



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DO CAMPUS ITABAIANA

ANNY DANIELLY DOS SANTOS REIS

FRANCIELLY DE OLIVEIRA COSTA

O PAPEL DA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA
ASSOCIADA A EXPERIMENTAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO
CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

ITABAIANA

2018

ANNY DANIELLY DOS SANTOS REIS

FRANCIELLY DE OLIVEIRA COSTA

**O PAPEL DA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA
ASSOCIADA A EXPERIMENTAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO
CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Química do *Campus* Itabaiana como um
dos requisitos para obtenção do título de
licenciada em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Cristina
Kiatkoski Kaminski

Coorientadora: Msc^a. Tatiana Santos
Andrade

ITABAIANA

2018

ANNY DANIELLY DOS SANTOS REIS

FRANCIELLY DE OLIVEIRA COSTA

O PAPEL DA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA ASSOCIADA A
EXPERIMENTAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO
QUÍMICO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Química do *Campus* Itabaiana, da Universidade Federal de Sergipe, como um dos requisitos para a obtenção do título de licenciada em Química.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Paulo Mendonça Lima
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Luciano Evangelista Fraga
Universidade Federal de Sergipe

Profa. Dra. Renata Cristina Kiatkoski Kaminski
Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Anny Danielly dos Santos Reis

Essa é uma fase muito especial na minha vida e não posso deixar de agradecer a Deus por toda força, ânimo e coragem para ter alcançado minha meta. E acredito que nada na vida se conquista sozinho, então quero deixar aqui minha gratidão a esta universidade, seu corpo docente e amigos que conquistei ao longo dessa jornada, por ter me recebido de braços abertos, proporcionado todas as condições de aprendizagem e momentos enriquecedores na minha vida. A minha orientadora e coorientadora que estiveram a todo momento a postos para a elaboração e concretização desse trabalho, sempre com paciência e sabedoria. E em último lugar, mas não menos importante a minha família e meu noivo, por sempre me incentivarem através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades.

Francielly de Oliveira Costa

Gostaria primeiramente de agradecer a DEUS, por toda força que tem me dado para a realização e concretização de mais um sonho em minha vida. Agradeço a minha família, a qual sempre me deu todo o suporte necessário no decorrer de toda a graduação, o meu muito obrigada. Em especial, aos meus pais, Edivaldo de Gois Costa e Marinês de Oliveira, sem vocês nada disso era possível realizar, essa conquista é para vocês! Minha eterna gratidão a minha orientadora e coorientadora, que foram fundamentais para a construção desse trabalho, todo o apoio e incentivo concedido foram essenciais.

Seja grato por hoje.

RESUMO

O conceito de Equilíbrio Químico (EQ) é considerado complexo no processo de ensino e aprendizagem, apresentando várias dificuldades elencadas na literatura como o entendimento no que ocorre a nível microscópico/atômico-molecular; equilíbrio estático; diferença/concepção entre o que é igual e o que é constante; reversibilidade; visão compartimentalizada e a constante de equilíbrio, estando relacionadas ao entendimento do aluno sobre esse conceito. Foi selecionado dois grupos de alunos para coletar as dificuldades em relação ao conceito, um grupo referente aos alunos da Educação Básica (EB) e o outro aos alunos da graduação. Percebeu-se que as maiores dificuldades estavam relacionadas a visão compartimentalizada, equilíbrio estático e representação microscópica. Com isso, optou-se por escolher o grupo de alunos da graduação para aplicação da proposta de aulas, pois, no início da Licenciatura em Química, os alunos cursam a disciplina de Química Geral, sendo o conceito de Equilíbrio Químico abordado de forma superficial. Logo, têm-se que os conhecimentos sobre EQ advém da EB. Com isso, foi elaborado uma proposta de quatro horas/aulas baseada nas dificuldades que os sujeitos de pesquisa apresentavam. Foi utilizado a temática do açude da Marcela, um contexto local que os alunos estão inseridos, realizando uma conscientização ambiental, levando-o a compreender o prejuízo que o acúmulo da matéria orgânica gera na qualidade da água e, conseqüentemente na dissolução de oxigênio, gerando desequilíbrio na biodiversidade aquática. Nessa proposta de aulas, foi realizada uma atividade experimental de abordagem investigativa, utilizando água tratada e a água do açude, colocando o aluno diante de uma situação problema, que estava relacionada a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Dessa forma, se faz necessário analisar se o uso da contextualização associada a experimentação de cunho investigativo ajuda na minimização de dificuldades apresentadas pelos sujeitos da pesquisa, na aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico. Por fim, notou-se através da análise das falas dos alunos durante as aulas e do questionário final, que houve uma minimização das dificuldades com a realização da proposta, possibilitando um desenvolvimento para que os alunos pudessem realizar a representação microscópica. Também pode-se analisar que a experimentação facilitou a percepção dos alunos em relação a reversibilidade, visão não compartimentalizada e equilíbrio dinâmico com o auxílio da contextualização do açude da Marcela.

PALAVRAS-CHAVE: Equilíbrio Químico. Experimentação. Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

The Chemical Equilibrium (CE) concept is considered complex in the teaching and learning process, presenting several difficulties listed in the literature such as the understanding of what occurs at the microscopic / atomic-molecular level; static balance; difference / conception between what is equal and what is constant; reversibility; compartmentalized vision and the equilibrium constant, being related to the student's understanding of this concept. Two groups of students were selected to collect the difficulties on the concept, one group referring to Basic Education students (BE) and the other to undergraduate students. It was noticed that the greatest difficulties were related to compartmentalized vision, static equilibrium and microscopic representation. Therefore, it was decided to choose the group of undergraduate students to apply the proposed classes, because, at the beginning of their graduation, students attend General Chemistry course, and the concept of Chemical Equilibrium is superficially approached. Therefore, it is known that knowledge about CE comes from BE. Therewith a proposal of four hours / classes was elaborated based on the difficulties that the subjects of research presented. It was used the theme of the Marcela's Water Reservoir, a local context that the students are inserted, realizing an environmental awareness, leading them to understand the damage that the accumulation of organic matter generates in the quality of the water and, consequently, in the dissolution of oxygen, generating imbalance in aquatic biodiversity. In this proposal of classes, an experimental activity of investigative approach was carried out, using a treated water and the water of the dam, putting the student before a problem situation, which was related to the amount of dissolved oxygen in the water. Thus, it is necessary to analyze if the use of the contextualization associated with research experimentation helps in minimizing the difficulties presented by the research subjects in learning the concept of Chemical Equilibrium. Finally, it was noted through the analysis of the students' statements during the classes and the final questionnaire that there was a minimization of difficulties with the proposal, allowing a development so that the students could perform the microscopic representation. It can also be analyzed that the experimentation facilitated the students' perception regarding reversibility, non-compartmentalized vision and dynamic balance with the help of Marcela's weir contextualization.

KEYWORDS: Chemical equilibrium; Experimentation; Teaching-learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 01. Esquema metodológico..... | 21 |
| Figura 02. Categorias criadas a posteriori..... | 23 |
| Figura 03. Representação feita pelo aluno A3 da EB..... | 31 |
| Figura 04. Representação feita pelo aluno B3 da graduação..... | 32 |
| Figura 05. Representação feita pelo aluno A8 da EB..... | 32 |
| Figura 06. Representação feita pelo aluno B1 da graduação..... | 32 |
| Figura 07. Representação simbólica feita pelo aluno A13..... | 35 |
| Figura 08. Representação feita pelo aluno B1..... | 35 |
| Figura 09. Representação microscópica feita pelo aluno B2..... | 41 |
| Figura 10. Representação microscópica feita pelo aluno B4..... | 41 |
| Figura 11. Representação microscópica feita pelo aluno B3..... | 42 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 01 – Dificuldades encontradas na literatura..... | 20 |
| Quadro 02 – Categoria de acordo com suas respectivas questões..... | 25 |
| Quadro 03 – Categoria do questionário 1 aplicado aos alunos da Educação Básica..... | 26 |
| Quadro 04 – Categoria do questionário 1 aplicado aos alunos da graduação..... | 27 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AM – Azul de Metileno

EB – Educação Básica

EQ – Equilíbrio Químico

QG – Química Geral

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 3. METODOLOGIA | 19 |
| 3.1. Abordagem da pesquisa | 19 |
| 3.2. Sujeitos da pesquisa e contexto de sua realização | 19 |
| 3.3. Instrumento de coleta de dados | 20 |
| 3.4. Aspectos metodológicos do planejamento da intervenção | 21 |
| 3.5. Análise dos dados | 23 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 4.1. Questionário inicial | 25 |
| 4.2. Aplicação da intervenção e análise ao questionário final | 37 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 46 |
| 6. REFERÊNCIAS | 48 |
| 7. APÊNDICES | 51 |
| 6.1. APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA E DA GRADUAÇÃO PARA A PRIMEIRA COLETA DE DADOS | 51 |
| 6.2. APÊNDICE B – PLANO DE AULA APLICADO AOS ESTUDANTES DA GRADUAÇÃO | 53 |
| 6.3. APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DA GRADUAÇÃO PARA AVALIAÇÃO FINAL | 60 |
| 8. ANEXOS | 62 |
| 7.1. ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO UTILIZADO NA PESQUISA | 62 |

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Equilíbrio Químico (EQ) é bastante abordado em pesquisas científicas, uma vez que o mesmo é considerado difícil, complexo de ser ensinado e compreendido, visto que engloba questões essencialmente abstratas, dificultando o processo de ensino e aprendizagem, tanto para os professores quanto para os alunos (BEDIN; CASSOL, 2016).

Para Bedin e Cassol (2016), um dos fatores que dificulta o entendimento do conceito é a forma como o mesmo é trabalhado nos livros didáticos, visto que os livros tratam mais dos aspectos quantitativos do que dos fenômenos qualitativos. Esses aspectos quantitativos levam os alunos a serem treinados para resolverem os cálculos referentes ao equilíbrio químico. Dessa forma, eles se tornam capazes, através da constante de equilíbrio, de responderem em que sentido o equilíbrio está deslocado e relacionar o estado de equilíbrio como sendo um estado onde não ocorre mais a reação no sistema, limitando-se assim a um equilíbrio estático. Porém, quando são indagados sobre o que acontece a nível microscópico, os mesmos apresentam dificuldades.

Uma dificuldade apresentada pelos alunos descrita por Machado e Aragão (1996), está relacionada ao conceito de reversibilidade: para alguns a reação só poderá ocorrer no sentido dos reagentes para os produtos, e não o inverso; para outros, a reversibilidade é somente possível quando é consumido toda a espécie dos reagentes para formação do produto.

Outro obstáculo, dessa vez citado por Pinto, Santana e Andrade (2012), é que no ensino médio ocorre o enfoque dos conceitos químicos de forma fragmentada e descontextualizada. Esses conceitos, muitas vezes, abordam com maior evidência os cálculos matemáticos e a memorização de fórmulas, levando apenas a uma transmissão verbal de conhecimentos, em que o aluno não participa ativamente, sendo um sujeito passivo (absorvendo o que o professor transmite em sala de aula). Sendo assim, a não-contextualização da Química no ensino pode ser um método que dificulta o processo de ensino-aprendizagem desta ciência.

Para minimizar as dificuldades aqui elencadas no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico, faz-se o uso da contextualização associado a experimentação. A contextualização busca relacionar o cotidiano dos alunos com o âmbito escolar, estabelecendo relações entre o conceito científico e o contexto

vivenciado pelo aluno (VASCONCELOS, *et al*, 2016). Dessa forma, a experimentação se apresenta como uma metodologia facilitadora, podendo promover uma melhor compreensão dos alunos sobre o conceito estudado.

Segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), o uso da experimentação é um processo que pode facilitar a construção de conceitos. Essa pode ser utilizada para demonstrar um fenômeno ou um princípio teórico, usada para a coleta de dados, realizar teste de hipóteses, desenvolver habilidades de observação, dentre outros.

Uma especificidade da experimentação é a atividade de investigação, em que os conceitos podem ser trabalhados através da realização da prática, levando o aluno a pensar, refletir e formular hipóteses para o problema abordado, exigindo uma interpretação inicial do problema, preparo e execução dos procedimentos experimentais e posteriormente uma possível solução. O professor tem o papel de auxiliar, questionar e incentivar a criatividade e o desenvolvimento crítico dos seus alunos, tornando-os assim sujeitos ativos durante toda a atividade experimental (OLIVEIRA, 2010).

Diante de tais discussões, faz-se necessário buscar meios que auxiliem na compreensão do conceito de Equilíbrio Químico, para tal foi proposta uma intervenção contextualizada com o uso de uma atividade experimental de cunho investigativo que vise minimizar essas dificuldades, no intuito de fazer com que o aluno possa se apropriar dos conceitos científicos de forma mais significativa.

Essa pesquisa tem como objetivo geral analisar se a proposta contextualizada associada ao uso da experimentação de cunho investigativo ajuda na minimização de dificuldades da aprendizagem do conceito Equilíbrio Químico e apresenta como objetivos específicos identificar os trabalhos publicados sobre as dificuldades que os alunos apresentam em compreendê-lo e, assim interligar com as dificuldades que os sujeitos da pesquisa apresentaram a partir da aplicação do primeiro questionário; observar como a contextualização auxilia no processo de ensino-aprendizagem; investigar como a aplicação de uma atividade contextualizada associada ao uso de uma experimentação de cunho investigativo, facilita no processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa visa à elaboração e à aplicação de uma intervenção contextualizada contendo uma atividade experimental, a qual será conduzida através de uma interação entre professor-aluno. Essa intervenção pode possibilitar a promoção de sujeitos ativos e participativos, podendo favorecer o entendimento sobre o conceito, minimizando

assim as dificuldades elencadas na literatura para a compreensão do conceito de Equilíbrio Químico.

Escolheu-se trabalhar com o conceito de Equilíbrio Químico através do contato das autoras da presente pesquisa com o estágio, no qual observou-se dificuldades dos alunos em compreendê-lo. Estas estavam relacionadas em identificar os reagentes e os produtos em uma reação, e conseqüentemente, a sua reversibilidade. Dessa forma, realizou-se uma pesquisa na literatura, buscando melhor compreender as dificuldades. Através dessa pesquisa, foi possível encontrar diversas dificuldades, justificando a necessidade do desenvolvimento de novos métodos para que facilite a compreensão dos alunos acerca desse conceito.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho de Machado e Aragão (1996) discute que o conceito de Equilíbrio Químico articula outros temas como a estequiometria, visão microscópica, reversibilidade de reações, reação química, formação de soluções e cinética química. Entretanto esse conceito é abordado apenas na disciplina de química nas escolas. Com isso, no momento em que o professor inicia sua aula, os alunos trazem em mente algumas experiências de equilíbrio do seu cotidiano, como andar de bicicleta e observar uma balança, levando-os a compreender o equilíbrio de forma estática, ou seja, apresentando dificuldade em relacionar o conceito de equilíbrio como um equilíbrio dinâmico. As outras dificuldades apresentadas pelos alunos, abordadas nesse trabalho de Machado e Aragão, estão relacionadas também a reversibilidade das reações e entendimento no que ocorre a nível microscópico.

Segundo Bertotti (2011), a compreensão do conceito de equilíbrio estático é uma outra dificuldade apresentada pelos alunos, os quais associam que as reações nos dois sentidos (direto e inverso) deixam de acontecer, logo, elas param. Permanecendo assim explícita a dificuldade dos alunos em construir um modelo microscópico dinâmico, no qual as moléculas dos reagentes e dos produtos continuam a reagir no nível microscópico, porém ao nível macroscópico não se observa nenhuma mudança na reação (SOUZA; CARDOSO, 2008).

Foi observado no trabalho de Machado e Aragão (1996), outras dificuldades como: as concepções entre o que é igual e o que é constante, visto que para os alunos a reação entra em equilíbrio quando suas concentrações estão iguais; visão compartimentalizada, pois compreendem que na reação a formação de reagentes e produtos acontece em recipientes separados; constante de equilíbrio, uma vez que os alunos atribuem somente como um valor numérico, não relacionando com a proporção de reagentes e produtos na reação.

Para Bertotti (2011), a dificuldade relacionada a constante de equilíbrio está diretamente ligada ao fato de que, embora muitos estudantes consigam fazer os cálculos envolvendo os equilíbrios químicos utilizando o emprego de fórmulas, eles não conseguem explicar os conceitos envolvidos nas modificações que ocorrem no sistema e na reação.

Essas dificuldades estão relacionadas as limitações das explicações teóricas, visto que ao final do ensino médio, os alunos não apresentam a compreensão a nível qualitativo sem relações com situações reais para os alunos. Sendo assim, o processo de ensino, em sua maioria, abrange as equações e as fórmulas, em que os mesmos não expõem seu entendimento sobre o assunto (STEIERNAGEL; JUNGBECK; ZANON, 2013).

Diante disso, a Química é considerada essencialmente abstrata e de difícil compreensão, tanto para os professores quanto para os alunos.

O ensino e a aprendizagem de ciências requerem processos de construção e reconstrução de modelos que possibilitem a interpretação da natureza e a elaboração de explicações por parte do estudante, favorecendo a manipulação e a proposição de previsões acerca de fenômenos observáveis (SOUZA; CARDOSO, 2008, p. 1).

Desse modo, de acordo com Souza e Cardoso (2008), para a construção do conceito de Equilíbrio Químico, deve-se estabelecer um modelo microscópico dinâmico, em que as partículas de reagentes e produtos coexistem em um sistema fechado, estando sujeitas a uma frequência de colisões constantes que não resultam em alterações observáveis. Logo, tem-se que a estabilidade macroscópica do sistema é consequência de uma dinâmica constante de transformações (dinâmica microscópica). Deve-se também construir a ideia de que o estado de equilíbrio se trata de uma situação permanente mantida pela igualdade das velocidades de duas reações químicas opostas, ou seja, reações reversíveis.

Na tentativa de minimizar essas dificuldades, foi realizado um planejamento de aulas contextualizadas para que os alunos percebam que existem situações de Equilíbrio Químico presentes em seu cotidiano associado ao uso da experimentação de cunho investigativo, motivando-os no processo de aprendizagem, gerando uma problematização e discussão acerca do tema.

A contextualização, em muitos casos, vem sendo utilizada como um método que proporciona a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos, visto que esta relaciona o cotidiano do aluno com as situações de ensino (SILVA; MARCONDES, 2010). Entretanto, a contextualização por si só não consegue explicar os conceitos abstratos e as reações que ocorrem no mundo microscópico, o qual não é possível a visualização. Dessa forma, uma alternativa é o uso da experimentação, para que os alunos compreendam e visualizem como ocorre os fenômenos macroscopicamente,

podendo assim gerar um entendimento sobre o que ocorre microscopicamente, tornando a química menos abstrata.

Desta forma, a experimentação é um meio de aprofundar discussões teóricas em grupo, de modo dialogado, com argumentação e questionamentos, contribuindo para a socialização dos alunos, destacando a preocupação que o professor deve ter em relação ao tempo de aprendizagem de cada aluno e em não fazer com que a experimentação seja uma função única e exclusiva da comprovação de teoria (GALIAZZI, 2004).

De acordo com Merçon (2003), o uso da experimentação é de suma importância para a construção de conceitos realizados a partir das observações dos fenômenos ocorridos no decorrer da prática para processo de ensino e aprendizagem, visto que desperta interesse no aluno em querer participar desta atividade, podendo possibilitar a formação de sujeitos ativos. Sendo assim, na maioria das vezes, os alunos costumam atribuir à experimentação o caráter lúdico e isso contribui para a aprendizagem, como alegam os professores, pois deixa o aluno envolvido com a atividade realizada. Dessa forma, nas últimas décadas, teve-se a preocupação com a elaboração de atividades experimentais que se adequassem a realidade do aluno e a formação dos conceitos.

Nessas perspectivas de experimentação, fica evidente a necessidade do aprimoramento cognitivo do aluno para que ele seja capaz de compreender todas as etapas envolvidas na realização dessa atividade. Esse aprimoramento ocorre através da realização de registros escritos sobre o que os alunos estão observando no experimento, podendo relacionar essas observações aos conceitos científicos (OLIVEIRA, 2010). A esse processo é dado o nome de experimentação investigativa:

Assim, se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a resolução deste problema, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível [...] (SUART; MARCONDES, 2008, p.2).

É importante ressaltar que a experimentação pode ou não obter resultados positivos, ou seja, é capaz de estar sujeita a erros, abrindo assim a oportunidade para uma reformulação da reflexão do aluno. Esse apresenta uma concepção de que a experimentação sempre obterá resultados positivos, o que nem sempre pode acontecer. Os dados obtidos através da experimentação podem não ser os mesmos dados encontrados na literatura, porém são resultados, e devem ser analisados e comparados com os apresentados na literatura, isso pode contribuir para que o aluno saia da sua zona

de conforto e repense em novas possibilidades ou hipóteses, o que possibilita o aprimoramento do seu conhecimento (GIORDAN, 1999).

No momento em que se depara com os erros experimentais, o docente tem o papel fundamental de tornar a experimentação de forma investigativa ou, pode optar pelo descarte dos resultados. Diante disso, o educador deve ter uma visão problematizadora acerca dos erros obtidos na prática experimental, dando assim um aspecto construtivista. Além disso, deve instigar os alunos a entenderem o porquê dos resultados obtidos, e assim buscar explicações para o que ocorreu. Dessa forma, o erro se apresenta como uma fonte de informações, sendo importante para a estruturação do conhecimento (FREITAS, *et al*, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1. Abordagem da pesquisa

A presente pesquisa faz uso de abordagem qualitativa, sendo um método subjetivo que está voltado à compreensão e à interação de um grupo social, procurando explicar o porquê dos fatos. É importante a observação dos fenômenos sob diferentes concepções, obtendo uma relação entre os dados coletados, demonstrando o comprometimento do pesquisador com a situação que está sendo pesquisada, e conseqüentemente, com os sujeitos que estão sendo pesquisados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Desse modo, um tipo de método qualitativo é o uso do estudo de caso que analisa uma situação particular, como é representado nesse trabalho, visto que tem por finalidade estudar uma situação delimitada. Essa situação está elencada nas dificuldades que os estudantes apresentam em compreender o conceito de Equilíbrio Químico, e assim propor uma metodologia que tente minimizar essas dificuldades.

Esse estudo de caso visou a interpretação em contexto, podendo apresentar diversas opiniões diferentes em uma mesma situação. Inicialmente, foi elaborada a escolha do problema, para posteriormente identificá-los, coletar os dados, e por fim analisá-los (OLIVEIRA, 2008). Diante disso, nessa pesquisa foi utilizado inicialmente um questionário aberto (Apêndice A), para a coleta de dados, partindo das dificuldades que os alunos apresentam em compreender o conceito de Equilíbrio Químico (EQ), descritos na literatura.

3.2. Sujeitos da pesquisa e contexto de sua realização

Esse trabalho tem como sujeitos, um grupo de 15 alunos da segunda série da Educação Básica (EB), de uma escola pública situado no município de Itabaiana-SE que já tinham visto o conceito de EQ e, também, um grupo de 6 graduandos da Universidade Federal de Sergipe, ingressantes em 2017.2 no curso de Licenciatura em Química do *campus* Itabaiana. Do grupo referente aos graduandos, alguns já tinham cursado a disciplina de Química Geral (QG) e outros são repetentes na mesma.

Optou-se por esses dois grupos de análise para comparar as dificuldades existentes dos alunos que estão no ensino médio e dos ingressantes do período 2017.2 no Curso de Licenciatura em Química. Utilizou-se o grupo de alunos da graduação para aplicação das aulas, visto que a QG é uma disciplina introdutória do curso de Química e

que o conceito de EQ é abordado de forma superficial, com isso espera-se que os alunos permaneçam com os mesmos conceitos advindos da EB.

3.3. Instrumento de coleta de dados

Utilizou-se como primeira coleta de dados um questionário aberto 1 (Apêndice A) o qual foi validado por duas especialistas da área que fizeram uma análise crítica do material e contribuíram com as alterações necessárias. Esse foi aplicado no final do semestre para os alunos da EB na escola e no início do semestre para os alunos da graduação na Universidade Federal de Sergipe.

Esse questionário foi aplicado para ambos os grupos de alunos e respondido individualmente tanto pelos alunos da EB quanto pelos alunos da graduação, sendo uma ferramenta de coleta de dados com custo razoável que garante a confiabilidade dos dados, podendo aplicar a mesma questão para todos os alunos, dando a eles a liberdade de resposta e garantindo o seu anonimato (BARBOSA, 2008).

Para a construção do questionário aberto 1, utilizou-se as dificuldades encontradas na literatura, especificado no Quadro 01, no qual cada dificuldade se refere a uma questão específica. Buscou-se por meio das respostas dadas pelos alunos ao questionário a comparação entre as dificuldades mencionadas pelos sujeitos da pesquisa e as apresentadas na literatura.

Quadro 01. Dificuldades encontradas na literatura.

| Dificuldades encontradas na literatura | Questão referente a dificuldade |
|---|---------------------------------|
| Diferença/Definição entre igual e constante | 4 ^a |
| Reversibilidade; Visão Compartmentalizada | 5 ^a e 6 ^a |
| Equilíbrio estático | 7 ^a |
| Entendimento no que ocorre a nível microscópico/atômico molecular | 8 ^a |

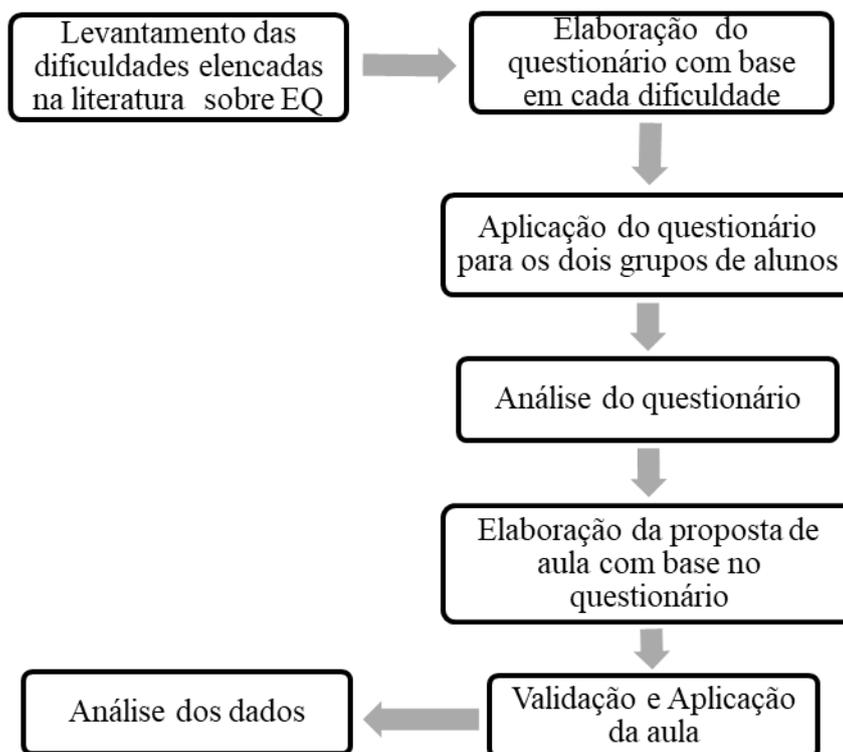
Para a segunda coleta de dados foi utilizado o questionário final (Apêndice C) e a gravação em áudio, ocorrendo a transcrição de algumas falas dos alunos durante as aulas. Essas aulas foram validadas, sendo aplicadas para uma especialista da área de

Química, a qual fez uma análise crítica do material e contribuiu com as alterações necessárias.

3.4. Aspectos metodológicos do planejamento da intervenção

O esquema que representa todo processo metodológico está descrito na Figura 01.

Figura 01. Esquema metodológico.



Fonte: Própria das autoras.

Inicialmente realizou-se o levantamento das dificuldades elencadas na literatura apresentada por estudantes no que se refere a compreensão do conceito de EQ, que está relacionado ao entendimento no que ocorre a nível microscópico/atômico-molecular, equilíbrio estático, diferença/concepção entre o que é igual e o que é constante, reversibilidade, visão compartimentalizada e constante de equilíbrio (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Com base em cada dificuldade foi elaborado o questionário aberto 1, aplicado para os dois grupos de alunos e posteriormente analisado. Elaborou-se uma proposta de 4 horas/aulas contextualizadas, contendo uma atividade experimental com abordagem

investigativa, com enfoque nas dificuldades que o grupo de alunos da graduação apresentaram.

Essa aula está presente no apêndice B e teve início com a leitura do texto 1 “Contaminação da água do açude da Marcela”, o qual foi retirado do site da Síntese (<http://www.site1379950108.hospedagemdesites.ws/index.php/panorama/blogs-e-colonistas/roberto-santos/3360-acude-da-marcela-em-itabaiana-uma-questao-ambiental-e-de-saude-publica> , acessado no dia 14 de junho de 2018). Este fala sobre a contaminação existente no açude da Marcela, que fica localizado no município de Itabaiana-SE, tendo como objetivo abordar uma problemática existente no cotidiano do aluno.

O texto é de suma importância para que os alunos percebam situações de Equilíbrio Químico presentes no seu cotidiano e reflitam sobre essas situações, visto que, a química não é contextualizada no ensino médio, o que faz com o que os alunos não enxerguem a sua importância, fazendo assim uma relação mais próxima entre o conceito e o cotidiano deles.

Após o uso do texto foi realizado o experimento 1: “Água furiosa”, retirado do canal do Youtube Manual do Mundo (<<https://www.manualdomundo.com.br/2013/06/experimento-de-quimica-da-aguafuriosa/>>), utilizando uma água tratada com o intuito de fazer com que os alunos reflitam e analisem o processo de toda reação, detectando os reagentes e posteriormente os produtos em um único recipiente através da mudança de cor, notando assim a reversibilidade.

Posteriormente, realizou-se o segundo experimento com uma abordagem investigativa, denominado como “Água furiosa: água do açude da Marcela”, em que inicialmente foi realizado dois questionamentos aos alunos que tinham como objetivo saber o que eles esperavam em relação a viragem da cor da solução, estabelecendo relações com o experimento 1 e também com o texto abordado inicialmente. Diante disso, os alunos apresentaram seus argumentos, e assim, foi dado início a prática experimental. Por fim, foram realizados outros questionamentos, com a finalidade de os alunos explicarem o porquê da viragem de cor ser mais rápida em um experimento comparado com o outro. Toda mediação da experimentação foi seguida por questionamentos, que estavam relacionados a problemática social local, esse fato pode ser constatado mais minuciosamente no apêndice B.

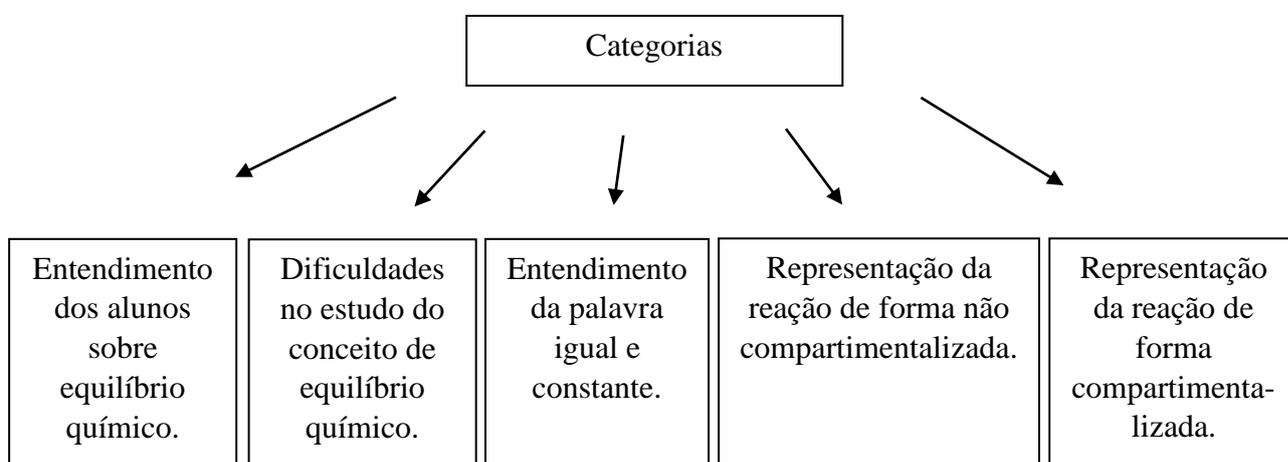
Nessa prática, os alunos realizaram a investigação em relação a quantidade de oxigênio dissolvido na água, e se essa quantidade iria interferir na mudança de cor da solução. Dessa forma, os alunos notaram as diferenças e semelhanças existentes, identificando se as velocidades e a concentração das reações em ambas as situações diferem, relacionando assim com o texto inicial, solucionando a problemática ocasionada pela morte dos peixes no açude.

3.5. Análise dos dados

Após a aplicação do questionário aberto 1, foi realizada a análise dos dados obtidos seguindo o método de Bardin (2016), que consiste em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, seguidas pela inferência e pela interpretação.

Com a efetivação da aplicação do questionário 1, em ambos os grupos de análise, foi realizada uma pré-leitura de todo material coletado, e assim construiu-se 5 categorias a *posteriori*, em que cada questão corresponde a uma categoria e as respostas apresentadas pelos alunos a essas questões são as subcategorias. As categorias estão representadas na Figura 02.

Figura 02: Categorias criadas a *posteriori*.



Fonte: Própria das autoras.

Para elaboração das categorias foram utilizadas as questões 1, 3, 4, 5 e 6 do questionário aberto 1, com intuito de observar o entendimento dos dois grupos de alunos sobre o Equilíbrio Químico (EQ) e quais eram as suas dificuldades. A 2ª questão não foi utilizada para categorização, visto que a mesma era objetiva e tinha finalidade

de comprovar o entendimento dos alunos sobre a 1ª questão. A 7ª questão também não foi utilizada para categorização, visto que nenhum dos alunos da Educação Básica a respondeu, quanto a 8ª apenas um aluno da Educação Básica conseguiu responder de acordo com os padrões científicos. Com relação aos ingressantes do Curso de Química, em relação a 7ª e 8ª questão, somente dois alunos de um grupo de seis a responderam.

A análise final consistiu em uma relação entre as respostas apresentadas pelos alunos ao questionário (Apêndice C) e algumas falas apresentadas por eles durante a intervenção. Esse questionário foi construído com base em questões contextualizadas, o qual foi utilizado como método avaliativo do conhecimento acerca do conceito ministrado, sendo possível verificar se a proposta de aula contextualizada com o uso da experimentação investigativa contribuiu com a minimização das dificuldades de compreensão do conceito de EQ.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Questionário inicial

Após ser aplicado o questionário inicial para os dois grupos de alunos (Educação Básica e Graduação) foi analisado as dificuldades que esses alunos apresentam em compreender o conceito de EQ. No Quadro 02 está representado as questões que correspondem as suas respectivas categorias, as quais foram utilizadas para a construção do Quadro 03 e 04.

Quadro 02. Categorias de acordo com suas respectivas questões.

| Categoria | Questão do questionário aberto 1 |
|--|----------------------------------|
| 1. Entendimento dos alunos sobre equilíbrio químico. | 1 ^a |
| 2. Dificuldades no estudo do conceito de equilíbrio químico. | 3 ^a |
| 3. Entendimento da palavra igual e constante. | 4 ^a |
| 4. Representação da reação de forma não compartimentalizada. | 5 ^a |
| 5. Representação da reação de forma compartimentalizada. | 6 ^a |

Foi separado em categorias que se referem as perguntas do questionário aberto 1 e as subcategorias de acordo com as respostas apresentadas pelos alunos a esse questionário como apresentado no Quadro 03 e no Quadro 04.

Quadro 03. Categorias do questionário aberto 1 aplicado aos alunos da Educação Básica.

| Categoria | Subcategoria | Frequência | Exemplo |
|--|--|------------|--|
| 1. Entendimento dos alunos sobre equilíbrio químico. | 1.1 Definição próxima da aceita cientificamente. | 7 | A6: “É quando as velocidades direta e inversa são iguais [...]”. |
| | 1.2 Definição distante da aceita cientificamente. | 4 | A7: “É quando a velocidade dos reagentes e produtos se mantêm constantes”. |
| 2. Dificuldades no estudo do conceito de equilíbrio químico. | 2.1 Não tiveram dificuldades. | 10 | A2: “Não”. |
| | 2.2 Dificuldades em todo o conceito. | 5 | A15: “Tive dificuldade em absorver a coisa toda”. |
| 3. Entendimento da palavra igual e constante. | 3.1 Igual: valores idênticos. | 8 | A4: “Igual é quando uma coisa não é diferente da outra [...]”. |
| | 3.2 Igual: mesmas proporção. | 1 | A9: “Tem as mesmas quantidades [...]”. |
| | 3.3 Não soube explicar o significado da palavra igual e constante. | 7 | A12: “Não sei explicar”. |
| | 3.4 Constante: sem oscilação. | 8 | A3: “[...] e constante é quando não há mais variação”. |
| 4. Representação da reação de forma não | 4.1 Aproximação dos padrões | 2 | Os alunos A1 e A3 conseguiram realizar a representação da reação de |

| | | | |
|--|--|----|---|
| compartimentalizada. | científicos. | | acordo com os padrões estabelecidos pela ciência. |
| | 4.2 Distanciamento dos padrões científicos | 13 | Os demais alunos não conseguiram realizar a representação. |
| 5. Representação da reação de forma compartimentalizada. | 5.1 Aproximação dos padrões científicos. | 4 | Os alunos A1, A3, A6 e A8, conseguiram fazer a representação. |
| | 5.2 Distanciamento dos padrões científicos. | 11 | Os demais alunos não conseguiram realizar a representação. |

Aplicou-se o questionário 1, o mesmo aplicado para os alunos da Educação Básica, para um grupo de seis estudantes da Universidade Federal de Sergipe, *campus* Prof. Alberto Carvalho, ingressantes do período 2017.2 no curso de Licenciatura em Química, obtendo as seguintes categorias:

Quadro 04. Categorias do questionário aberto 1 aplicado aos alunos da graduação.

| Categoria | Subcategoria | Frequência | Exemplo |
|--|--|------------|--|
| 1. Entendimento dos alunos sobre equilíbrio químico. | 1.1 Definição próxima da aceita cientificamente. | 4 | B3: “Equilíbrio químico é quando está ocorrendo reações simultâneas, os reagentes estão formando produtos e os produtos formando reagentes, até entrar no equilíbrio, quando as substâncias envolvidas tenham valores constantes”. |
| | 1.2 Definição | 1 | B1: “Equilíbrio químico é a |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | distante da aceitação científica. | | área da química que estuda o equilíbrio da reação, ocorre pela transferência de elétrons”. |
| 2. Dificuldades no estudo do conceito de equilíbrio químico. | 2.1 Não tiveram dificuldades. | 3 | B1: “Não, a dificuldade é mais na fixação do conteúdo, de que na sua aprendizagem em si, pois aborda várias esferas em seu estudo”. |
| | 2.2 Dificuldades em todo o conceito. | 2 | B5: “Sim, em compreender o assunto em geral”. |
| 3. Entendimento da palavra igual e constante. | 3.1 Igual: valores idênticos. | 4 | B1: “É quando um é idêntico ao outro, ou seja, não são diferentes”. |
| | 3.2 Igual: mesmas proporções. | 1 | B5: “Igual significa algo que estão em proporções, velocidades ou outras coisas iguais”. |
| | 3.3 Constante: ocorre com frequência. | 2 | B4: “É uma coisa que sempre ocorre[...]”. |
| | 3.4 Constante: sem oscilação. | 2 | B5: “É algo que é igual do início até o decorrer do acontecimento”. |
| 4. Representação da reação de forma não compartimentalizada. | 4.1 Aproximação dos padrões científicos. | 3 | Os alunos B1, B3 e B4 conseguiram realizar a representação da reação com relação aos padrões |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | | estabelecidos pela ciência. |
| | 4.2 Distanciamento dos padrões científicos | 2 | Os alunos B2 e B5 não colocaram os coeficientes estequiométricos na reação química. |
| 5. Representação da reação de forma compartimentalizada. | 5.1 Aproximação dos padrões científicos. | 2 | Os alunos B1 e B4 conseguiram fazer a representação da reação química. |
| | 5.2 Distanciamento dos padrões científicos | 2 | Os alunos B2 e B3 não colocaram os coeficientes estequiométricos na reação química. |

Com a aplicação do questionário 1, após a análise aos Quadros 03 e 04, foi observado o entendimento do conceito de Equilíbrio Químico abordado na primeira categoria. Na análise das respostas dadas pelos alunos da Educação Básica (EB), apenas 7 relataram que a reação entra em equilíbrio químico quando os reagentes e produtos se mantêm constantes ao longo do tempo, e as velocidades da reação direta e inversa são iguais, ou seja, de acordo com os padrões científicos. E os demais alunos da EB, não relataram nenhum fator que se aproximasse desse entendimento, apresentando um afastamento da definição cientificamente correta desse conceito.

Através das respostas dadas pelos alunos da graduação, permite-se afirmar que 4 deles se aproximaram da definição cientificamente correta, pois afirmavam que as reações aconteciam no sentido direto e inverso da reação. Somente 1 aluno se distanciou desse conceito, afirmando que o equilíbrio ocorre apenas pela transferência de elétrons.

Em decorrência do apresentado acima sobre os dois grupos de alunos, os da graduação mais se aproximaram do conceito considerado cientificamente correto. Como afirmado no trabalho de Machado e Aragão (1996), o conceito de EQ articula outros temas como reação química, relação de reação reversível ou não reversível, cinética, dentre outros. Sendo assim, os alunos da graduação já viram todos esses conceitos, visto

que estes já concluíram o ensino médio e ingressaram na graduação de Licenciatura em Química, logo apresentam uma carga maior de conhecimento, comparado com os alunos da EB.

A segunda categoria citada nos Quadros 03 e 04, trata-se das dificuldades dos alunos em compreender o conceito de EQ. Em relação aos alunos da EB, 10 desses alegaram que não tiveram nenhuma dificuldade, o que não está de acordo com as respostas apresentadas no questionário, visto que foi observada uma grande quantidade de compreensões diferentes das estabelecidas nos padrões científicos sobre o conceito. Entre os que responderam que tiveram dificuldades, 5 alegaram que essas se referem à constante de equilíbrio, bem como à representação simbólica da reação, que engloba a compreensão de conceitos básicos como a diferenciação entre reagentes e produtos, apresentando dificuldade no entendimento do nível microscópico.

No que diz respeito aos alunos da graduação, essas dificuldades persistem, 3 alunos disseram que não tiveram. Mas, especificamente o aluno B1 alegou não apresentar dificuldades, porém não soube explicar o conceito de Equilíbrio Químico analisado na primeira categoria, de acordo com os padrões científicos, como mostra a sua fala:

B1: “Equilíbrio Químico é a área da química que estuda o equilíbrio da reação, ocorre pela transferência de elétrons”.

Nessa mesma análise, foi observado que os demais alunos da graduação afirmavam ter dificuldades em compreender todo o conceito.

Em sua maioria, ambos os grupos de alunos afirmam não ter dificuldades em compreender o conceito de EQ. Esse obstáculo apresentado pelos alunos de não responderem quando são indagados se apresentam dificuldades, advém destes não apresentarem o hábito de participar das aulas e, conseqüentemente, não expor suas ideias.

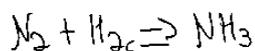
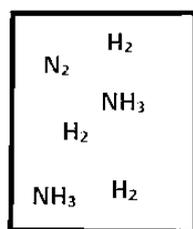
Desse modo, a pesquisa de Barbosa e Borba (2011) abordam o silêncio no âmbito escolar e o comportamento que os alunos têm em sala de aula, sendo que um aluno considerado silencioso, aquele que não participa das discussões e expõe seu conhecimento, pode apresentar dificuldades no processo de aprendizagem. A sala de aula deve ser um ambiente de interação entre professor-aluno e aluno-aluno, sendo que os alunos devem ter a oportunidade de interagir, transmitindo suas vivências cotidianas

relacionadas aos temas discutidos nas aulas, possibilitando a construção coletivo e individual do conhecimento.

Sobre a terceira categoria, em referência aos alunos da EB, os significados das palavras igual e constante foram apresentados pela minoria de uma forma equivocada. Apesar do trabalho de Machado e Aragão (1996) demonstrar que uma das dificuldades para compreensão desse conceito está atrelada a diferenciação entre o que é igual e o que é constante, os alunos da EB e da graduação, em sua maioria, não apresentaram essa dificuldade, visto que 8 da EB e 4 da graduação conseguiram explicar o significado dessas duas palavras, demonstrando que suas dificuldades são mínimas.

Em referência a quarta categoria que relaciona a 5ª questão do questionário 1, a qual apresentava uma figura que contém as espécies livres de N_2 , H_2 e NH_3 e trata da não compartimentalização dos reagentes e produtos, somente 2 alunos da EB conseguiram identificar os reagentes e produtos presentes em um mesmo recipiente e representar a reação química, como mostra a figura 03. Os outros 13 alunos não representaram a reação química e nem detectaram os reagentes e produtos presentes no recipiente.

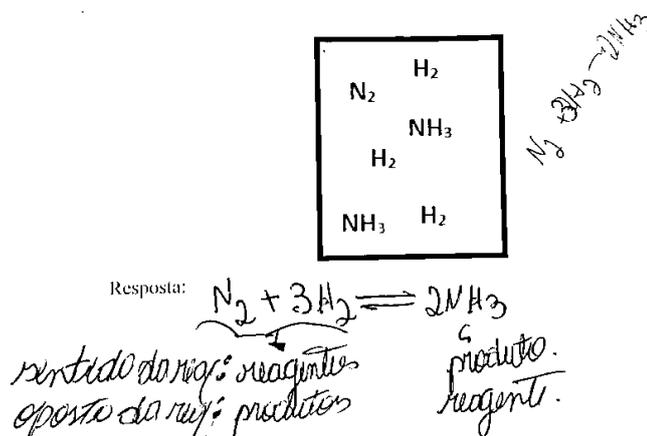
Figura 03. Representação feita pelo aluno A3 da EB.



Fonte: A autoria do aluno.

Com os alunos da graduação, notou-se que 3 representaram a reação química de forma correta, identificando os reagentes e produtos, sendo que 1 desses identificou na reação o sentido direto e inverso de formação como mostra a figura 04. Os outros alunos se distanciaram do padrão aceito cientificamente, pois representaram a reação sem os índices estequiométricos, os quais são de extrema importância, visto que esses valores são necessários para a elaboração das constantes de equilíbrio, e conseqüentemente na interpretação dos fenômenos ocorridos na reação química.

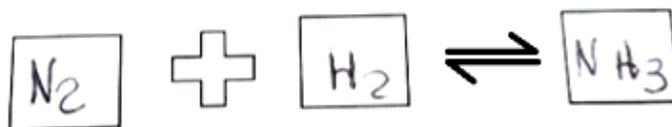
Figura 04. Representação feita pelo aluno B3 da graduação.



Fonte: Autoria do aluno.

A quinta categoria está relacionada a 6ª questão do questionário 1, esta trata da compartimentalização dos reagentes e produtos. Dentre os alunos da EB, 4 desses identificaram os reagentes e os produtos, montando assim a reação química, porém não colocaram os índices estequiométricos, como demonstra a figura 05.

Figura 05. Representação feita pelo aluno A8 da EB.



Fonte: Autoria do aluno.

De acordo com os alunos da graduação, 2 desses conseguiram realizar a reação química de forma correta, identificando todas as substâncias envolvidas na reação, com seus respectivos índices estequiométricos, como exibe a figura 06. Os demais alunos se distanciaram do padrão científico, visto que não colocaram os índices estequiométricos na reação.

Figura 06. Representação feita pelo aluno B1 da graduação.



Fonte: Autoria do aluno.

Pode-se observar que, dobrou a quantidade de alunos da EB que realizaram a representaram dos reagentes e dos produtos nos recipientes separados, ou seja, na forma compartimentalizada (6ª questão). Machado e Aragão (1996) em seu trabalho, mencionam que os alunos compreendem que na reação a formação de reagentes e produtos acontece em recipientes separados, isso fica evidenciado através das respostas apresentadas pelos alunos da EB.

Em relação aos alunos da graduação, em sua maioria conseguiram representar a reação química de forma cientificamente correta, detectando assim os reagentes e os produtos em ambas as questões (5ª e 6ª). A minoria dos alunos que não conseguiram realizá-la, não colocou seus índices estequiométricos.

Dessa forma, percebe-se que os alunos da EB apresentam maior dificuldade que os alunos da graduação, visto que o conceito de estequiometria é abordado no ensino médio de forma a enfatizar os símbolos matemáticos que a estequiometria está envolvida, levando a um raciocínio lógico matemático. Com isso, as dificuldades que os alunos apresentam estão relacionadas aos conhecimentos básicos da matemática (COSTA; SOUZA, 2013).

As questões 7 e 8 não foram categorizadas, pois grande parte dos alunos da EB e da graduação não as responderam, notando assim a dificuldade que ambos os grupos apresentam na compreensão do conceito de Equilíbrio Químico, que está diretamente ligado ao entendimento do equilíbrio dinâmico. Essa situação pode ser explicada pelo fato de muitos alunos compararem o estado de equilíbrio como uma situação em que a reação para de ocorrer, dando assim uma compreensão de equilíbrio estático (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Na 7ª questão, dentre os 15 alunos da EB nenhum a respondeu. Já na graduação, dos 6 alunos, 2 responderam, sendo que 1 desses (B3) apresentou um exemplo de equilíbrio estático, e o outro (B1) abordou o equilíbrio em constante movimento, como mostram as falas a seguir:

B3: “Quando uma substância entra em equilíbrio pelas forças físicas, exemplo: Uma pedra apoiada em um graveto”.

B1: “Quando as substâncias estão buscando o equilíbrio em constante movimento”.

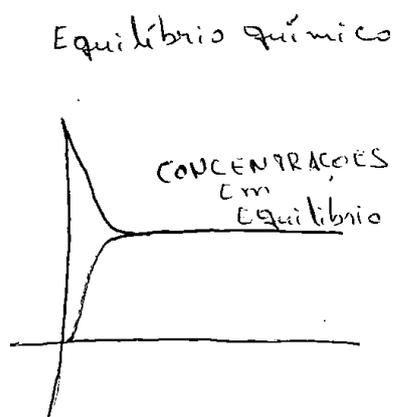
O aluno B1 mostra em sua fala que o equilíbrio dinâmico acontece antes da reação entrar em equilíbrio, apresentando uma concepção de que no momento que se atinge o equilíbrio não ocorre mais movimento. Como citado no trabalho de Bertotti (2011), no qual os alunos associam que as reações direta e inversa param de acontecer, evidenciando a dificuldade de construir um modelo microscópico dinâmico, em que as moléculas dos reagentes e dos produtos continuam a reagir no nível microscópico, porém, ao nível macroscópico não se observa nenhuma mudança na reação (SOUZA; CARDOSO, 2008).

Esse fato comprova que os alunos apresentam essa dificuldade em decorrência da Química ser considerada uma ciência abstrata, sendo o conceito de Equilíbrio Químico muito abordado em pesquisas, pois é um conceito considerado difícil, complexo de ser ensinado e compreendido, que engloba questões essencialmente abstratas, dificultando os processos de ensino e de aprendizagem (BEDIN; CASSOL, 2016).

Em relação a 8ª questão, que trata da representação microscópica da reação no equilíbrio químico, somente 1 aluno da EB conseguiu desenhar uma situação de EQ. Apenas 3 alunos representaram graficamente (simbólico), como apresentado na figura 07, mostrando o domínio matemático do aluno.

Esse fato está vinculado aos três níveis representacionais citados no trabalho de Carobin e Serrano (2007), sendo que os alunos da EB estão no nível simbólico pois realizaram uma representação gráfica, a qual também é importante, visto que esses alunos tem um maior contato com essas representações, equações e fórmulas matemáticas. Quando eles são expostos a práticas experimentais focam mais nos aspectos macroscópicos como liberação de gás, mudança de cor e formação de precipitado, que está relacionado ao nível sensorio. Logo, a compreensão dos alunos da EB está entre os níveis sensorio e simbólico, sendo o nível microscópico pouco abordado já que necessita de construção de informações abstratas, as quais não são possíveis a visualização.

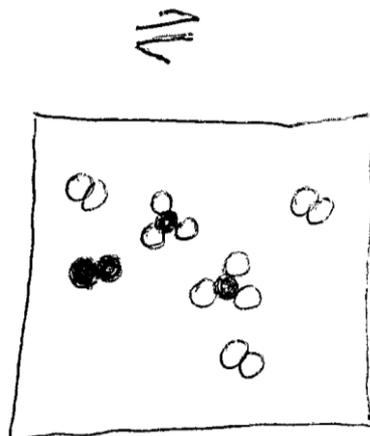
Figura 07. Representação simbólica feita pelo aluno A13.



Fonte: Autoria do aluno.

Quanto aos alunos da graduação, 2 conseguiram representar microscopicamente uma situação de equilíbrio químico, sendo que 1 desses representou microscopicamente as substâncias presentes na 5ª questão do questionário 1, que se refere a reação de formação da amônia, como mostra a figura 08.

Figura 08. Representação feita pelo aluno B1.



Fonte: Autoria do aluno.

Desta forma, para compreender os fenômenos químicos que ocorrem nas reações, deve-se abranger três níveis representacionais: o sensório, o microscópico e o simbólico.

[...]O nível sensório é caracterizado pelos aspectos macroscópicos de fenômeno químico (experimentos, observáveis e mensuráveis, dentre outros); o nível simbólico é caracterizado pela representação abstrata matemática criada para representar o fenômeno químico (símbolos, equações, coeficientes, gráficos e números) e o nível microscópico caracterizado pela representação do comportamento cinético-molecular do fenômeno químico

(partículas, átomos, íons e moléculas) (CAROBIN; SERRANO, 2007, p. 132).

Assim, para um bom discernimento dos alunos a cerca desses fenômenos químicos, é importante a compreensão em cada um dos níveis citados acima. Porém, por vezes, o nível simbólico é o mais tratado em sala de aula, pois ocorre o enfoque dos cálculos, os quais também são importantes, entretanto, quando se tenta compreender o fenômeno, alguns alunos apresentam dificuldades, visto que só observam a parte referente aos cálculos.

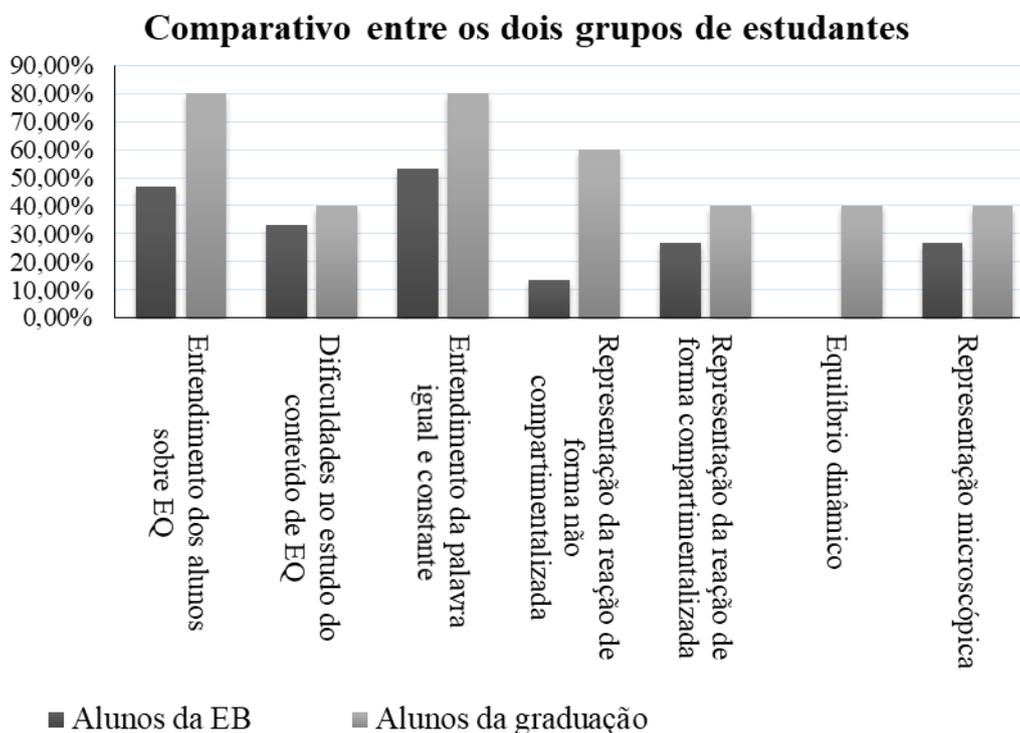
O nível sensorial é o segundo nível mais abordado, pois envolve os aspectos macroscópicos, como por exemplo a visualização, por parte dos alunos, da mudança de cor e da produção de gás referente a uma experimentação. Por fim, o nível microscópico é o menos discutido, visto que abrange informações abstratas e invisíveis, logo o estudante precisaria construir a habilidade de uma visualização espacial para que assim possa imaginar o comportamento das moléculas (CAROBIN; SERRANO, 2007).

Pode-se notar que mesmo solicitando a representação microscópica nesta questão, tanto os alunos da EB quanto os alunos da graduação manifestaram apenas um nível representacional, dos três níveis citados no trabalho de Carobin e Serrano (2007). Porém, os alunos da graduação realizaram a representação a nível microscópico, a qual necessita de uma visualização espacial, imaginando assim o comportamento das moléculas diante da reação, exigindo uma compreensão do fenômeno. Enquanto que os alunos da EB, realizaram a representação gráfica, comprovando assim o que cita no trabalho de Pinto, Santana e Andrade (2012), o qual afirma que no ensino médio o enfoque dos conceitos químicos ocorre de forma fragmentada, por vezes, sendo abordado com maior evidência os cálculos matemáticos, explicações de gráficos e a memorização de fórmulas.

Diante dos dados obtidos, estruturou-se os resultados da EB e da graduação em relação as respostas apresentadas por eles ao questionário 1, fazendo um comparativo entre esses dois grupos de alunos, como representado no gráfico 01.

Neste gráfico foi realizado um cálculo de porcentagem de acordo com as respostas consideradas cientificamente aceitas, entre um grupo de 15 alunos da EB e outro grupo de 6 alunos da graduação.

Gráfico 01. Resultados obtidos através do questionário 1 da EB e da graduação.



Fonte: Própria das autoras.

Através da análise do gráfico 1, notou-se que os alunos da graduação apresentam um desempenho superior nas respostas em todas as questões do questionário, em comparação com os alunos da EB. Esse fato pode ser explicado, pela diferença entre os níveis escolares dos alunos da pesquisa. Os alunos da graduação apresentam uma carga maior de conhecimento como comprovado pela menor quantidade de dificuldades encontradas, em decorrência destes alunos já terem concluído o ensino médio e ingressado em uma universidade, passando por um processo seletivo e tendo contato com outros materiais e uma vivência diferente da EB.

Pode-se observar também, que os alunos da graduação mesmo apresentando respostas que mais se aproximavam dos conceitos cientificamente aceitos, também apresentaram dificuldades, como por exemplo, em relação à visão compartimentalizada, à representação microscópica e ao equilíbrio dinâmico.

4.2. Aplicação da intervenção e análise ao questionário final

De forma a tentar aumentar a capacidade cognitiva dos alunos, como abordado no trabalho de Suart e Marcondes (2007), o qual se refere a promover meios para que o aluno pense no problema abordado e tente resolvê-lo através do uso da experimentação, sendo discutido as suas ideias, podendo contribuir para a construção da explicação do

fenômeno, desenvolvendo assim o pensamento crítico, a tomada de decisão e a resolução de problemas. Dessa forma, para associar os três níveis de representações citado no trabalho de Carobin e Serrano (2007), têm-se utilizado de estratégias para ajudar os estudantes a desenvolver o entendimento conceitual sobre Equilíbrio Químico.

Uma das estratégias se baseia na utilização da experimentação, sendo necessário que os alunos desenvolvam capacidades de registros escritos das observações dos fenômenos ocorridos durante a realização de um experimento e consigam relacionar os conceitos científicos trabalhados em sala de aula com as suas observações, visando auxiliar na compreensão destes níveis, principalmente no que diz respeito a minimização do campo abstrato da química.

Diante das dificuldades apresentadas através da análise do questionário aberto 1, foi planejada e aplicada uma intervenção de 4 horas/aulas para o mesmo grupo de 6 alunos da graduação. Essas aulas eram contextualizadas e faziam uso de uma experimentação de cunho investigativo, coletando os dados através da aplicação do questionário final e da transcrição de algumas falas dos alunos durante essa intervenção.

Partindo da análise do questionário final, pode-se notar que, em relação a primeira questão que abordava o equilíbrio existente nos refrigerantes, os alunos B1, B2, B4 e B5 se aproximaram do conceito cientificamente correto, porém se confundiram em relação ao gás que é liberado e que conseqüentemente gera o barulho ao abrir a garrafa de refrigerante. Logo, afirmaram que esse fenômeno ocorria devido a liberação do gás oxigênio conforme a fala abaixo.

B1: “O motivo da ocorrência do barulho é a liberação de gás, pois quando a garrafa se encontra fechada há uma espécie de ciclo, onde o oxigênio que está dissolvido no refrigerante tende a sair, ocorrendo o oposto com o que está fora. Então, nem todo o oxigênio se encontra dissolvido e quando abrimos a garrafa, o barulho é devido a liberação do mesmo”.

Entretanto, no segundo momento da aula, o aluno B4 afirmou que o gás liberado ao abrir a garrafa de refrigerante era o gás carbônico, havendo uma contraposição na resposta apresentada ao questionamento 1. No momento em que os alunos foram indagados sobre o que acontecia ao fechar novamente a garrafa após ser um pouco consumido, os alunos B3 e B4 afirmaram que o gás carbônico vai ocupar toda a região

vazia da garrafa, diminuindo a acidez, sendo que no momento que se abre novamente essa garrafa ocorre novamente a liberação do gás carbônico como afirmou o aluno B3.

Com relação a resposta ao questionário, o aluno B3 afirmou que o barulho era causado devido a liberação do gás carbônico, o que condiz com o afirmado por ele no segundo momento da aula, estando de acordo com os padrões cientificamente aceitos, como demonstra sua fala a seguir.

B3: “O gás dentro da garrafa é liberado, com abrir da garrafa a pressão interna da garrafa “expulsa” o CO₂, isso faz o barulho”.

E o aluno B6 respondeu que ocorria liberação de gás, entretanto não explicou qual tipo de gás estava sendo liberado.

B6: “O barulho ocorreu devido a liberação do gás que estava preso na garrafa”.

Esse fato pode ser explicado em decorrência dos alunos terem relacionado o experimento que trata do equilíbrio do oxigênio, com o exemplo do refrigerante que foi conduzido por eles no momento da intervenção, o qual aborda o equilíbrio do gás carbônico. Ficando evidente que, em cada situação o equilíbrio ocorre com diferentes tipos de gases. Os alunos conseguem perceber o Equilíbrio Químico existente no refrigerante, como comprovado pela grande quantidade de respostas cientificamente aceitas, com o equívoco somente em relação ao tipo de gás envolvido.

A segunda questão, a qual era objetiva, estava relacionada ao contexto abordado nas aulas, que trata da qualidade da água e da biodiversidade aquática. Todos os alunos marcaram a alternativa correta que se relaciona ao teor de oxigênio dissolvido na água. Toda a discussão relacionada ao gás oxigênio dissolvido na água foi realizado com o uso do texto no primeiro momento da aula, trazendo a problemática local, e também com o uso da experimentação de cunho investigativo.

Logo, pode-se notar que os alunos conseguiram associar as discussões com a questão apresentada, como pode ser observado nas falas dos alunos B2 e B3 realizadas a partir da discussão do texto, que aborda a contaminação da água do açude da Marcela, no momento em que foi perguntado aos alunos o que era responsável pela sobrevivência dos peixes naquele açude.

B2: “Só que a quantidade de oxigênio vai cair por causa da poluição”.

B3: “Oxigênio, água”.

Isso também foi observado ao final do terceiro momento da aula, em que o aluno B3 chegou à seguinte conclusão como demonstra sua fala.

B3: “Quanto menor matéria orgânica mais oxigênio na água”.

Dessa forma, pode-se notar que os alunos conseguiram associar a poluição, abordada através da problemática local em relação ao açude da Marcela, com os experimentos realizados, os quais eram possíveis observar o Equilíbrio através da mudança de cor devido a presença do oxigênio, visto que tanto na problemática quanto nos experimentos se constatou a presença de oxigênio na água. Sendo assim, os alunos relacionaram as discussões realizadas durante a intervenção com o que abordava na questão, que tratava de um ecossistema aquático e do seu teor de oxigênio.

A terceira questão faz referência a uma reação em Equilíbrio, em que todos os alunos conseguiram identificar o significado das setas na reação afirmando que a dupla seta determina uma situação de Equilíbrio Químico. Os alunos B1, B3, B4 e B5, complementaram suas respostas afirmando que a reação ocorre no sentido direto e inverso, tornando assim reversível, como representam as falas a seguir.

B5: “Que esta reação está em equilíbrio. Ela ocorre de forma direta e inversa”.

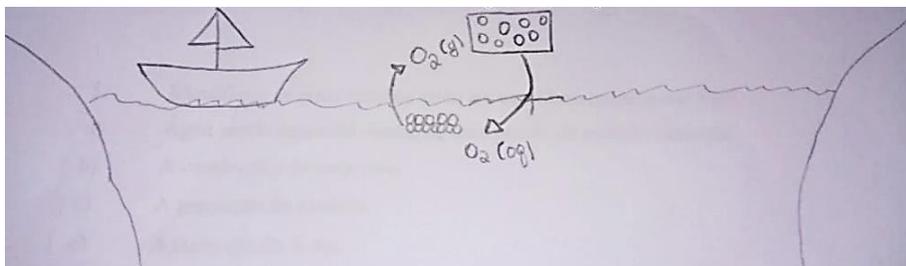
B1: “Significa que há uma reação de equilíbrio, onde a mesma é reversível e que está acontecendo a todo momento”.

A reversibilidade da reação foi abordada através da experimentação de cunho investigativo, em que foi perguntado aos alunos as cores que eles visualizaram na prática experimental. Com isso, o aluno B4 chegou à conclusão de que a reversibilidade era observada através da mudança de cor da solução. Posteriormente, foi indagado como eles representariam a seta dessa reação, o aluno B3 afirmou que representaria através da dupla seta, mostrando a reversibilidade da reação no Equilíbrio.

Desse modo, percebe-se uma minimização da dificuldade encontrada no questionário inicial em relação a compreensão do EQ de forma ampla, em que os alunos afirmavam ocorrer a reação no sentido direto e inverso no EQ, porém não citavam a reversibilidade. Após a intervenção, particularmente em relação aos experimentos, os alunos afirmaram que era necessária a reversibilidade para que ocorresse o EQ de uma reação, observado assim através da mudança de cor da solução durante a prática experimental.

Ainda em relação a terceira questão, solicitava que os alunos representassem a reação microscopicamente. Os alunos B2, B3, B5 e B6 conseguiram representar de acordo com os padrões cientificamente aceitos, como mostra a figura 09.

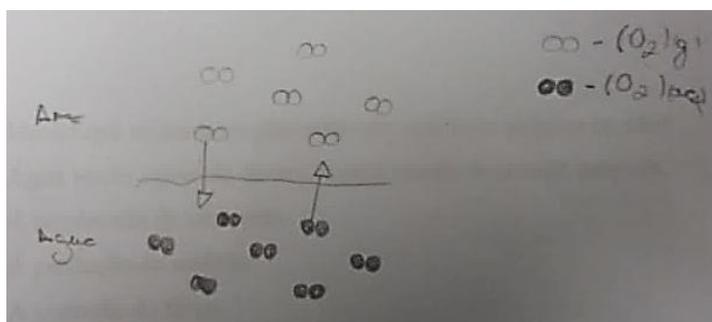
Figura 09. Representação microscópica feita pelo aluno B2.



Fonte: Autoria do aluno.

Já os alunos B1 e B4 não se aproximaram do estabelecido cientificamente, sendo que o aluno B4 representou o oxigênio gasoso e o oxigênio aquoso como sendo duas substâncias diferentes, como apresenta a figura 10.

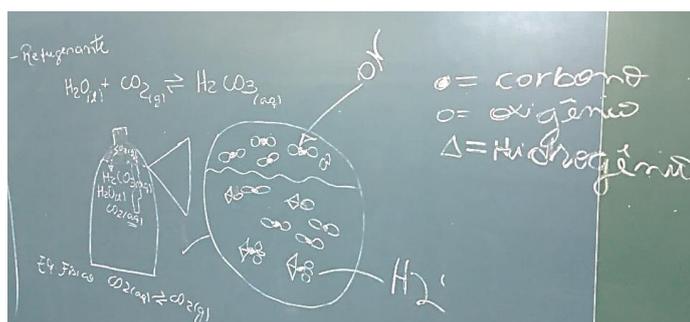
Figura 10. Representação microscópica feita pelo aluno B4.



Fonte: Autoria do aluno.

Dessa forma, no segundo momento da aula, foi solicitado que os alunos levassem exemplos de EQ do cotidiano deles. Somente 1 aluno levou um exemplo do cotidiano, esse estava relacionado ao refrigerante. Diante disso, foi solicitado que explicassem como ocorria o Equilíbrio nessa bebida, instigando os alunos para que um desses se dispusesse a ir ao quadro realizar a representação microscópica da reação de Equilíbrio Químico e Físico existente no refrigerante. O aluno B3 realizou a representação microscópica no quadro com a ajuda dos demais colegas, como representado na figura 11.

Figura 11. Representação microscópica feita pelo aluno B3.



Fonte: A autoria do aluno.

O aluno B1 afirmou que discordava da representação do colega em relação a dispersão das moléculas, explicando que no estado gasoso as moléculas estão mais afastadas e no estado aquoso estão mais compactadas.

Nota-se que as intervenções possibilitaram um melhor entendimento em relação a representação microscópica e, conseqüentemente, o equilíbrio dinâmico, o qual não é possível a visualização. No momento da intervenção, os alunos conseguiram fazer a representação microscópica do EQ existente no refrigerante realizada no quadro e na análise do questionário final aplicado após as intervenções, todos os alunos conseguiram realizar a representação microscópica do Equilíbrio existente na água do açude, sendo que somente 2 desses se distanciaram do cientificamente aceito, pois consideraram o oxigênio gasoso e aquoso como duas substâncias diferentes.

Percebeu-se que todos os alunos tiveram uma melhor compreensão em relação a visão não compartimentalizada da reação através da experimentação realizada pelos próprios alunos durante a intervenção, em que eles visualizaram a formação dos reagentes e dos produtos em um único recipiente. Diante disso, todos os alunos representaram os reagentes e os produtos em um único sistema nesta questão, minimizando a dificuldade que eles apresentaram após a análise do questionário inicial, denominado como questionário aberto 1, relacionada a visão compartimentalizada das substâncias presentes na reação, como abordado no trabalho de Machado e Aragão (1996).

Em relação ao equilíbrio dinâmico, o qual foi enfatizado através das representações microscópicas realizadas pelos alunos e também pelo uso da experimentação. Observou-se através da análise do questionário final que os alunos utilizaram setas duplas para indicar a constante entrada e saída das substâncias. Foi

verificado, no decorrer da prática experimental, que os alunos afirmavam que as reações a nível microscópico não deixavam de acontecer no instante em que se atingia o Equilíbrio Químico.

Sobre a quarta questão, a qual solicitava que os alunos construíssem uma proposta para melhorar a vida de um rio, todos os alunos relacionaram suas propostas com as discussões feitas nas aulas através do uso do texto inicial abordando a problemática local que estava vinculada ao açude da Marcela, e conseqüentemente a mortalidade dos peixes naquele ambiente.

Pode-se concluir que a contextualização gerou uma conscientização dos alunos sobre os cuidados que se deve ter para obtenção de um rio saudável. Eles também relacionaram os prejuízos que as poluições geram para o meio ambiente, como por exemplo, a morte dos peixes, a contaminação do solo, dentre outros (como afirmado por eles durante o primeiro encontro). Portanto, a proposta de intervenção contendo 4 horas/aulas colaborou de forma positiva para a construção de uma consciência ambiental dos alunos.

Em relação a quinta questão, a qual era objetiva e solicitava que os alunos identificassem se as reações presentes nos itens estão em equilíbrio químico ou não, os alunos B1, B2, B4 e B5 conseguiram acertar a questão, identificando os dois itens que apresentam reações em Equilíbrio, já o aluno B3 só conseguiu identificar uma reação.

Ainda seguindo com a quinta questão do questionário final, o aluno B6 considerou o item contendo a combustão de uma vela como sendo uma situação de Equilíbrio Químico, o que não está de acordo com os padrões cientificamente aceitos. Entretanto, durante a intervenção, esse aluno afirmou que em uma reação de Equilíbrio Químico ocorre a reversibilidade, o que não condiz com o item selecionado por ele nessa questão.

Com isso, pretendia-se saber se os alunos conseguiriam aplicar tudo que foi desenvolvido durante as intervenções com outras situações de EQ, como abordado nesta última questão. Em decorrência da grande quantidade de acertos, pode-se afirmar que os alunos, em sua maioria, conseguiram compreender os conceitos de EQ de forma geral, pois relacionaram esse conceito com outras situações.

Percebeu-se através de toda a análise das respostas apresentadas pelos alunos no questionário final e das discussões realizadas durante a intervenção, que houve uma

articulação entre o que foi trabalhado na intervenção, sendo as pesquisadoras mediadoras do processo de ensino-aprendizagem.

Verifica-se em relação ao entendimento do conceito de EQ, de um grupo de 6 alunos da Graduação, 4 desses afirmaram outras situações que estão em EQ através da análise ao questionário final. Diante disso, pode-se comprovar que houve uma minimização em relação a compreensão do conceito de EQ de forma geral.

Foi possível observar a minimização de dificuldades em relação à visão compartimentalizada, ao equilíbrio dinâmico e à representação microscópica, através de uma comparação estabelecida das dificuldades coletadas inicialmente e das respostas apresentadas após a intervenção contextualizada com o uso da experimentação de abordagem investigativa.

Uma das dificuldades apresentadas pelos sujeitos da pesquisa estava relacionada a representação microscópica. Dessa forma, as intervenções possibilitaram um desenvolvimento para que os alunos pudessem realizar essa representação, tanto no quadro, no momento que estava sendo realizada a aula, quanto no questionário final, como forma de avaliação do conhecimento sobre o Equilíbrio Químico, sendo possível representar como as moléculas estão dispostas. Diante disso, ocorreu uma minimização em relação a representação microscópica, em que todos os alunos conseguiram realizá-la, porém 2 desses se distanciaram do padrão aceito cientificamente aceito.

Sendo assim, as intervenções contextualizadas relacionaram uma problemática local da vivência do aluno, o que trouxe um significado para ele em referência ao que estava estudando. Nesse caso, o aluno buscou o conhecimento necessário para solucionar essa problemática abordada (ALMEIDA, *et al*, 2008). Essa solução foi adquirida através do uso da experimentação de abordagem investigativa, entendendo e solucionando o problema inicial que está associado a entrada e a saída de oxigênio na água.

Pode-se notar também que a experimentação de cunho investigativo auxiliou na compreensão do conceito de Equilíbrio Químico, tornando a Química menos abstrata para o aluno. Como mostra o trabalho de Souza e Cardoso (2008), em que esses autores afirmam que a Química é considerada fundamentalmente abstrata e de difícil compreensão no seu processo de ensino-aprendizagem, tanto para os professores quanto para os alunos.

Com o uso da experimentação de abordagem investigativa, as pesquisadoras relacionaram o cotidiano dos alunos com a prática experimental, partindo do contexto do açude da Marcela, criando questões investigativas, de modo a relacionar o problema da baixa quantidade de oxigênio dissolvido na água do açude com a grande quantidade de matéria orgânica. Essa experimentação possibilitou que os alunos formassem uma nova hipótese para o experimento, comprovando a conclusão do problema abordado inicialmente (PINTO; SANTANA; ANDRADE, 2012).

Esse fato se confirma no terceiro e último encontro de discussão, momento em que o aluno B3 trouxe uma nova hipótese para o experimento afirmando que o oxigênio era o responsável pela mudança de cor da solução e, conseqüentemente, o encarregado pela reversibilidade da reação, comprovando isso através de uma nova explicação. Esse aluno deformou a garrafa, tentando diminuir o espaço vazio dentro dela, para que assim a quantidade de oxigênio gasoso fosse menor, dificultando a interação com o Leucometileno (representa o produto) para retornar à formação dos reagentes.

Desse modo, a atividade proposta pelas pesquisadoras tentou fazer com que os alunos minimizassem as dificuldades em compreender o conceito de EQ através do uso da experimentação, a qual facilitou o entendimento em relação a visão não compartimentalizada da reação e também em relação a compreensão do conceito de EQ de forma geral, visto que uma das dificuldades apresentadas inicialmente pelos sujeitos da pesquisa estava relacionada a visão compartimentalizada. Através da prática experimental foi possível observar a formação de reagentes e de produtos em um único sistema por meio da mudança de cor da solução, minimizando a dificuldade manifestada inicialmente pelos alunos, a qual também relacionou à reversibilidade da reação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou à elaboração e à aplicação de uma atividade contextualizada associada a experimentação de cunho investigativo conduzida através de uma interação entre professor e aluno, tornando os alunos sujeitos ativos e participativos da ação, favorecendo o entendimento sobre o conceito, minimizando as dificuldades que os alunos apresentaram no início da pesquisa.

Esse trabalho é de grande importância, pois trata-se de um conjunto de métodos que facilita o processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico, minimizando as dificuldades encontradas no grupo de alunos dessa pesquisa, as quais pode se repetir em outros grupos de alunos na educação escolar.

As dificuldades encontradas na literatura foram também encontradas nos dois grupos de alunos utilizados para a presente pesquisa, comprovado através da aplicação do questionário aberto 1, exceto a concepção entre o que é igual e o que é constante. Os sujeitos de pesquisa que foram utilizados para a aplicação da intervenção, os quais são alunos da graduação, tiveram dificuldades relacionadas à visão compartimentalizada, ao equilíbrio dinâmico e à representação microscópica.

As intervenções contextualizadas auxiliaram em uma melhor compreensão para a realização da representação microscópica, a qual era uma dificuldade apresentada inicialmente pelos sujeitos de pesquisa através da análise do questionário 1. Por meio da intervenção, os próprios alunos realizaram a representação no quadro no momento da aula. Por fim, representaram a visão microscópica do equilíbrio existente no açude da Marcela, minimizando a dificuldade apresentada por eles no início da pesquisa.

A experimentação de cunho investigativo favoreceu ao entendimento em relação à visão não compartimentalizada da reação, visto que uma das dificuldades apresentadas inicialmente pelos alunos estava relacionada à visão compartimentalizada. Através da prática experimental, os alunos observaram a formação de reagentes e de produtos em um único recipiente através da mudança de cor da solução, minimizando a dificuldade elencada inicialmente.

A intervenção contextualizada associada à experimentação de abordagem investigativa possibilitou uma minimização da dificuldade apresentada pelos alunos em relação ao equilíbrio dinâmico. Durante as aulas, eles afirmaram que no instante que se atinge o EQ a reação a nível microscópico não parava de acontecer. Esse fato, também

pôde ser comprovado através da prática experimental, na qual foi possível notar que os alunos apresentavam a percepção de que a reação continuava a ocorrer microscopicamente, mesmo que macroscopicamente não se observasse nenhuma mudança.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. C. S.; SILVA, M. F. C.; LIMA, J. P.; SILVA, M. L.; BRAGA, C. F.; BRASILINO, M. G. A. **Contextualização no ensino de química: Motivando alunos de ensino médio.** Anais do X Encontro Nacional de Ensino da Química (X ENEQ), UFPB-PRAC. João Pessoa /PB, Abril, 2008.

BARBOSA, E. F. **Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. Educativa: Instituto de Pesquisa e Inovações Educacionais.** [Boletim informativo da internet] 2005 [atualizado 2005 Mar; acesso em 09 de Setembro de 2018]. Disponível em: <http://www.serprofessoruniversitario.pro.br>.

BARBOSA, C. J.; BORBA, M. T. P. Silêncio dentro da sala de aula. **Revista. FACED**, Salvador, n. 20, p. 83-98, jul./dez. 2011.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEDIN, E.; CASSOL, C. **Ensino de Equilíbrio Químico na Educação Básica: das analogias às atividades experimentais.** Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis/SC, Brasil. Julho de 2016.

BERTOTTI, M. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 10, p. 1836-1839, 2011.

CAROBIN, C.; SERRANO, A. Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. **Acta Scientiae**, v.9, n.2, p. 131-143. Jul./dez. 2007

COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. *Amazônia /AM.* **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.10 (19) ago-dez 2013. p.106-116.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA R. C. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, N° 2, Maio 2010.

FREITAS, J. C.; KADOOCA, L. N.; MATILDES, B. L. G.; MACIEL, M. H. F.; RODRIGUES, R. T.; LOBATO, A. C.; SILVA, N. S. O papel do erro na construção do conhecimento em atividades experimentais. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis/ SC. Julho de 2017.

GALIAZZI, M. C.; GONCALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova** [online]. 2004, vol.27, n.2, p. 326-331. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027>. Acessado em 09 de Setembro de 2018.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**. Experimentação e Ensino de Ciências N° 10, Novembro 1999.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química nova na escola**. Equilíbrio Químico N° 4, p. 18-20, Novembro 1996.

MERÇON, F. A **Experimentação no Ensino de Química**. Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, Novembro 2003.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). **Revista Travessias**, v. 2, n. 3, p. 1-16. Cascavel/PR, 2008.

OLIVEIRA, J. R. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, p. 139-153, 2010.

PINTO, M. F. S.; SANTANA, G. V.; ANDRADE, D. **Atividades Experimentais no Ensino de Química: Contribuições para Construção de Conceitos Químicos**. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ). X Encontro de Educação Química da Bahia (XEDUQUI) Salvador/ BA. Brasil, Julho de 2012.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte /MG. v.12, n.01, p.101-118, Jan-Abr, 2010.

SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química nova na escola**. N° 27, p. 51-56, Fevereiro de 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio**. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba/PR. Julho de 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **As habilidades cognitivas desenvolvidas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa**. Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

STEIERNAGEL, P. F. G.; JUNGBECK M.; ZANON L. B. **Aspectos qualitativos da compreensão do conceito de “equilíbrio químico” no ensino médio**. Anais do 33° Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ) n. 33, Outubro de 2013.

VASCONCELOS, P. H. M.; ARAÚJO, A. F. S.; MATOSS, W. O. Contextualização no ensino do equilíbrio químico: uma proposta metodológica. **Conexão Ciências e Tecnologia**. Fortaleza/CE, v. 10, n. 4, p. 71 - 78, Dez. 2016.

7. APÊNDICES

6.1. APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA E DA GRADUAÇÃO PARA A PRIMEIRA COLETA DE DADOS.

Universidade Federal de Sergipe
Departamento de Química- DQCI
Projeto de Pesquisa em Ensino de Química I

Aluno (a) _____

Questionário 1

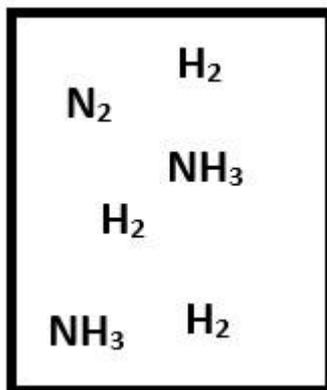
- 1) O que você entende por Equilíbrio Químico?

- 2) Assinale abaixo qual alternativa é incorreta acerca de um equilíbrio químico:
 - a) A velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.
 - b) Ambas as reações (direta e inversa) ocorrem simultaneamente.
 - c) As características macroscópicas do sistema (desde que fechado) não mais se alteram.
 - d) Os sistemas se deslocam espontaneamente para o estado de equilíbrio.
 - e) Obrigatoriamente, as concentrações de todas as substâncias participantes do equilíbrio devem ser iguais.

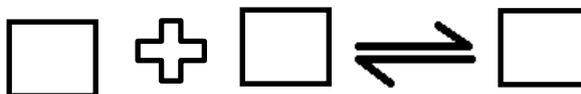
- 3) Você teve dificuldade em estudar o conceito de Equilíbrio Químico? Se teve quais foram essas dificuldades?

4) A palavra “Igual” e “Constante”, significam as mesmas coisas? Qual o conceito que você dá a essas palavras?

5) Abaixo está representada em um sistema fechado, substâncias gasosas, indique quais são os reagentes e os produtos, escrevendo assim a reação química que as representem:



6) Com base na pergunta acima separe os reagentes dos produtos



7) O que você entende por Equilíbrio Dinâmico?

8) Desenhe como você poderia representar a nível microscópico a situação de equilíbrio químico?

6.2. APÊNDICE B – PLANO DE AULA APLICADO AOS ESTUDANTES DA GRADUAÇÃO.

Plano de aula

As aulas serão realizadas com base na contextualização associado a experimentação, em que busca relacionar o cotidiano dos alunos com o âmbito escolar, estabelecendo relações entre o conceito científico com o contexto vivenciado pelo aluno (Vasconcelos, *et al*, 2016). Nessas aulas foi solicitado a formação de grupos entre os alunos, com a finalidade de uma melhor interação, gerando discussões entre eles e com as professoras. A aula foi iniciada com questionamentos que seguem abaixo, feito aos alunos, com o objetivo de introduzir a discussão sobre o equilíbrio de forma geral.

Questionamento parte 1

- O que vocês entendem sobre poluição? O que ela pode gerar para o meio ambiente?
- Vocês conhecem algum lugar que esteja poluído em sua cidade?

Após a discussão realizada acerca das perguntas do questionamento 1, os alunos apresentaram as suas ideias iniciais, com o objetivo de explorar os seus conhecimentos sobre o tema, e com isso, foi dado início a leitura do texto 1: Contaminação da água do açude da marcela, retirado do site do Sintese (2011), em que os alunos realizaram a leitura, apresentando uma problemática existente em seu cotidiano. Esse texto aborda a poluição existente no Açude da Marcela, um contexto de toda comunidade de Itabaiana-SE, com o objetivo de conscientizar o aluno sobre os prejuízos que a poluição pode causar no equilíbrio do ecossistema.

Texto 1: Contaminação da água do açude da marcela

Mais uma vez a sociedade sergipana é informada da mortandade de milhares de peixes no Açude da Marcela situado no município de Itabaiana. O Açude foi projetado para fornecer água de irrigação, porém apresenta qualidade imprópria para irrigação em função dos despejos agrícola (agrotóxico) e esgotos domésticos e industriais descartados no reservatório.

A notícia de grande quantidade de peixes mortos não é nova, ano após anos o noticiário é o mesmo, deixando pescadores sem trabalho e a sociedade que consumem os peixes daquele reservatório numa situação difícil: como consumir alimento de um lugar que anualmente milhares de peixes morrem resultado da contaminação existente? Segundo noticiário local, pelo menos quarenta homens tiravam o sustento da família praticando a pesca comercial no açude.

O uso excessivo de agrotóxicos lançados nos rios pela atividade agrícola existente próximo do açude pode ser um dos elementos em destaque. Todo veneno agrícola utilizado nas plantações agrícolas dos arredores da Marcela corre para essa área através dos rios ou do lençol freático. Vale registrar que a região do Açude é muito rica na produção de hortaliças (cheiro verde, alface, repolho, coentro, pimentão, cebolinha entre outros). Essas hortaliças abastecem o mercado itabaianense, bem como Aracaju e grande parte do Estado. Para produzir esses alimentos os produtores rurais utilizam as águas da Marcela, combinando com alta dosagem de agrotóxico. Essa combinação, não muito recomendável, gera uma boa aparência nos alimentos para os paladares urbanos.

Outro grave problema é o lançamento de esgotos domésticos nas águas do açude que vêm contribuindo para esses desastres ambientais. Grande parte dos esgotos domésticos produzidos na cidade de Itabaiana são conduzidos para o Açude da Marcela sem qualquer tratamento.

Os esgotos do matadouro de Itabaiana também correm para o açude. O mal cheiro provocado pelos dejetos do matadouro para quem passa pela rodovia estadual que liga Itabaiana ao povoado Candeias em Moita Bonita mostra bem a gravidade para as águas da Marcela recebendo aqueles dejetos.

Ainda podemos encontrar problemas nessas águas em função do lançamento de metais pesados jogados pelas indústrias que ali se instalaram. Segundo Genival Nunes Diretor presidente da Administração Estadual do Meio Ambiente (Adema), "Estudos realizados identificaram altos índices de metais pesados (zinco) e de coliformes fecais." Mais um grave problema que mostra a situação difícil que esse importante reservatório de água sofre. Os metais pesados têm alto poder de contaminação da água e consequentemente dos peixes e dos alimentos que recebem as águas do açude.

Adaptado

de:

<http://www.site1379950108.hospedagemdesites.ws/index.php/panorama/blogs-e->

colunistas/roberto-santos/3360-acude-da-marcela-em-itabaiana-uma-questao-ambiental-e-de-saude-publica , acesso no dia 14 de junho de 2018, às 15 h 20 min).

Questionamento parte 2

Após a leitura do texto 1, foi realizado um debate utilizando as perguntas abaixo, relacionando o contexto social abordado.

- Quais as consequências que a contaminação causa na água?
- O que é responsável pela sobrevivência dos peixes?

A partir das respostas apresentadas pelos alunos foi introduzido alguns exemplos de Equilíbrio Químico existente no cotidiano do aluno (Lente fotocromática e os refrigerantes), dando enfoque na água contaminada do açude, evidenciando a importância do equilíbrio presente no oxigênio da água, para que os peixes sobrevivam. Dessa forma, será iniciada uma atividade experimental 1, denominada como “Água furiosa”, com a finalidade de os alunos entenderem como ocorre o equilíbrio dinâmico, reversibilidade das reações e a não compartimentalização dos reagentes e produtos.

Questionamentos realizados antes da prática experimental

- É possível medir a velocidade da reação? E a concentração? O que seria mais fácil de visualizar?
- Ao misturar duas soluções incolores, como podemos visualizar se ocorreu uma reação química?
- É possível identificar uma situação de equilíbrio a partir da mudança de cor da solução?
- No experimento da água furiosa será utilizado água da torneira, mas o que tem nessa água? Quais seus componentes?
- A água é um solvente universal, dissolve vários sólidos, mas será que ela também dissolve os gases?

Foi dada ênfase que no experimento 1 representa uma situação ideal de equilíbrio pois foi utilizado uma água tratada, sendo uma representação da quantidade de oxigênio

na água. Foi solicitado que os alunos observem as cores dos reagentes, para que possam construir suas hipóteses acerca do que estão observando na prática experimental.

Foi entregue a cada grupo de aluno o roteiro e os materiais necessários para que eles realizem o **experimento 1**.

Os materiais são:

- Garrafa PET de 500mL
- Soda cáustica
- Glicose
- Azul de metileno (AM)

Seguiu-se os procedimentos metodológicos adaptados do canal Manual do Mundo do Youtube (<<https://www.manualdomundo.com.br/2013/06/experimento-de-quimica-da-aguafuriosa/>>) acessado em 25 de setembro de 2018, como descrito a seguir.

- Pesar 3,5 g de soda cáustica e dissolver em 100 mL de água.
- Pesar 6 g de glicose e dissolver em 100 mL de água.
- Juntar as duas soluções na garrafa.
- Acrescentar mais 100 mL de água na garrafa PET.
- Adicionar aproximadamente 10 gotas de AM.
- Tampar a garrafa, agitar, aguarde alguns minutos e observe.

Após a realização da experimentação, os alunos devem responder alguns questionamentos sobre o experimento:

Questionamento pós experimentação

- Qual o indicativo imediato que foi possível observar para que ocorra o equilíbrio?
- Ocorreu uma reação química? Se sim, represente.
- O que representa o azul e o incolor da reação?
- Porque foi adicionado o azul de metileno a essa mistura?
 - Se a garrafa PET não for tampada, o resultado será o mesmo? Porque?

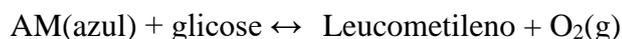
-Será que é possível que os produtos de uma reação voltem a formar os reagentes?

- Reagentes e produtos podem coexistir num mesmo recipiente?

Foi iniciada a discussão com os alunos sobre o que eles puderam observar no experimento 1, sendo considerado as ideias iniciais levantadas por eles, orientando assim sobre o que está ocorrendo no experimento da “água furiosa”. Em seguida, foi perguntado aos alunos se eles acham que ocorreu uma reação, e a partir das respostas apresentadas será solicitado que representem quimicamente a reação, e foi solicitado que eles representem microscopicamente o que ocorreu, da forma como eles acham que ocorreu.

Baseado nas ideias apresentadas pelos alunos e da discussão gerada, foi dado início a explicação do que ocorre no experimento, no qual foi observado que na forma inicial, a solução apresenta coloração azul, e após o repouso, o produto da reação é incolor. Com isso quando a mistura das soluções é agitada, essa passará de incolor para azul, e quando deixada em repouso, após alguns instantes a solução retorna à ser incolor.

O que ocorre é que o indicador AM, quando em contato com a glicose, que está em meio básico pela presença da soda caustica, reage, produzindo o leucometileno que é incolor, e, quando o sistema é agitado favorece a dissolução do oxigênio ($O_{2(g)}$) que reage com o leucometileno, e forma novamente o azul de metileno, voltando a sua coloração original que é azul, conforme a reação química abaixo:



Dessa forma ocorre uma reação reversível, em que a reação ocorre para formação do produto e reconstituição dos reagentes, sendo mostrado aos alunos a dupla seta indicando esse fenômeno, no qual há uma interação entre os reagentes para a formação dos produtos, e também ocorrerá uma interação entre os produtos para formação dos reagentes, isso tudo acontece dentro de um recipiente que é a garrafa PET de 500 mL.

Questionamento parte 3

- Analisando o experimento da água furiosa e o texto 1 vocês podem citar aproximações e diferenças entre eles?
- Essa reação presente na água furiosa é reversível? Como você explica esse fenômeno?

Os alunos realizaram debates entre eles, e com as pesquisadoras, para que consigam elaborar suas hipóteses sobre a relação existente entre o experimento 1: “Água furiosa” com o texto 1: “Contaminação da água do açude da marcela”.

Em seguida, foi introduzido uma experimentação 2, denominada como “Água furiosa: água do açude da marcela”, para que os alunos consigam formular suas hipóteses sobre os fatos ocorridos através da realização dessa prática experimental.

Questionamentos antes da experimentação

- O que vocês esperam que tenha a viragem de cor mais rápida? Porque?
- A cor permanecerá a mesma da observada no experimento 1?

Foi entregue a cada grupo de aluno o roteiro e os materiais necessários para que eles realizem o **experimento 2**.

Os materiais são:

- Garrafa PET de 500mL
- Soda cáustica
- Glicose
- Azul de metileno (AM)

Seguiu-se os procedimentos metodológicos descritos a seguir.

- Pesar 3,5 g de soda cáustica e dissolver em 100 mL de água do açude.
- Pesar 6 g de glicose e dissolver em 100 mL de água do açude.
- Juntar as duas soluções na garrafa.
- Acrescentar mais 100 mL de água do açude na garrafa PET.

- Adicionar aproximadamente 10 gotas de AM.
- Tampar a garrafa, agitar, aguarde alguns minutos e observe.

Questionamento pós experimentação 2

- Analisando o experimento 1: “Água furiosa” e o experimento 2: “Água furiosa: água do açude da marcela”, vocês podem citar aproximações e diferenças entre eles?
- Existe relação entre o Texto 1 “Contaminação da água do açude da marcela” com o experimento 2 “Água furiosa: água do açude da marcela”? Se sim, quais?
- Em qual dos dois experimentos a viragem de cor é mais rápida? Explique esse fenômeno.
- Com relação aos experimentos realizados, cite suas hipóteses sobre o que acontece no Açude da Marcela.

Os experimentos servirão para que os alunos relacionem o contexto social visto no texto 1 com a experimentação 1 e 2, para que eles formulem suas hipóteses, explorando assim as suas ideias (SUART; MARCONDES, 2008). A partir das respostas apresentadas pelos alunos, foi realizado a avaliação do conhecimento através de um questionário escrito.

6.3. APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DA GRADUAÇÃO PARA AVALIAÇÃO FINAL.

1. Ao abrimos uma garrafa de refrigerante, notamos que ela faz um barulho. Quando sobra um pouco de refrigerante, fecha-se a garrafa. Depois de aberta, notou-se de novo o barulho feito inicialmente, explique o que se pede nos itens a seguir:

- a) Explique o motivo do barulho causado ao abrir a garrafa de refrigerante pela primeira vez? Desenhe o que ocorreu.
- b) Como você explica o fenômeno de ao abrir novamente a garrafa de refrigerante, ouvir outra vez o barulho inicial? Faça a reação química que demonstra esse fenômeno.

2. Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físico, químico e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas, é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e consumo humano.

Retirado do Site Projeto Medicina, disponível em < www.projeto medicina.com.br > Acesso em: 25 de junho de 2018 (adaptado).

Se um pesquisador pretende avaliar variáveis biológicas de determinado manancial, deve escolher os testes de

- a) teor de oxigênio dissolvido e de temperatura e turbidez da água.
- b) teor de nitrogênio amoniacal e de temperatura e turbidez da água.
- c) densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos.
- d) densidade populacional de cianobactérias e do teor de alumínio dissolvido.
- e) teor de nitrogênio amoniacal e de densidade populacional de invertebrados bentônicos.

3. Qual o significado das setas para a reação?



Desenhe como vocês representariam essa reação microscopicamente?

4. Uma comunidade de uma determinada cidade resolveu adotar um rio para que ele continue sendo vital ao ecossistema de sua região. Para identificar os passos a serem dados visando à elaboração de um plano de recuperação de um rio, é necessário verificar as seguintes possibilidades:
- I. Água Verde: pode significar algas demais na água; isso torna difícil a existência de qualquer outra vida no rio.
 - II. Água Turva: terra demais na água; isso torna difícil a respiração dos peixes.
 - III. Cheiro de ovo podre: esgotos podem estar sendo descarregados no rio.
 - IV. Camada laranja ou vermelha sobre a água: pode indicar que uma fábrica está despejando poluentes no rio.
 - V. Espumas ou bolhas na água: podem ser o sinal de um vazamento de sabão de residências ou fábricas.

(Retirado do Site Projeto Medicina, disponível em < www.projeto medicina.com.br >
Acesso em: 25 de junho de 2018 (adaptado).

Apresente uma proposta adequada para melhorar a vida de um rio e quais as implicações que essa poluição pode gerar ao ecossistema?

5. Identifique se essas reações estão em equilíbrio químico ou não?
- a) Água sendo aquecida dentro de uma panela de pressão tampada.
 - b) A combustão de uma vela.
 - c) A produção de amônia.
 - d) A corrosão do ferro.

8. ANEXOS

7.1. ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO UTILIZADO NA PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQCI

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado (a) e/ou participar na pesquisa de campo referente a pesquisa vinculada ao Projeto de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, intitulado: O papel da experimentação na aprendizagem do conceito equilíbrio químico. Desenvolvido pelas graduandas Anny Danielly dos Santos Reis e Francielly de Oliveira a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário através dos telefones nº 99983-1503 e 99925-5854 ou e-mail danielly.reis@live.com e fran29151@gmail.com. Fui informado (a), ainda, de que a pesquisa é [coordenada / orientada] pela prof. Dr^a. Renata Cristina Kiatkoski Kaminski.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado (a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é entender e conhecer como e quais as dificuldades em compreender o conceito de equilíbrio químico, com posteriormente intervenção de atividades perante a realização de um experimento e até que ponto a experimentação auxilia nessa compreensão.

Foi também esclarecido (a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Minha colaboração se fará de forma anônima, [a ser gravada a partir da assinatura desta autorização]. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo (a) pesquisador (a) e/ou seu(s) orientador (es) / coordenador (es).

Foi ainda informado (a) de que posso me retirar desse (a) estudo / pesquisa / programa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Itabaiana, ____ de _____ de ____.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura do (a) pesquisador (a): _____