição de produtos domésticos antes da sua utilização pelo consumidor, alertando-o que o não seguimento das recomendações do fabricante pode acarretar prejuízos à economia doméstica bem como ao meio ambiente. A partir disso, foi pedido aos alunos que apontassem um prejuízo à economia doméstica e um ao meio ambiente caso não se obedeça às recomendações do fabricante.

Grupo 1: Um prejuízo para a economia domestica é gastar água e outros produtos sem necessidade. Já para o meio ambiente, não dissolver ou diluir corretamente pode causar danos as plantas.

> **Grupo 2:** Irá gastar mais desinfetante, terá mais desperdício. Sem seguir as recomendações, o desinfetante estará mais concentrado e, consequentemente, prejudicará o meio ambiente.
>
> **Grupo 3:** Para a economia doméstica: gasta mais amaciante, gasta mais dinheiro e prejudica a máquina de lavar. Para o meio ambiente: gera mais resíduos e descarte de mais embalagens para o meio ambiente.
>
> **Grupo 4:** O prejuízo à economia domestica é que sem diluição, mais produto será gasto e não vai render o produto. O prejuízo ao meio ambiente é que terá mais resíduo.
>
> **Grupo 5:** O produto não vai render e o consumidor terá que comprar mais, afetando o meio ambiente de forma que mais quantidade de água seja poluída.

A partir das respostas dos grupos referente às duas últimas questões da sequência didática foi possível observar que em relação à Questão 7 (APÊNDICE A), os grupos definiram corretamente a diluição, no entanto, foram muito superficiais ao conceituar a dissolução. Assim, novamente, verificou-se a grande dificuldade dos estudantes em transitar entre os três níveis de compreensão da matéria: macroscópico ou descritivo, representacional ou simbólico e o submicroscópico ou explicativo. De acordo com o Conteúdo Básico Comum de Química (MINAS GERAIS, 2008), nas aulas de Química muitas vezes o aspecto representacional da matéria é enfatizado em detrimento dos outros dois aspectos. Essa falta de relação entre a simbologia da Química com os outros aspectos do conhecimento químico pode resultar em uma falta de entendimento conceitual como verificado nessa questão.

Já em relação à Questão 8 (APÊNDICE A), constatou-se que a partir das questões ambientais contextualizadas que foram discutidas ao longo da sequência didática, os alunos foram capazes de organizar melhor seus pensamentos e construírem um posicionamento crítico em relação ao mundo a sua volta (SASSERON; CARVALHO, 2011). As respostas dos cinco grupos em relação à última questão da sequência reforçam a importância dos estudantes adquirirem na escola um conhecimento que lhes dê condições de participar de maneira ativa na sociedade em que estão inseridos, tornando-os capazes de tomar decisões mais conscientes e responsáveis em relação a problemas ambientais como o levantado nessa questão (SANTOS, 2011).

6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO TRABALHO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Ao investigar as concepções dos estudantes acerca das principais dificuldades para se compreender os cálculos químicos a partir da aplicação do questionário, foi verificado que os estudantes apresentaram facilidade nas questões que envolveram

proporcionalidade, o que demonstrou que a maioria dos alunos possui uma boa base para a resolução de exercícios de estequiometria, uma vez que para a resolução destes é fundamental usar corretamente o conceito de proporcionalidade ao fazer a regra de três.

Nos exercícios de cálculos estequiométricos onde o dado foi expresso em massa e a pergunta em quantidade de matéria, bem como em questões onde o dado foi expresso em massa e a pergunta envolvia o número de Avogadro, foi possível verificar que os alunos que não acertaram as questões, apresentaram erros envolvendo cálculos matemáticos e falta de compreensão na transição entre os três níveis de representação do conteúdo, já que não consideraram a proporção em mol existente entre os participantes da reação ao resolverem as questões. As questões teóricas sinalizaram que as principais dificuldades em estequiometria apontadas pelos estudantes foram os cálculos matemáticos (regra de três, conversão de unidades, uso de números decimais), seguida da dificuldade de interpretação dos enunciados das questões.

Ao pedir para os alunos apontarem o que eles consideraram mais difícil na resolução de um exercício envolvendo cálculo estequiométrico, de acordo com as opções fornecidas na questão, a saber: (i) interpretação do enunciado do exercício; (ii) compreensão dos conceitos químicos: mol, massa molar, número de Avogadro, volume molar; e (iii) cálculos matemáticos: estabelecer a regra de três, transformar unidades, resolver os cálculos foi constatado que assim como apontaram Santos e Mól (2013), Santos e Silva (2014) e Silva (2015), os principais obstáculos relacionados à aprendizagem desse conteúdo, foram: abstrair e fazer a transição entre os três níveis representacionais; dificuldades de interpretação do Português e no uso da Matemática como ferramenta para resolver as questões; e o não entendimento das grandezas químicas. Tais questões também indicaram que, de acordo com os estudantes investigados, as explicações dadas pela professora, bem como a resolução de exercícios foram os que mais contribuíram para o aprendizado da estequiometria. Esse resultado evidencia a necessidade do professor de Química compreender os conceitos envolvidos em cálculos estequiométricos e de sempre refletir sobre a e na sua prática profissional. Ao mesmo tempo, verifica-se a importância da aplicação e discussão de listas de exercícios sobre o tema, contribuindo para um melhor aprendizado do conteúdo estudado em sala.

A análise das questões da sequência didática relacionadas ao cálculo estequiométrico também permitiu verificar, com base nos poucos erros obtidos pelos grupos ao responderem as questões propostas, que a aplicação desse recurso didático favoreceu a aprendizagem do conteúdo de Estequiometria. Isso considerando que ao

abordar o tema em sala de aula por meio de atividades experimentais investigativas, questões sociocientíficas e debates, o professor pôde problematizar o conteúdo, possibilitando aos alunos uma melhor compreensão dos cálculos químicos. Além disso, foi constatada a necessidade do professor de Química trabalhar esse conteúdo conjuntamente com professores de Português e Matemática, já que mesmo sendo poucos, os principais erros cometidos pelos alunos ainda estavam relacionados a não compreensão do enunciado da questão bem como a dificuldade para realizar as operações matemáticas (COSTA E SOUZA, 2013; FERNANDES, 2016).

A análise dos dados do questionário também revelou a necessidade de trabalhar os cálculos estequiométricos com representações concretas, desenvolvendo estratégias de ensino contextualizadas que possam ajudar os estudantes e os professores a superarem as dificuldades verificadas e favorecer o processo de ensino e aprendizagem dos cálculos químicos. Com essa finalidade, foi elaborada e aplicada uma sequência didática que contemplou temáticas relacionadas a uma abordagem Ambiental (o estudo dos sabões e detergentes), em um diálogo direto com os cálculos estequiométricos e os conceitos básicos de soluções.

A análise dos estudos de caso referentes às aulas da sequência didática permitiu constatar que as atividades experimentais, realizadas em sala, no laboratório ou em outro espaço físico da escola, quando assumem um caráter investigativo motivando o aluno a resolver um problema, encorajando-o a formular hipóteses, testá-las de diferentes maneiras e modificá-las de acordo com os resultados experimentais, instigam a curiosidade e o interesse dos educandos em aprender Ciências, o que segundo Guimarães (2009) e Sasseron (2015) favorecem a construção de novos conhecimentos e possibilita ao aprendiz uma nova forma de pensar a Química por meio da interlocução entre a realidade e a prática.

Além disso, foi notado que as propostas trazidas ao longo das atividades investigativas realizadas nesse recurso didático, tais como: a obtenção de dados a partir de experimentos, a discussão de questões investigativas com o professor e com os colegas de classe e a elaboração de conclusões a respeito de um problema proposto, constituíram uma ferramenta essencial para que os estudantes vivenciassem processos inerentes ao fazer Ciência.

Constatou-se que as discussões iniciadas por meio das questões sociocientíficas em sala de aula favoreceram o debate e permitiram o engajamento dos estudantes na atividade proposta, o que gerou aprendizado sobre conceitos e sobre Ciências,

propiciando ao aluno a ampliação do seu conhecimento assim como a promoção da sua alfabetização científica.

Ainda foi verificado que a inserção de tema CTS em sala de aula despertou nos estudantes um maior interesse pela Química e, diferentemente do que ocorria nas aulas tradicionais, possibilitou um ensino mais dialógico que permitiu a professora-pesquisadora perceber um maior comprometimento dos estudantes com a problemática socioambiental, verificando uma mudança na consciência dos mesmos para desempenhar atitudes mais responsáveis e sustentáveis no seu dia a dia, o que culminou no desenvolvimento do projeto ECObolhas: limpe a sua consciência.

Além disso, verificou-se que a atividade proposta pela professora para ensinar o balanceamento de equações possibilitou aos alunos uma melhor compreensão acerca do balanceamento, já que o alto grau de abstração que envolve os conceitos presentes nesse conteúdo foi minimizado pela dinâmica, que se constituiu como uma representação concreta para trabalhar esse assunto. Nesse sentido, observou-se a importância do docente deixar de ser transmissor de informações e assumir a função de mediador do conhecimento em sala de aula, propondo situações como esta, bem como a da montagem da micela, que permitiram o envolvimento dos estudantes na atividade e a interação entre os aprendizes, criando um ambiente mais descontraído e propício para uma aprendizagem mais significativa.

Também foi observado que na questão onde os alunos foram solicitados a definirem a diluição e a dissolução de soluções, esses não foram capazes de pensar na dissolução em termos de interações químicas. E, quando tiveram que descrever as observações acerca do experimento realizado sobre a influência dos detergentes na tensão superficial, todos os grupos demostraram ter um entendimento errôneo acerca das interações, utilizando os termos “quebra” e “rompimento” de ligações no lugar de enfraquecimento das interações químicas. A dificuldade de entendimento conceitual verificada nesses fatos pode ter sido desencadeada pela falta de relação entre a simbologia da Química com os outros aspectos do conhecimento químico, já que nas aulas de Química, anteriores à aplicação da sequência didática, a professora sempre enfatizou o aspecto representacional da matéria em detrimento dos outros dois aspectos (MINAS GERAIS, 2008).

Concluiu-se, então, que ao abordar os cálculos químicos em sala de aula por meio da sequência didática investigativa, tive a oportunidade de empregar em sala de aula uma metodologia de trabalho diferente da que eu estava acostumada a adotar. Notei que as atividades desenvolvidas ao longo da SDI proporcionou aos alunos um ensino

mais dinâmico e participativo, o que me permitiu verificar como uma mudança em sala de aula traz grandes contribuições ao ensino. Sendo assim, após essa valiosa experiência, passei a dar aulas mais voltadas à contextualização do conteúdo e menos baseadas na transmissão-recepção de conhecimentos. O que para a minha prática docente, representou um grande aprimoramento.

Verificou-se, também, que o produto educacional proposto nessa dissertação: a sequência didática investigativa com a temática "Sabões e Detergentes" possibilitou uma aprendizagem mais significativa pelos alunos de um conteúdo que eles tinham muita dificuldade para compreender: os cálculos estequiométricos e apresentou questões relacionadas à abordagem CTS para a contextualização, à argumentação no ensino de Química e Ciências, bem como ao Ensino de Ciências por investigação. No entanto, essas questões não foram aprofundadas nessa dissertação e merecem ser discutidas e abordadas em futuros trabalhos, abrindo a possibilidade de questionamentos nas seguintes áreas de pesquisa: Abordagem CTS para o Ensino de Ciências, Argumentação no ensino de Química e o Ensino de Ciências por Investigação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista Química: Competências ENEM**. 1ª edição, Edições SM Ltda, São Paulo, 2014.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** 3ª reimpressão da 1ª edição – Revista e atualizada. Tradução: Luiz Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRANDÃO, C. R. Participar-pesquisar. In: Brandão, Carlos Rodrigues (org). **Repensando a pesquisa participante**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1998.

BRANDÃO, C. R. **A pergunta a várias mãos**: a experiência da pesquisa no trabalho do educador. São Paulo: Cortez, 2003.

BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. A pesquisa participante e a partilha do saber: uma introdução. In: BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. (Org). **Pesquisa participante:** o saber da partilha. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>. Acesso em: 24 set. 2018.

CARVALHO, A. M. P.; GONÇALVES, M. E. R. **Uma investigação na formação continuada de professores: a reflexão sobre as aulas e a superação de obstáculos**. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (II ENPEC). Valinhos, 1999.

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 Matemática**, v.10, n. 19, p. 106-116, ago./dez. 2013.

DAMASCENO, H. C.; BRITO, M. S.; WARTHA, E. J. **As representações mentais e a simbologia química.** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). Curitiba, PR, 2008.

DIAS, I. S. Competências em Educação: conceito e significado pedagógico. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 14, n. 1, p. 73-78, Jan./Jun. 2010.

FERNANDES, J. M. **Propostas alternativas para a educação inclusiva a surdos: Enfoque nos conteúdos de balanceamento de equações químicas e estequiometria para o ensino médio**. 2016. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Química) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2016.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: Condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio**, v. 19, p. 1-25, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCIA, I. T. S.; KRUGER, V. Implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores de Química em uma Instituição Federal de Ensino Superior: Desafios e perspectivas. **Química nova**, v. 32, n. 8, p. 2218-2224, 2009.

GILBERT, J. K. Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education, in **Visualization: Theory and practice in Science Education** (J.K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh Eds.), p. 3-24, Dordrecht: Springer, 2005.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: Tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.9, p. 701-705, 1993.

LATINI, R. M.; SANTOS, M. B. P.; CANESIN, F. P.; COTELO, P. F. S. M. A Abordagem Ciência- Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química. **Revista Práxis**, n. 10, p. 11-19, dez. 2013.

LEAL, C. A.; RÔÇAS, G. **Vamos brincar de quê?: Os jogos cooperativos no ensino de ciências.** 2013. 166 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

LOURENÇO, I. M. B.; MARCONDES, M. E. R. Um plano de ensino para mol. **Química nova na escola**, n. 18, p. 22-25, nov. 2003.

MÉKSENAS, P. Aspectos metodológicos da pesquisa empírica: a contribuição de Paulo Freire. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá (PR), ano VII, n. 78, nov., 2007.

MINAS GERAIS. Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais. **Conteúdo Básico Comum**: Química – Ensino Médio, 2008. 72 p.

MIRANDA, M. S.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de Química: Contribuições para a formação inicial docente. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 3, p. 555-583, set./dez. 2015.

MOL, G. S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R.; LARANJA, H. F. Constante de Avogrado – É simples determina-lo na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 32-35, mai. 1996.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

PIO, J. M. **Visão de alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de cálculos estequiométricos**. 2006. 33 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J. As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 169-175, ago. 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, Química e Cidadania, n. 4, p. 28-34, nov. 1996.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** Compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí. 2010, 160 p.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco.** Ijuí: Ed. Unijuí. 2011, 368 p.

SANTOS, L. C. **Dificuldades de aprendizagem em estequiometria:** uma proposta de ensino apoiada na modelagem. 2013. 153 f. Dissertação (Pós - Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2013.

SANTOS, W. L. P. DOS; MÓL, G. DE S. **Química Cidadã 1º ano Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013a.

___. **Química Cidadã 2º ano Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013b.

___. **Química Cidadã 3º ano Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013c.

SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de Estequiometria. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática *Acta Scientiae***, Canoas, RS, v. 16, n. 1, p. 133-152, jan./abr. 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. A alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SILVA, R, R.; ROCHA-FILHO, R. C. Mol: Uma Nova Terminologia. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 12-14, mai. 1995.

SILVA, S. A. **Elaboração e avaliação de material didático para apoio no ensino de cálculo estequiométrico em um curso técnico de química**. 2015. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As contribuições do processo de reflexão orientada na formação inicial de uma professora de Química: desenvolvimento de práticas investigativas e para a promoção da alfabetização científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 69-93, 2017.

VAZ, E. L. S, ACCIARI, H. A., ASSIS, A., CODARO, E. N. Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. **Química Nova na Escola**, v. 34, n.3, p. 155-158, Agosto de 2012.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

APÊNDICES – PRODUTO EDUCACIONAL

APÊNDICE A – Sequência didática aplicada aos alunos da 2ª Série do Ensino Médio

QUÍMICA, SOCIEDADE E O AMBIENTE A NOSSA VOLTA

QUESTÕES PARA INICAR A DISCUSSÃO

1) *O que é normalmente feito com os óleos e gorduras após utilizá-los em casa?*

2) *Você sabe qual a diferença entre sabão e detergente?*

3) *Você sabe dizer o que polui mais o meio ambiente: se é o sabão ou o detergente?*

4) *O que é sabão ou detergente biodegradável? Qual a importância deles para o ambiente?*

5) *Qual a função do amaciante utilizado para enxaguar as roupas? Você sabe a diferença entre o amaciante comum e o amaciante concentrado?*

6) *Você sabe o que é a tensão superficial da água? Se não sabe, é o momento de conhecer!*

TENSÃO SUPERFICIAL DA ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O AMBIENTE

Fonte: SANTOS; MÓL, 2013a.; 2013b.; 2013c.

Você sabia que uma pequena agulha, cuidadosamente colocada sob a superfície da água, pode flutuar horizontalmente na sua superfície, mesmo sendo o aço mais denso que a água? Além disso, você sabia que alguns insetos caminham na superfície de lagos sem afundar? As situações descritas indicam algo totalmente incomum em relação à superfície de um líquido. Isso porque há uma força (ou tensão) na mesma superfície do líquido que resiste à perturbação provocada pela agulha ou pelo inseto, dando a eles sustentação para ficarem na superfície. A explicação para as situações descritas anteriormente se relaciona às forças químicas denominadas *Ligações de Hidrogênio* (Figura 01). As moléculas presentes na superfície de um líquido comportam-se de forma diferente daquelas que estão no interior do mesmo. As que estão na parte mais interna do líquido fazem Ligações de Hidrogênio com moléculas em todas as direções. Em contrapartida, as moléculas da superfície fazem Ligações de Hidrogênio apenas com moléculas ao seu redor e abaixo, o que resulta na contração do líquido, causando a chamada *tensão superficial*, que funciona como uma fina camada ou como se fosse uma fina membrana elástica na superfície da água.

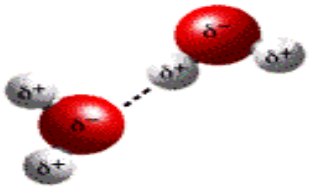


Figura 1. Representação das interações químicas do tipo ligação de hidrogênio entre duas moléculas de água.
http://quipibid.blogspot.com.br/2011/10/ligacoes-de-hidrogenio.html

Graças à tensão superficial da água, muitos (micro) organismos que estão na base da cadeia alimentar, como o plâncton, conjunto composto de animais (zooplâncton) e vegetais (fitoplâncton), conseguem se manter na superfície de lagos, rios e mares (Figura 2).

Figura 2. A tensão superficial da água permite que alguns insetos permaneçam em sua superfície sem afundar.
http://revistaeducacaoinfantil.com.br/tensao-superficial-da-agua/

O fitoplâncton é importante principalmente porque faz fotossíntese produzindo uma considerável quantidade de oxigênio. Além disso, serve de alimento ao zooplâncton que, por sua vez, é alimento de muitos outros animais aquáticos. Os detergentes – compostos cuja molécula é muito grande e contém uma parte apolar que dissolve a gordura e uma parte polar que se dissolve na água – reduzem drasticamente a tensão superficial da água. Se o esgoto doméstico ou industrial, contendo detergentes, for lançado em lagos, rios e mares sem tratamento prévio, a tensão superficial da água que sustenta o fitoplâncton na superfície desses ecossistemas se tornará praticamente nula. O resultado imediato é a morte do fitoplâncton, o que irá afetar a oxigenação local além de desencadear a esse ecossistema um sério desequilíbrio. É possível verificar a influência dos detergentes na tensão superficial da água por meio de um simples experimento:

1. Pegue um copo ou béquer limpo contendo água, preenchido até um pouco mais que a metade.
2. Com o auxílio de uma régua ou de uma tesoura, raspe um pouco de giz sobre a superfície da água. Alternativamente, pode ser utilizado o talco, que deverá ser colocado em pequena quantidade na superfície do líquido.
3. Utilizando um conta-gotas, adicione uma gota de detergente fazendo-a descer pela parede interna do recipiente. **OBSERVE** o que acontecerá no sistema quando o detergente atinge a superfície da água.

Descrição das observações experimentais

VAMOS REFLETIR UM POUCO...
TEXTO: DETERGENTE OU SABÃO: QUAL POLUI MAIS?

Adaptado da publicação: Lília Alves de Souza, em **Química Ambiental**.
Disponível em: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/detergente-ou-sabao-qual-polui-mais.htm
Martha Reis, p. 26 e 27.

A limpeza que você realiza dentro de casa pode gerar graves consequências fora dela. Mas como assim? A maioria dos produtos usados para higiene doméstica é responsável por poluir rios, lagos e mares, salvo os biodegradáveis que não se acumulam na natureza. Tudo começa quando você abre a torneira da pia e começa a lavar a louça, toda aquela espuma característica de sabões e de detergentes pode parecer bonita naquele momento, mas se torna "horripilante" quando depositada em rios. As matérias-primas utilizadas para fabricar sabão são os óleos e as gorduras que, reagindo com uma base forte como o hidróxido de sódio, NaOH(aq), produzem um sal de ácido carboxílico (os ácidos carboxílicos são ácidos fracos) de cadeia longa, não ramificada. Por serem derivados de óleos e gorduras, todos os sabões são biodegradáveis, ou seja, não poluem o meio ambiente. Os detergentes são sintéticos (por isso nem todos são biodegradáveis). A matéria-prima utilizada para fabricá-los é o petróleo. Os detergentes são sais de ácido sulfônico (derivados de ácido sulfúrico, um ácido forte) de cadeia longa. Os ácidos fortes geralmente são mais prejudiciais ao meio ambiente. No caso de substâncias detergentes verifica-se que a propriedade de ser ou não biodegradável está relacionada ao tipo de cadeia carbônica que a possui. Na água existem micro-organismos produzindo enzimas capazes de quebrar as moléculas de cadeia carbônica não ramificada que caracterizam os sabões e os detergentes biodegradáveis. Essas enzimas não reconhecem as cadeias ramificadas presentes nos detergentes não biodegradáveis, permanecendo estes na água sem sofrer decomposição. Isso é o principal fator que ocasiona a poluição, pois impede a entrada de gás oxigênio na água, afetando assim as formas aeróbicas aquáticas. Além disso, as penas das aves cujo habitat natural esta na beira dos rios são diretamente afetadas: em contato com os detergentes não biodegradáveis elas perdem a secreção oleosa que as reveste e impermeabiliza, impedindo-as de molhar. Se as penas se molham ao entrar em contato com a água, as aves tendem a afundar e, consequentemente, morrerem afogadas!

Após a leitura do texto, responda as questões propostas a seguir:

1. O que é um sabão ou detergente biodegradável?
2. Aponte os principais impactos ambientais causados pelo descarte de detergentes não biodegradáveis no ambiente, propondo alternativas que possam recuperar ou minimizar esses danos ao meio ambiente.

A QUÍMICA EM NOSSAS VIDAS...
CONHECENDO SOBRE A QUÍMICA DOS SABÕES E DETERGENTES

Disponível em:
http://web.ccead.pucrio.br/condigital/video/a%20quimica%20do%20fazer/reacoes%20quimicas/sabao/guiaDidatico.pdf

Você já lavou pratos engordurados apenas com água? Difícil, não acha? A água é indispensável para uma boa lavagem, mas não consegue, sozinha, remover todo tipo de sujeira. Isso acontece porque as moléculas de água são polares e as de gordura são apolares. Consequentemente, elas não têm afinidade umas com as outras e não conseguem remover toda a gordura. Além disso, a água não penetra facilmente em certos tipos de tecidos e materiais, dificultando a remoção das sujeiras.

O que poderia ajudar a retirar a gordura dos pratos?... A resposta é simples: sabões e detergentes! Para você entender melhor como eles desengorduram os pratos, é necessário conhecer um pouco sobre a estrutura molecular de suas substâncias e como elas atuam aumentando a penetração da água nos materiais e removendo as sujeiras.

Como vimos no início da nossa sequência didática, alguns objetos bem leves, como a agulha, permanecem na superfície do líquido, apesar de serem mais densos... Isso acontece por conta da tensão superficial. No entanto, vimos que existem algumas substâncias que diminuem a tensão superficial da água. Essas substâncias são chamadas agentes tensoativos ou surfactantes (do inglês *surface active agents = surfactants*). Diminuir a tensão superficial facilita a limpeza, pois a água passa a penetrar nos locais sujos com maior facilidade. Os agentes surfactantes são formados por moléculas que possuem uma longa cadeia carbônica apolar e um grupo funcional polar em sua extremidade. Essas substâncias estão presentes em sabões e detergentes e se misturam com óleos e gorduras, removendo-os.

Além de aumentar o poder de penetração da água, os agentes surfactantes dissolvem as moléculas de gordura, o que não acontece com água. Vejamos por quê. Primeiro: suas moléculas são constituídas por longas cadeias apolares. Segundo: em uma extremidade da molécula existe um grupo polar. Por isso, uma parte da molécula é hidrofóbica (não apresenta

afinidade com a molécula de água e dissolve-se em gorduras e óleos) e outra é hidrofílica (possui afinidade com a molécula de água e dissolve-se em água) (Figura 03).

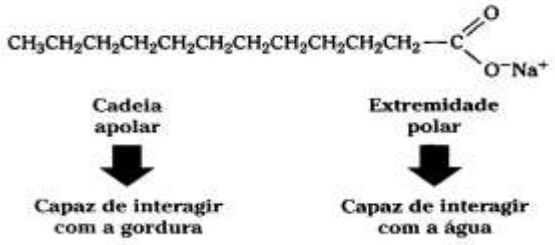


Figura 3: Extremidade apolar e polar de um sabão.
http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgHEkAL/processo-saponificacao

Quando se adiciona sabão ou detergente à água, suas moléculas se distribuem na forma de pequenos glóbulos, denominados micelas. Nas micelas de sabão ou detergentes, as extremidades polares, hidrofílicas, ficam voltadas para o exterior do glóbulo, mantendo contato com as moléculas de água, e as extremidades apolares, hidrofóbicas, ficam voltadas para o interior do glóbulo (Figura 4). (Química e Sociedade, p. 286)

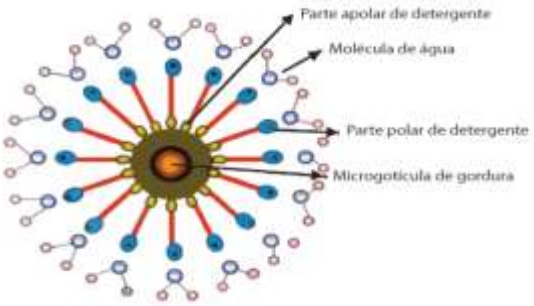


Figura 4: Exemplo de uma micela.
https://pauloribeiro2016.wordpress.com/2017/03/25/por-que-o-detergente-dissolvido-em-agua-remove-a-gordura/

A estrutura das micelas possibilita a remoção das gorduras, pois as moléculas de gordura ficam aprisionadas nas extremidades hidrofóbicas do sabão ou do detergente, ou seja, na região central das micelas. Removendo as micelas com o auxílio da água, a sujeira gordurosa vai junto (Química e Sociedade, p. 286).

Uma propriedade dos sabões e detergentes é a de produzir bolhas. Sabe-se que as bolhas têm um papel muito pequeno na remoção das substâncias que provocam a sujeira. Sabe-se que alguns detergentes não formam espumas, por isso muitas pessoas pensam que eles não estão limpando. Para evitar essa falsa associação e queda nas vendas, as indústrias adicionam aos detergentes substâncias espumantes, embora os produtos que não produzem espuma sejam removidos mais facilmente na água. Portanto, a capacidade de limpeza de um sabão ou detergente não depende do seu poder de espumar, mas de sua propriedade de formar micelas estáveis que arrastam com facilidade as moléculas gordurosas impregnadas no material que vai ser limpo (Química e Sociedade, 2010, p. 286)

Esse é um dos exemplos das propriedades de produtos industrializados que são realçados pela indústria para que eles tenham maior aceitação, ainda que tais propriedades nada tenham a ver com o fim que se destinam. Assim, por exemplo, têm sido adicionadas aos detergentes fragrâncias que até deixam a cozinha com um cheiro mais agradável. O problema é que, às vezes, o produto cheira e espuma bem, mas limpa pouco. Além disso, no afã de conquistar mais fregueses, as indústrias têm desenvolvido fórmulas de detergentes que geram cada vez mais espuma. Como consequência, o excesso de espuma pode prejudicar as engrenagens das máquinas de lavar, aumentando a reposição de peças, além de contribuir para transformar lagos e rios em poluídos depósitos de espumas, causando problemas ambientais.

REALIZAÇÃO DE TESTES EM AMOSTRAS DE DETERGENTES

- ✓ **TESTE 1: ANÁLISE VISUAL DA CONCENTRAÇÃO DE DIFERENTES MARCAS DE DETERGENTES**

Disponível em: http://tremdeler.com.br/teste-reprova-detergentes/

OBJETIVO: Verificar a concentração de substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira em diferentes marcas de detergentes. (**Atenção**: Esse experimento tem caráter qualitativo e é somente um indicador aproximado da baixa ou alta concentração de substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira).

MATERIAIS: amostras com detergentes neutros de diferentes marcas.

PROCEDIMENTO: Agitar e verificar a coloração das diferentes marcas de detergentes disponíveis nos mercado. Em seguida, anote as observações.

- ✓ **TESTE 2: COMPARAÇÃO DA VISCOSIDADE DE DETERGENTE E AMACIANTE.**

Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/08-EEQ-111-10.pdf

OBJETIVO: Verificar a viscosidade de detergente e amaciante. Observação: Para avaliar as viscosidades, será utilizado um dispositivo baseado no viscosímetro de esfera cadente ou método de Stokes, em que uma pequena esfera atravessa a mesma profundidade de líquidos diferentes em tempos diferentes.

MATERIAIS: detergente, amaciante, água e álcool; 2 provetas de 100 mL; 2 esferas de aço de 4mm; 2 pinças metálicas com protetor de plástico na ponta ou pinças de plásticos; 1 imã permanente; papel toalha; cronômetro.

PROCEDIMENTO:

1. Posicionar as duas provetas, uma ao lado da outra; verificar se as marcas de 100 mL nelas estão à mesma altura.
2. Encher uma proveta com detergente e a outra com amaciante. Tome o cuidado de encher as provetas lentamente com os líquidos propostos de maneira a evitar a formação de bolhas ou de espuma.
3. Segurar as esferas de aço com auxílio de uma pinça e posicioná-las no centro da proveta justamente acima do nível do líquido.
4. Pedir para um estudante segurar um cronômetro e medir o tempo que demora a esfera para chegar ao fundo da proveta. **Atenção**: soltar as esferas de uma mesma altura e ao mesmo tempo. Para retirá-la, encostar um imã na parede da proveta e subi-lo lentamente até fora da superfície da solução. Repetir o procedimento três vezes (triplicada) e calcular o valor médio da medida de tempo. Lavar a esfera com água e álcool e secá-la com papel antes de repetir o procedimento.

O QUE PODEMOS APRENDER COM OS EXPERIMENTOS FEITOS EM SALA?

Teste realizado pela Proteste (Associação de Consumidores) analisou as cinco principais marcas de detergentes vendidas no país. E, verificou que duas dessas marcas deixaram a desejar na eficiência, já que foi detectada baixa concentração das substâncias responsáveis por envolver e remover a sujeira. Sabe-se que adicionar substâncias na concentração inadequada pode fazer com que aquele produto não tenha a mesma eficácia, podendo até ocasionar problemas na saúde do consumidor. O ácido bórico, por exemplo, é uma substância encontrada em loções e desodorantes, é um eficiente antisséptico: impede a proliferação de bactérias e fungos responsáveis pelo mau cheiro. Contudo, deve ser utilizado com cuidado, pois em altas concentrações pode provocar irritação na pele, depressão do sistema nervoso central e lesões renais e hepáticas. Em águas-de-colônia a concentração máxima permitida é de 3%. Se o químico responsável pela formulação colocasse 10% de ácido bórico, não estaria apenas desperdiçando esse ingrediente, como colocaria em risco a saúde do consumidor.

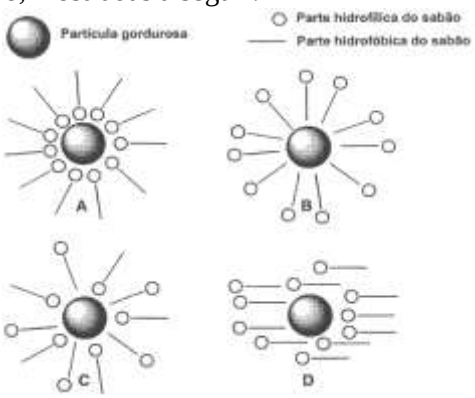
A resistência ao deslocamento relativo de partículas está relacionada com uma propriedade da matéria denominada viscosidade (BROWN, 2005). A partir de uma análise quantitativa, feita a partir da lei de Stokes, que se baseia no equilíbrio entre a força viscosa, o

peso da esfera e o empuxo do líquido, foi possível verificar a viscosidade do detergente e do amaciante. A esfera de aço desce mais rapidamente no líquido menos viscoso: detergente, por este apresentar menor resistência ao escoamento e, também, por ser menos concentrado que o amaciante. A viscosidade é um critério verificado em testes de qualidade de produtos de higiene pessoal e de limpeza. Um detergente, por exemplo, será aprovado no teste de qualidade se não estiver nem líquido demais, nem concentrado em excesso.

Outro produto que merece nossa atenção é o amaciante. O amaciante de tecidos para uso doméstico pode ser definido como um produto que confere maciez e proporciona frescor e cheiro agradável nas roupas. Os amaciantes de forma geral têm por finalidade efetuar o tratamento das fibras do tecido, inibindo os residuais dos detergentes, proporcionando ao tecido uma camada protetora lubrificante tornando-as macias e oferecendo aspecto de suavidade ao toque. Atualmente há uma grande discussão sobre o meio ambiente, pensando nisso muitas empresas estão aperfeiçoando a fabricação de amaciantes concentrado. O produto concentrado de 500mL rende o mesmo que um amaciante tradicional de 2L e custa para o consumidor aproximadamente 20% menos. O amaciante de roupas concentrado é fabricado a partir de uma base (feita da alquilo do sebo hidrogenado com álcool etílico), adicionando álcool etílico, cloreto de sódio, fragrância, água, conservante e corante. A diferença na fabricação do amaciante comum para o concentrado é a adição do cloreto de sódio que aumenta a viscosidade. Segundo estudos da Unilever, a migração do amaciante tradicional para o concentrado representou em uma redução de 78% de água, 37% no consumo de plástico para as embalagens e 37% de redução da quantidade de resíduo solido no pós-consumo. Para o transporte significa 63% de redução de papelão, 67% de pallets e 71% na emissão de CO_2 (atrelado ao transporte do produto). Nos pontos de vendas reduziu 60% nos espaços das gôndolas (CONFORT, 2007).

Aplicando o conhecimento científico

QUESTÃO 01 (Adaptada – PUC/MG). Considere as representações esquemáticas da gordura e das partes constituintes de um sabão, mostradas a seguir:



As moléculas de sabão possuem duas partes com características químicas distintas: uma hidrofóbica (não apresenta afinidade com a molécula de água e dissolve-se em gorduras e óleos) e a outra hidrofílica (possui afinidade com a molécula de água). Dentre as representações destacadas anteriormente (figuras **A**, **B**, **C** e **D**), **DETERMINE** qual delas apresenta a orientação **CORRETA** das moléculas do sabão em relação à gordura. **JUSTIFIQUE** sua resposta **EXPLICANDO** o efeito da detergência (limpeza) na lavagem de pratos gordurosos.

REPRESENTAÇÃO (A, B, C ou D)	
JUSTIFICATIVA	

QUESTÃO 02. Toda água encontrada na natureza, sejam em nascentes, rios lagos, poços ou mar, e também a água que consumimos em casa, seja a de torneira, de filtro ou de garrafas (água mineral), é na verdade uma solução com inúmeras substâncias dissolvidas (sais minerais, cloro, flúor) na qual a água propriamente dita participa como solvente. Tal fato pode ser observado no rótulo de água mineral representado a seguir, onde se vê a composição química e as características físico-químicas da mesma:

Para obter a substância água isolada de qualquer outra substância dissolvida nela, utiliza-se a destilação. Assim, o termo "água destilada" é um sinônimo para "água quimicamente pura". A água destilada não deve ser consumida, pois causaria um desequilíbrio na quantidade de sais presentes nas células do nosso corpo, porém ela é útil para diversos fins, como, por exemplo, solventes em baterias de automóveis.
Além da água, outros produtos de consumo passam pelo processo de destilação, como certas bebidas alcoólicas (conhaque, uísque, rum). A destilação aumenta o teor alcoólico das bebidas porque o álcool etílico contido na bebida fermentada torna-se mais concentrado devido ao processo: aquecimento, vaporização, condensação.

A) É comum as pessoas falarem de rios, cachoeiras e fontes de água pura em locais afastados dos grandes centros urbanos. Nesse contexto, **EXPLIQUE** o que você entende por "pureza" da água.

B) Segundo o texto, a água destilada não deve ser consumida, pois causaria um desequilíbrio na quantidade de sais presentes nas células do nosso corpo. Você concorda? **EXPLIQUE.**

QUESTÃO 03. No dia 10 de setembro de 2001, o jornal *Gazeta Mercantil* publicou a seguinte manchete: "Racionamento de energia elétrica diminui o consumo de sabonete e aumenta o de sabão em barra". **EXPLIQUE**, de acordo com o seu ponto de vista, por que ocorreu essa mudança no padrão de consumo?

COLOCANDO A MÃO NA MASSA: PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO

Disponível em: http://gshow.globo.com/como-fazer/noticia/2016/10/sabao-caseiro-aprenda-como-fazer-o-produto-em-casa.html

Você sabia que um litro de óleo é suficiente para contaminar 1 milhão de litros de água? E que o descarte de óleo nas redes de esgoto tem provocado danos irreparáveis ao meio ambiente? Na tentativa de minimizar esses danos, diversas empresas e instituições têm desenvolvidos projetos de caráter ecológico. Nestes projetos, o óleo de cozinha usado por lanchonetes, restaurantes e outros estabelecimentos, é utilizado para fazer sabão. Além de gerar emprego e renda, iniciativas como esta ajudam a preservar o meio ambiente. Para transformar esse óleo em sabão, primeiro este é filtrado, em seguida, é misturado com uma solução altamente alcalina, formada por água e soda cáustica.

OBJETIVO: aprender uma receita simples para produzir sabão ecológico.

MATERIAIS: 500 mL de óleo de cozinha reutilizado de fritura; 300 mL de água; 80 g de soda cáustica (ou dois terços de um copinho descartável de 200mL); essência ou um terço de um copinho descartável de 200mL de sabão em pó; recipientes de vidro ou plástico (não pode ser alumínio); colher e forma de plástico.

⇨ **ATENÇÃO:** Use luvas durante a preparação porque a solução não deve entrar em contato com a pele.

PROCEDIMENTO:

1. Dissolva a soda cáustica na água.
2. Misture com o óleo até ficar com consistência cremosa (15 a 20 minutos).
3. Acrescente a essência de sua preferência ou o sabão em pó.
4. Enquanto ainda está quente, coloque a mistura em uma forma.
5. Deixe endurecer por dois dias.

Para fabricar o sabão ecológico foi necessário dissolver certa quantidade de soda cáustica em água. Em seguida, foi misturado óleo filtrado a essa solução. Caso seja necessário triplicar essa receita, qual a quantidade de soda cáustica, água e óleo precisaremos utilizar?

ESTEQUIOMETRIA: A MATEMÁTICA DA QUÍMICA

Fontes: SANTOS; MÓL, 2013a.; 2013b.; 2013c e Manual do PIBID-UFV.

A mistura de reagentes em proporções corretas é fundamental na produção química. O sabão, por exemplo, deve passar por um rígido controle de qualidade, a fim de que não haja excesso de reagentes em sua mistura, o que poderia acarretar danos à nossa saúde, como irritação de pele, alergias, etc.

Mas como controlar as proporções dos reagentes ao fazer a mistura? O primeiro passo para o cálculo correto é identificar a equação química da reação e, depois, fazer o seu balanceamento. As reações para obtenção de sabão ocorrem entre ésteres e bases. As gorduras e os óleos são exemplos de ésteres usados nas reações de saponificação. Também conhecidos como glicerídeos, os ésteres reagem com o hidróxido de sódio nessas reações, formando o sabão e a glicerina, como representado a seguir:

$$(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5\,(s) + 3\,NaOH\,(aq) \rightarrow 3\,C_{17}H_{35}COONa(s) + C_3H_5(OH)_3(l)$$

Estearina (éster) + hidróxido de sódio (base) → estearato de sódio (sal) + glicerina (álcool)

A partir do conhecimento da equação anterior, será possível determinar as quantidades de gordura e de hidróxido de sódio ideais para a reação de saponificação. Essa determinação é o que chamamos de *cálculo estequiométrico* (Química e Sociedade, 2010, p. 290). O cálculo estequiométrico permite determinar a quantidade de uma substância participante da reação a

partir da quantidade conhecida das outras substâncias envolvidas. Deste modo, podemos solucionar problemas de estequiometria para quando temos os dados e a pergunta expressos em massa, ou quando os dados são expressos em massa e a pergunta em volume, ou ainda, quando os dados são expressos em massa e a pergunta em número de mols. As situações indicadas no problema podem ser facilmente resolvidas fazendo-se corretamente as conversões de medidas. Veja as estratégias listadas a seguir que podem auxiliar na resolução das questões de estequiometria:

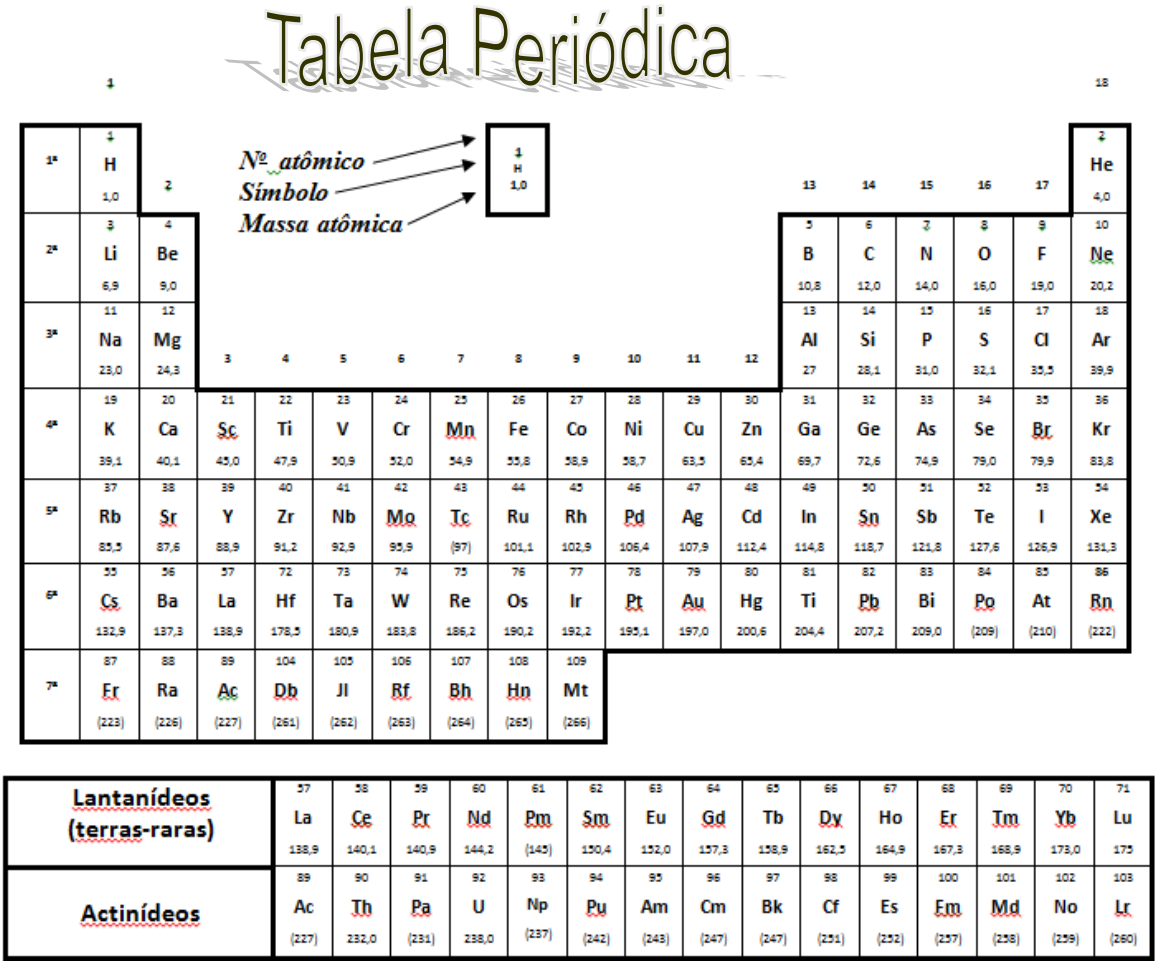
1. Escrever a equação química mencionada no problema.

2. Balancear ou acertar os coeficientes dessa equação (lembre-se de que os coeficientes estequiométricos indicam a proporção em mols existente entre os participantes da reação).

3. Estabelecer uma regra de três entre o dado e a pergunta do problema, que poderá ser escrita em massa, ou em volume, ou em mols, conforme as conveniências do problema.

4. Escrever a segunda linha da regra de três utilizando informações contidas no esquema abaixo e obedecendo aos coeficientes estequiométricos da equação:

1 mol _____ massa atômica ou massa molecular (g) _____$6x10^{23}$ átomos ou moléculas_____22,4 L



Aplicando o conhecimento científico

QUESTÃO 04. Os sabões foram descobertos na Antiguidade e, desde então, vêm sendo utilizados para eliminar sujeiras e gorduras. A equação abaixo descreve a reação de um típico constituinte de sabão:

$$(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5\ (aq) + 3\ KOH\ (aq) \rightarrow 3\ C_{15}H_{31}COOK\ (aq) + C_3H_5(OH)_3\ (l)$$

tripalmitato de glicerina + hidróxido de potássio → palmitato de potássio + glicerina

A) CALCULE a massa de palmitato de potássio produzida a partir de 806 g do óleo tripalmitato de glicerina.

B) DETERMINE quantas moléculas de glicerina são obtidas quando reagem 5 mols de hidróxido de potássio.

C) DETERMINE a quantidade de matéria, em mol, de tripalmitato de glicerina necessária para reagir com 336g de hidróxido de potássio?

QUESTÃO 05. O sabão de coco é um produto de grande aceitação nas lavanderias, por possuir um poder de limpeza excelente e não agredir os tecidos mais finos. Um dos componentes do sabão de coco é o laureato de sódio [$CH_3(CH_2)_{10}COONa$], que pode ser obtido pela seguinte equação simplificada:

$$CH_3(CH_2)_{10}COOH\ (aq) + NaOH\ (aq) \rightarrow CH_3(CH_2)_{10}COONa\ (s) + H_2O\ (l)$$

Supondo que uma indústria produz 666 kg de sabão por dia, RESPONDA:

A) DETERMINE a quantidade de matéria de laureato de sódio [$CH_3(CH_2)_{10}COONa$] será produzida em 30 dias?

B) **DETERMINE** a massa de ácido láurico [$CH_3(CH_2)_{10}COOH$] consumida diariamente?

C) **DETERMINE** a massa de hidróxido de sódio (NaOH) consumida em 30 dias de produção?

QUESTÃO 06 (UFMG 2003). A presença do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para a manutenção da vida em sistemas aquáticos. Uma das fontes de oxigênio em águas naturais é a dissolução do oxigênio proveniente do ar atmosférico. Esse processo de dissolução leva a uma concentração máxima de oxigênio na água igual a 8,7mg/L, a 25 ºC e 1atm. Um dos fatores que reduz a concentração de oxigênio na água é a degradação de matéria orgânica. Essa redução pode ter sérias consequências – como a mortandade de peixes, que só sobrevivem quando a concentração de oxigênio dissolvido for de, no mínimo, 5mg/L.

A) **CALCULE** a massa de oxigênio dissolvido em um aquário que contém 52 litros de água saturada com oxigênio atmosférico, a 25º C e 1 atm.

B) **CALCULE** a massa de oxigênio que pode ser consumida no aquário descrito, no item 1 desta questão, para que se tenha uma concentração de 5 mg/L de oxigênio dissolvido.

C) A glicose ($C_6H_{12}O_6$), ao se decompor em meio aquoso, consome o oxigênio segundo a equação:

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6(aq) + 6\ O_2(aq) \rightarrow 6\ CO_2(aq) + 6\ H_2O(l)}$$

CALCULE a maior massa de glicose que pode ser adicionada ao mesmo aquário, para que, após completa decomposição da glicose, nele permaneça o mínimo de 5mg/L de oxigênio dissolvido.

QUAL A DIFERENÇA ENTRE DISSOLVER E DILUIR?

Disponível em:
http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_solubilidade.pdf (p.: 11 e 12).
http://cejarj.cecierj.edu.br/pdf_mod2/Unidade5_Qui.pdf (p.146 e 147).

Na fabricação do sabão ecológico a soda cáustica foi dissolvida em água. A soda cáustica (NaOH) é um *sólido iônico*. Ao adicionarmos soda cáustica em água, estamos preparando uma solução: a água é o *solvente* e o que é dissolvido nela é chamado *soluto*, no caso a soda cáustica. Uma solução que tem a água como solvente é dita aquosa. Um sólido iônico, ao se dissolver em água, quebra-se em pequenas unidades: cátions (íons de carga positiva) e ânions (íons de carga negativa). Veja a representação na equação química a seguir: $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$. Os íons Na^{+} e OH^{-} são rodeados por moléculas de água devido às forças de atração entre eles e os dipolos da água. Os cátions são atraídos pelo “lado de carga negativa" da molécula de água (oxigênio que é mais eletronegativo) e os ânions pelos “lados de carga positiva" (hidrogênios que são menos eletronegativos), ver figura abaixo, que representa o *dipolo da água*.

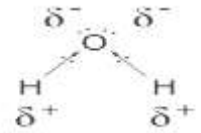


Figura 5: Dipolo da água
http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_solubilidade.pdf

Esse processo de atração eletrostática entre a água e as espécies químicas é chamado de hidratação. A interação entre as moléculas do solvente e as do soluto é a responsável pelo processo de solubilização. **A solubilização é,** portanto, um fenômeno regido pelas interações químicas químicas entre as moléculas do soluto e as moléculas do solvente.

Na dissolução, as interações soluto-soluto e solvente-solvente são, pelo menos em parte, substituídas por interações soluto-solvente. Para que a dissolução seja energeticamente favorável, é necessário que essas novas interações sejam mais fortes e/ou mais numerosas do que as anteriores.

No caso do NaOH, as novas interações íon-dipolo que se formam, fortes e numerosas, fornecem a energia necessária para superar as interações íon-íon e dipolo-dipolo, antes existentes.

Agora, imagine que a solução de soda cáustica preparada ficou forte de mais, ou seja, muito concentrada... O que podemos fazer? Certamente, você pensou em adicionar água à solução já preparada. Esse processo é conhecido como *diluição*. Ao fazermos a diluição de uma solução, o volume da solução aumenta, mas a quantidade de soluto permanece inalterada. Em

outras palavras, o número de mols de soluto na solução ou a massa do soluto é a mesma antes e após a diluição. Ao considerar que a quantidade de soluto (massa ou número de mols) não se altera durante o processo de diluição e que apenas o volume da solução sofre variação, conclui-se que a concentração da solução é alterada. Em uma diluição, a concentração da solução final é menor que a concentração da solução inicial.

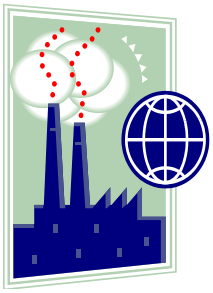
Aplicando o conhecimento científico

QUESTÃO 07. Na preparação de um sabão caseiro, a soda cáustica (hidróxido de sódio – NaOH) deve ser **dissolvida** em água. Se utilizássemos uma **solução bem diluída** dessa base não obteríamos o sabão desejado. **EXPLIQUE** o significado dos termos em destaque no enunciado da questão.

DISSOLVER	DILUIR

QUESTÃO 08. Muitos produtos domésticos devem ser diluídos antes de serem usados. A forma de diluição vem expressa nos rótulos. Por exemplo, em um rótulo de um desinfetante esta recomendado que o produto seja diluído em água na proporção de um para três, o que significa que para cada parte do produto devem-se acrescentar três partes de água. Infelizmente nem todas as pessoas seguem as recomendações dos fabricantes, o que pode acarretar prejuízos à economia doméstica ou ao ambiente. Dessa forma, aponte um prejuízo à economia doméstica e um ao meio ambiente que pode ocorrer por não seguirmos as recomendações do fabricante.

REFLEXÃO FINAL



"*A educação para a cidadania é também uma educação da consciência humana para os seus valores éticos e morais. Valores que precisam ser fundamentados no princípio do respeito à vida e no princípio da igualdade, para que assim sejam garantidos os direitos fundamentais do Homem, ao mesmo tempo em que haja o dever do seu compromisso com a nova sociedade*".

(Extraído da contra-capa do livro "*Educação em Química: Compromisso com a cidadania", de Wildson Luiz Pereira dos Santos e Roseli Pacheco Schnetzler).*

APÊNDICE B – Apresentação em slides intitulada *A Química dos sabões e detergentes*

A Química dos sabões e detergentes

A ação das moléculas de sabão e detergente sobre a sujeira

- Você já lavou pratos engordurados apenas com água? Difícil, não acha?

A água é indispensável para uma boa lavagem, mas não consegue, sozinha, remover todo tipo de sujeira. Isso acontece porque as moléculas de água são polares e as de gordura são apolares. Consequentemente, elas não têm afinidade umas com as outras e não conseguem remover toda a gordura.

A ação das moléculas de sabão e detergente sobre a sujeira

- O que poderia ajudar a retirar a gordura dos pratos?

A ação das moléculas de sabão sobre a sujeira

- Como o sabão e o detergente atuam na limpeza?

- ✓ Sabão e detergente são agentes tensoativos ou surfactantes, ou seja, são substâncias capazes de diminuir a tensão superficial da água.
- ✓ Assim facilitam a limpeza, pois a água passa a penetrar nos locais sujos com maior facilidade.
- ✓ Além de aumentar o poder de penetração da água, os agentes surfactantes dissolvem as moléculas de gordura, o que não acontece com água.

A ação das moléculas de sabão sobre a sujeira

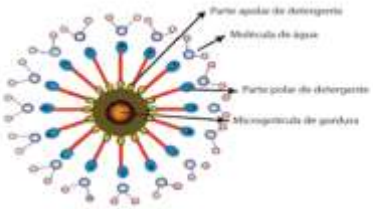
- Como o sabão e o detergente atuam na limpeza?

O agente tensoativo ou surfactante, por si só não limpa a sujeira, ele é mais um... digamos, assistente da água, funciona assim: ele se liga às gorduras, à poeira e à sujeira em geral e ao mesmo tempo se liga à água.

A ação das moléculas de sabão sobre a sujeira

- Como o sabão e o detergente atuam na limpeza?

Quando se adiciona sabão ou detergente à água, suas moléculas se distribuem na forma de pequenas glóbulos, denominados micelas.



A ação das moléculas de sabão sobre a sujeira

- Nas micelas de sabão ou detergentes, as extremidades polares, hidrofílicas, ficam voltadas para o exterior do glóbulo, mantendo contato com as moléculas de água, e as extremidades apolares, hidrofóbicas, ficam voltadas para o interior do glóbulo.
- A estrutura das micelas possibilita a remoção das gorduras, pois as moléculas de gordura ficam aprisionadas nas extremidades hidrofóbicas do sabão ou do detergente, ou seja, na região central das micelas.
- Removendo as micelas com o auxílio da água, a sujeira gordurosa vai junto.

Qual o papel das espumas na remoção das substâncias que provocam a sujeira?

- A capacidade de limpeza de um sabão ou detergente não depende do seu poder de espumar, mas de sua propriedade de formar micelas estáveis.
- Alguns detergentes não formam espumas, por isso muitas pessoas pensam que eles não estão limpando. Para evitar essa falsa associação e queda nas vendas, as indústrias adicionam aos detergentes substâncias espumantes e fragrâncias.
- O problema é que, às vezes, o produto cheira e espuma bem, mas limpa pouco.

O excesso de espuma pode prejudicar as engrenagens das máquinas de lavar, aumentando a reposição de peças, além de contribuir para transformar lagos e rios em poluídos depósitos de espumas, causando problemas ambientais.

ANEXOS

ANEXO A – Questionário de sondagem aplicado aos estudantes da 2ª Série do Ensino Médio[6]

Nesta atividade, após responder a cada item, você deverá fazer uma avaliação do grau de dificuldade. Pense com cuidado, pois suas respostas serão importantes para identificarmos quais são as maiores dúvidas neste conteúdo.

1. O titânio (Ti) tem sido considerado o metal do futuro. Nas construções de aviões supersônicos ele apresenta vantagens devido a sua elevada temperatura de fusão (1.670 °C), tendo em vista que o atrito do ar contra as paredes metálicas da aeronave tende a elevar a temperatura da sua fuselagem. A obtenção desse metal é representada pela seguinte equação química **não balanceada**:

$$\mathbf{TiCl_4(s) + Mg(s) \rightarrow Ti(s) + MgCl_2(s)}$$

A) Considerando o exposto anteriormente, determine a quantidade de matéria de magnésio (Mg) necessária para produzir 191,6 g de titânio (Ti)? (M_{Ti} = 47,9 g/mol).

Avaliação do item A: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

B) Determine quantos átomos de magnésio (Mg) são consumidos por 379,8 g de cloreto de titânio ($TiCl_4$)? (M_{TiCl4} = 189,9 g/mol).

Avaliação do item B: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

2. Classifique a afirmativa a seguir como verdadeira ou falsa e justifique a sua resposta.

"***Um mol de moléculas de água é igual a um mol de átomos de água.***"

( ) Verdadeira ( ) Falsa

Avaliação da questão 2: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

3. Nos aterros sanitários é feita a compactação de resíduos sólidos no solo, os quais são periodicamente cobertos com terra ou algum material inerte. Ao longo dos trabalhos de deposição e após a conclusão de um setor do aterro, são produzidos gases pela decomposição do lixo. Um desses gases é o metano (CH_4), que pode sofrer combustão completa de acordo com a seguinte equação química **não balanceada**:

$$\mathbf{CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(v)}$$

[6] Questões adaptadas a partir do trabalho de PIO, J. M. **Visão de alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de cálculos estequiométricos**. 2006. 33 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006.

Como você representaria a reação química de combustão completa do metano utilizando um desenho?

Avaliação da questão 3: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

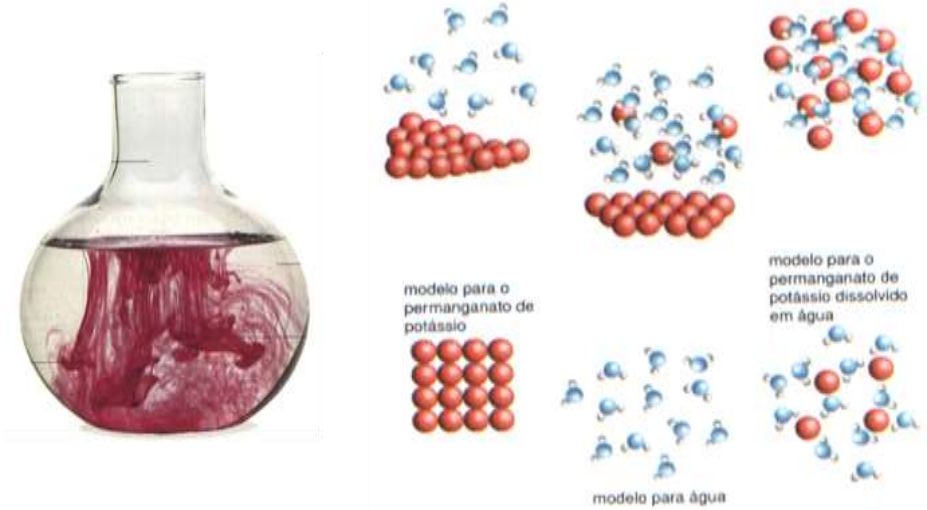
4. Classifique a afirmativa abaixo como verdadeira ou falsa e justifique sua resposta.

"***Em 100 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) existem 10,3 g desse soluto. Uma amostra de 500 mL desta mesma solução terá 51,5 g de NaOH***."

( ) Verdadeira ( ) Falsa

Avaliação da questão 4: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

5. A figura a seguir representa o processo de dissolução do permanganato de potássio ($KMnO_4$) em água, que é um composto iônico. Com base no esquema apresentado, EXPLIQUE como acontece o processo de dissolução das substâncias iônicas em água.



Avaliação da questão 5: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

6. Uma solução de sal de cozinha em água ficou muito concentrada (salgada). Para resolver esse problema você deverá diluí-la. Represente, por meio de um desenho ou esquema, o processo de diluição dessa solução.

Avaliação da questão 6: ( ) Fácil ( ) Médio ( ) Difícil

7. Descreva quais foram as maiores dificuldades que você teve durante o aprendizado desse conteúdo (cálculo estequiométrico)?

8. Por que você acha que teve essas dificuldades?

9. O que você considera mais difícil na resolução de um exercício envolvendo cálculos estequiométricos?

( ) A interpretação do enunciado do exercício.
( ) A compreensão dos conceitos químicos: mol, massa molar, número de Avogadro, volume molar.
( ) Os cálculos matemáticos: estabelecer a regra de três, transformar unidades, resolver os cálculos.

10. Assinale, dentre os itens a seguir, aquele(s) que você acredita ter(em) contribuído para a melhor compreensão deste conteúdo. A seguir, justifique sua resposta.
( ) as explicações dadas pela professora nas aulas.
( ) a leitura do livro.
( ) as aulas práticas no laboratório .
( ) a resolução das listas de exercícios.

ANEXO B - Termo de Anuência da Escola para a realização da pesquisa

TERMO DE ANUÊNCIA

Prezada Diretora e/ou Coordenadora do Centro Educacional COEDUCAR,

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada "**PROCESSO DE ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ESTEQUIOMETRIA PARA O ENSINO MÉDIO**", desenvolvida pela profa. Aline Aparecida Teixeira da Silva, mestranda do PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química, sob a orientação do professor Vinícius Catão de Assis Souza. Nesta pesquisa serão discutidas questões conceituais com o foco na alfabetização científica, tendo um viés interdisciplinar que aborda temáticas relacionadas a Química Ambiental, em um diálogo direto com o conteúdo de Estequiometria. Assim, propõe-se elaborar uma sequência didática investigativa sobre cálculos químicos para ser discutida com os estudantes do Centro Educacional COEDUCAR. A análise das respostas permitirá verificar as principais dificuldades acerca deste conteúdo, considerando que será aferido se eles conseguiram compreender com mais clareza o conteúdo de Estequiometria após a discussão da sequência didática e se essa atividade favoreceu a promoção da alfabetização científica por meio de questões ambientais abordadas no material elaborado.

Dessa forma, pretende-se desenvolver esta pesquisa com os estudantes da 2º Série do Ensino Médio. Utilizaremos como instrumento de coleta dos dados questionários e/ou a participação em entrevistas semiestruturadas, a ser realizada pela pesquisadora com os estudantes dessa série. Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da Direção e Coordenação desta escola para autorizar o desenvolvimento da referida pesquisa no Centro Educacional COEDUCAR. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO a todos(as) os(as) participantes. Declaramos, também, que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Viçosa, _____ de _____ de 2018.

_____

Assinatura para a obtenção da anuência

Nome da responsável pela pesquisa: Aline Aparecida Teixeira da Silva

E-mail: alineapteixeiras@yahoo.com.br

Telefone: (31) 99732-8176

Professor Orientador: Vinícius Catão de Assis Souza

E-mail: vcasouza@ufv.br

Telefone: (31) 3899-4888

ANEXO C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido direcionado aos alunos da 2ª Série do Ensino Médio

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa "**PROCESSO DE ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ESTEQUIOMETRIA PARA O ENSINO MÉDIO**". Nesta pesquisa será aplicado um questionário para verificar as principais dificuldades no conteúdo de Estequiometria e elaborada uma sequência didática investigativa sobre cálculos químicos para ser discutida em sala de aula com todos os estudantes da 2ª Série do Ensino Médio do **Centro Educacional COEDUCAR**. As atividades serão aplicadas no horário de aula, sendo as respostas escritas e as discussões gravadas em áudio resguardadas pela pesquisadora. Os áudios das aulas serão utilizados apenas para a elaboração da dissertação de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI – Polo UFV). Para evitar qualquer risco de identificação dos participantes, todos serão nominados por códigos alfa numéricos. Além disso, seus pais ou responsável legal deverão autorizar e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A participação neste estudo não envolverá nenhum custo, nem você receberá qualquer vantagem financeira. Entretanto, você terá o benefício de contribuir com uma pesquisa que busca melhorar a aprendizagem da Química e aprimorar as práticas de ensino em sala de aula. Você tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou seu responsável legal de retirar o consentimento ou interromper sua participação, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma como é atendido(a) pela pesquisadora. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Os materiais que indiquem sua participação não serão liberados sem a permissão do seu responsável legal.

Este Termo de Assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelos pesquisadores responsáveis, no Departamento de Química da UFV, e a outra será fornecida a você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com os pesquisadores por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "**PROCESSO DE ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ESTEQUIOMETRIA PARA O ENSINO MÉDIO**" de maneira clara e detalhada e

esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável legal poderá modificar sua decisão sobre minha participação se assim o desejar. Já assinado o Termo de Consentimento por meu responsável legal, declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome da responsável pela pesquisa: Aline Aparecida Teixeira da Silva
E-mail: alineapteixeiras@yahoo.com.br
Telefone: (31) 99732-8176

Professor Orientador: Vinícius Catão de Assis Souza
E-mail: vcasouza@ufv.br
Telefone: (31) 3899-4888

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31)3899-2492
Email: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Viçosa , _____ de _____ de 2018.

_____

Assinatura do(a) Participante

_____

Assinatura da Pesquisadora

ANEXO D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido direcionado aos pais dos alunos da 2ª Série do Ensino Médio

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados pais ou responsáveis,

Convidamos o seu filho/a sua filha para participar da pesquisa intitulada "**PROCESSO DE ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ESTEQUIOMETRIA PARA O ENSINO MÉDIO**", desenvolvida pela profa. Aline Aparecida Teixeira da Silva, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química da UFV (PROFQUI), sob a orientação do professor Vinícius Catão de Assis Souza. Nesta pesquisa serão discutidas questões conceituais com o foco na alfabetização científica, tendo um viés interdisciplinar que aborda temáticas relacionadas à Química Ambiental, em diálogo com o conteúdo de Estequiometria. Assim, propõe-se elaborar uma sequência didática investigativa sobre cálculos químicos para ser discutida com os estudantes da 2ª Série do Ensino Médio do **Centro Educacional COEDUCAR**, localizado no município de Viçosa-MG. A análise das respostas permitirá verificar as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes, considerando que será aferido se eles compreenderam com mais clareza o conteúdo de Estequiometria após a discussão da sequência didática e se esta atividade favoreceu a promoção da alfabetização científica por meio de questões ambientais abordadas no material elaborado. O motivo que nos leva a estudar este assunto é a expressiva importância que deve ser atribuída ao processo de construção do conhecimento científico, utilizando para isso diferentes estratégias e metodologias que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem das Ciências/Química na Educação Básica. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: abordagem qualitativa, sendo a coleta de dados feita por meio da aplicação de um questionário que visará sondar as principais dificuldades dos estudantes da 2ª Série do Ensino Médio sobre o conteúdo de cálculos químicos. Posteriormente, será elaborada a sequência didática investigativa sobre cálculos químicos e os conceitos básicos de soluções, a ser discutida em sala de aula. Como forma de verificar a efetividade desta sequência didática no processo de ensino, será investigado se os estudantes tiveram uma melhor compreensão dos conteúdos abordados após a aplicação das atividades e se elas favoreceram a promoção da alfabetização científica por meio das questões ambientais presentes no material. Para isso, será feita a análise dos áudios das aulas e também das respostas apresentadas no material escrito. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em o estudante se sentir constrangido em participar da mesma, pois serão gravados áudios das aulas em que discutiremos a sequência didática. Para minimizar o risco, serão discutidos os benefícios para o processo de ensino e aprendizagem da atividade e esclarecida às dúvidas que se fizerem necessárias, de modo a buscar o envolvimento de todos(as). Os pesquisadores, entretanto, garantem que nenhum constrangimento será gerado e que na análise dos dados os estudantes serão identificados por códigos alfa numéricos e não

pelos nomes. Para tanto, os seguintes aspectos serão estritamente observados e respeitados nesta investigação: (i) liberdade para se recusar a participar ou retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao cuidado do seu filho/sua filha; (ii) garantia de sigilo quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa; e (iii) participação voluntária, sem ônus algum para o participante.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelos pesquisadores responsáveis, no Departamento de Química da UFV, e a outra será fornecida a você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com os pesquisadores por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão descartados.

Os pesquisadores tratarão a identidade dos estudantes com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Além disso, a coleta de dados será por meio do questionário, da sequência didática e dos áudios gravados nas aulas de Química.

Nesses termos, declaro ter sido informado(a) e concordo com a participação do(a) estudante _____, fornecendo as informações necessárias para contribuir com a proposta de pesquisa descrita anteriormente.

Nome da responsável pela pesquisa: Aline Aparecida Teixeira da Silva
E-mail: alineapteixeiras@yahoo.com.br
Telefone: (31) 99732-8176

Professor Orientador: Vinícius Catão de Assis Souza
E-mail: vcasouza@ufv.br
Telefone: (31) 3899-4888

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31)3899-2492
Email: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Viçosa-MG, _____ de _____ de 2018.

_____

Assinatura para a obtenção do consentimento

_____

Assinatura da Pesquisadora