

Discussões conceituais sobre eletroquímica entre licenciandos em química

Ane Karoline Silva Andrade^{1*}, Carlos André Barreto Santos¹, Marcelo Leite dos Santos², Nirly Araújo dos Reis²

¹Discente da Universidade Federal de Sergipe, Curso de Licenciatura em Química, Itabaiana, Sergipe, Brasil. ²Docente da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Química, Itabaiana, Sergipe, Brasil. *anekaroline21@hotmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

RESUMO

O presente trabalho, realizado na Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof. Alberto Carvalho, teve como objetivo discutir as relações conceituais sobre eletroquímica de um grupo de alunos do curso de licenciatura em Química, a fim de debater acerca das dificuldades no ensino e entendimento deste conteúdo. Durante a pesquisa, os alunos foram protagonistas do processo de ensino-aprendizagem, realizando microaulas e experimentos investigativos. Para isso, a coleta de dados foi feita por meio de questionários, mapas conceituais e produção de material didático. A análise dos questionários aponta que mesmo após os alunos atuarem como protagonistas nas atividades, eles ainda apresentam dificuldades em compreender conceitos introdutórios, tais como, oxidação/redução, agente redutor/oxidante, cátodo/ânodo e pilha, o que reforça a importância do professor e dos manuais didáticos enfatizarem essas discussões em sala de aula, principalmente na etapa de formação inicial, sobretudo, no que trata da nomenclatura eletroquímica, a qual requer entendimento livre de confusões.

Palavras-chave: Eletroquímica. Elaboração conceitual. Licenciandos.

Conceptual discussion on electrochemistry among licentiate degree students in chemistry

ABSTRACT

The present work was carried out at the campus Prof. Alberto Carvalho of Federal University of Sergipe. The aim of this study was to discuss the conceptual relationships on electrochemistry presented by Licentiate degree students in Chemistry, in order to address the difficulties in teaching and understanding this content. Students were protagonists of the teaching and learning process through short-term classes and experimental investigation. Data collection was carried out through a questionnaire, concept maps and production of teaching material. The result shows that even actively acting in the activities, students still have difficulties in understanding introductory concepts such as oxidation, reduction, reducing agent, oxidizing agent, cathode, anode and battery. This observation reinforces the importance of the teacher and textbooks emphasize fundamentals of electrochemistry especially at the beginning of the undergraduate course. It is also possible to highlight the electrochemical nomenclature that requires a proper understanding.

Keywords: Electrochemistry. Conceptual elaboration. Licentiate degree students in chemistry.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as linhas de pesquisas que tangem ao Ensino de Ciências, têm realizado estudos que buscam investigar quais as alternativas e ferramentas que podem trazer melhorias ao ensino. Nesse sentido, a formação inicial ou continuada, possibilita aos docentes experiências e mecanismos que possam ser utilizados durante suas aulas e que os auxiliem em suas práticas educativas. Sendo assim, é importante que os alunos nos cursos de graduação tenham uma boa formação inicial e isso implica em conhecer alternativas para ensinar conceitos, assim como também dominá-los em seu entendimento (LIMA et al., 2017).

Dessa maneira, se faz necessário que os graduandos de cursos de licenciatura possuam domínio da matéria que futuramente irão ensinar, logo, é preciso que busquem superar as suas dificuldades sobre determinados conceitos científicos (NASCIMENTO; SANTOS, 2019). Dificuldades na compreensão de conteúdos de Química, pelos graduandos, é algo comumente discutido na literatura (FREIRE et al., 2011). Na maioria das vezes, essas dificuldades consistem em uma “barreira” para ministrarem suas aulas futuramente, uma vez que se tornarão docentes em breve. Tudo isso acaba por perpetuar essa dificuldade para os próximos alunos, ou então, acaba por não abordar determinado conceito por receio e insegurança (PINHEIRO; SOARES, 2019).

Silva et al., (2014) apontam que um dos conteúdos químicos que apresenta certa frequência de dificuldades com relação ao entendimento por parte dos estudantes e também de professores é o conteúdo de eletroquímica. De acordo com esses autores, em uma pesquisa realizada por eles quando se discutiu o conteúdo químico de oxirredução em uma determinada turma de Ensino Médio, notou-se que os alunos apresentaram dificuldades acerca de algumas definições utilizadas, a citar: identificação das substâncias oxidantes e redutoras; compreensão do cátion e ânion na reação; determinação do número de oxidação (Nox) de espécies químicas iônicas; entre outras. Essas mesmas dificuldades com relação aos termos ‘oxidante’ e ‘reductor’ também foi notada em um estudo com docentes que ministravam aula no Ensino Básico, assim como também com relação aos conceitos de eletrodo, pilhas galvânicas, eletrolíticas e força eletromotriz (GOES et al., 2016).

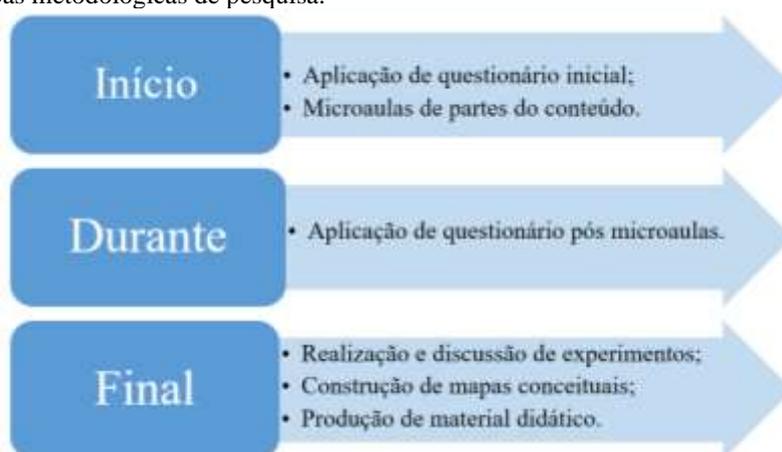
Sabendo-se de tais dificuldades à respeito dos conceitos relacionados ao conteúdo de eletroquímica, faz-se necessário a utilização de estratégias didáticas que possam melhorar as discussões conceituais, além de possibilidades de

acompanhamento desses estudantes, de modo que estes se tornem protagonistas do seu processo de construção de conhecimento, a fim de se perceber como esse é adquirido ao longo da realização de diferentes atividades. Desta forma, este trabalho tem como objetivo discutir as relações conceituais sobre eletroquímica de um grupo de estudantes do curso de licenciatura em Química, a fim de debater a respeito das dificuldades na compreensão e ensino dos conteúdos.

METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido com estudantes do curso Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, matriculados na disciplina de Temas Estruturadores de Ensino de Química II (TEQII) no período de 2018/2. A pesquisa ocorreu durante todo o semestre letivo da disciplina. A Figura 1 apresenta as etapas metodológicas da pesquisa:

Figura 1 – Etapas metodológicas de pesquisa.



Desse modo, na etapa inicial houve aplicação de um questionário, com o intuito de mapear o entendimento da turma a respeito do conteúdo de eletroquímica. Em seguida, os alunos foram divididos em sete grupos e ministraram microaulas com as seguintes temáticas: pilha de limão; células galvânicas (pilha de Daniell); número de oxidação; corrosão do ferro; células eletrolíticas; potencial de redução (eletrodo padrão de hidrogênio) e reatividade dos metais. Após esse processo, houve a aplicação de outro questionário, a fim de perceber a compreensão do conteúdo agora de forma aplicada em diferentes situações questionadas, ou seja, o aluno só conseguiria responder as questões se de fato tivesse entendido o conteúdo que foi estudado inicialmente nas

microaulas. É importante enfatizar que os questionários foram primeiramente validados e então reformulados, para posteriormente serem aplicados aos alunos. Na etapa final, os alunos realizaram experimentos em relação aos temas dos quais foram ministradas as microaulas, executaram testes em laboratório, fizeram anotações nos cadernos durante os testes experimentais, elaboraram mapas conceituais e, por último, cada grupo produziu um material didático sob a forma de oficina temática.

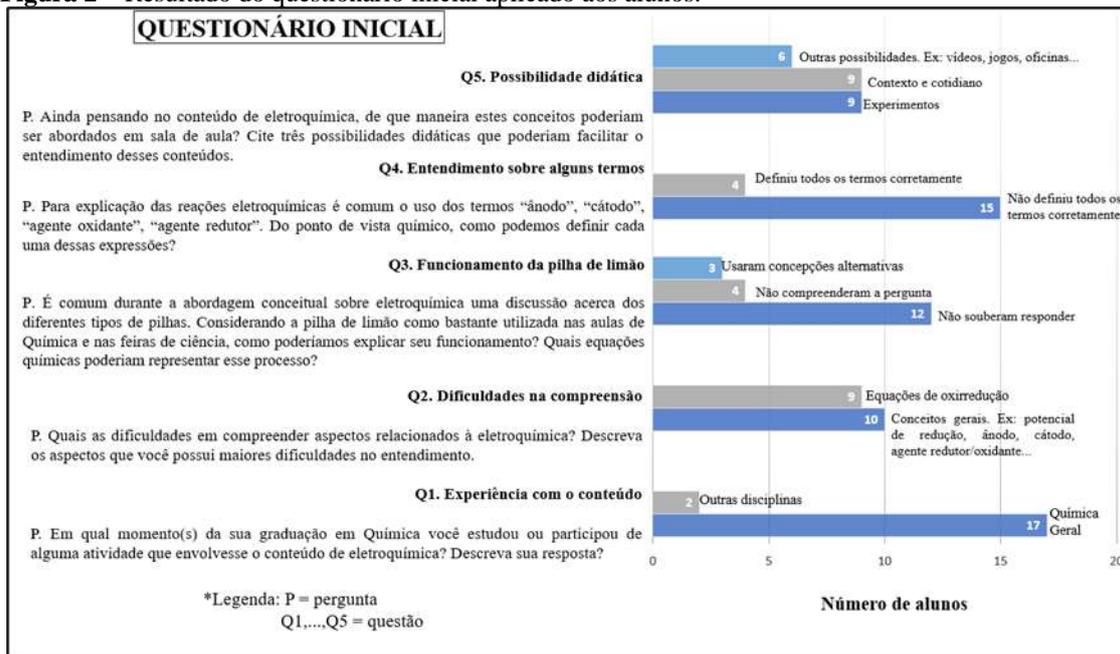
Durante a coleta de dados, a pesquisadora participava apenas como observadora, realizando anotações das aulas e do desempenho dos alunos quando necessário, sendo as aulas sempre conduzidas pela professora da disciplina. Esta pesquisa teve a duração de um período letivo. Desta forma, os instrumentos de coleta de dados foram: os dois questionários aplicados, anotações pessoais das observações das aulas, registros do caderno de laboratório dos alunos, mapas conceituais produzidos a partir dos experimentos e os materiais didáticos produzidos por eles. Entretanto, para este trabalho, somente será investigado o processo inicial de discussão e a etapa durante a pesquisa (questionários 01 e 02) (Figura 1), a fim de entender inicialmente as dificuldades desse grupo de alunos e perceber como elaboram e aplicam os conceitos estudados. Sendo assim, este estudo é apenas um recorte de uma pesquisa maior que visou acompanhar o desenvolvimento dos alunos no âmbito de uma disciplina da graduação. Para análise dos questionários foi utilizado o método de Análise de Conteúdo (MORAES, 1999) que consiste em quatro etapas essenciais: unitarização, categorização, descrição e interpretação. Na categorização, as unidades de análise foram criadas a posteriori (depois da análise dos dados). As respostas dos alunos sobre o questionário inicial foram codificadas como A1, A2, A3... A19 a fim de garantir o anonimato dos sujeitos da pesquisa. A transcrição das respostas dos alunos foi realizada de forma literal, de acordo com ideias apontadas por Manzini (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados iniciais deste trabalho resultaram da análise do questionário inicial para conhecer o entendimento da turma acerca do conteúdo de eletroquímica.

O questionário aplicado foi composto por cinco questões dissertativas com relação a experiência deles com o conteúdo e o possível conhecimento de alguns conceitos iniciais de eletroquímica, tais como: cátodo, ânodo, agente oxidante, agente redutor e pilha. A Figura 2 apresenta o resultado das respostas dos alunos.

Figura 2 – Resultado do questionário inicial aplicado aos alunos.



Pelo questionário percebe-se que na questão 1 (Q1) referente a experiência com o conteúdo de eletroquímica durante a graduação, a maioria (17 alunos) respondeu já ter visto o conteúdo na disciplina de Química Geral, como apresentado no recorte de escrita do aluno A6:

A6 - "Primeiro período na disciplina de Química Geral. A professora abordou um pouco sobre o assunto e chamou uma aluna de doutorado que abordou a pilha de Daniell"

Partindo do princípio que a maioria desses alunos são regulares no curso e que estes se encontravam no quinto período, de acordo com as ementas das disciplinas do curso, as disciplinas de Química Geral (1º período) Química Analítica (3º período), Química Analítica Experimental (4º período) e Físico-Química II (5º período) contemplam uma abordagem do conteúdo de eletroquímica (UFS, 2010). Contudo, dois alunos mencionam ter estudado em outros momentos do curso, como afirmam A1 e A3:

A1 - "Em Química Geral estudei e no 4º período participei de uma pesquisa de TCC de um colega de curso tive que fazer uma pilha de limão".

A3 - "No meio do curso. Quando elaborei um projeto sobre descarte correto de pilhas, de qual o lugar correto para o descarte e o porquê não poderia descartar no lixo comum".

Embora a disciplina Físico-Química II também seja do mesmo período que a disciplina em que eles estavam cursando, nenhum aluno citou está estudando o conteúdo em suas respostas, provavelmente, devido este ser o último conceito da ementa, uma vez que ainda estavam no início do período (UFS, 2010).

Com relação as dificuldades na compreensão do conteúdo de eletroquímica (Q2) (vide pergunta na Figura 2), foi relatado pelos alunos dificuldades tanto no entendimento das reações de oxirredução (09 alunos) como nos conceitos gerais (10 alunos) tais como: potencial de redução, ânodo, cátodo, agente oxidante/redutor:

A11 - “Eu não consigo visualizar a transferência de elétrons nas reações, dentre outras coisas”

A10 - “A minha maior dificuldade são aspectos conceituais, pois possuo uma dificuldade em entender termos, mas como a pilha em si funciona não possuo dificuldade, apenas, aspectos conceituais”

Desta forma, é possível notar que os alunos possuem certo nível de dificuldade em entender conceitos relacionados as reações de oxirredução, algo também já relatado no trabalho de Silva et al., (2014), os quais verificaram dificuldades na compreensão desses termos por alunos do Ensino Médio, assim como na pesquisa realizada por Goes et al., (2016) com professores do Ensino Básico, em que também verificaram dificuldades deste grupo em relacionar conceitos básicos. Na verdade, as dificuldades relacionadas com este conteúdo é até compreensível, considerando a complexidade dos termos e nomenclaturas utilizadas, as quais muitas vezes, causam confusão na compreensão dos conceitos, por exemplo, quando nos referimos a uma redução estamos querendo dizer que ocorreu ganho de elétrons e não redução de elétrons, como o uso do termo induz, nesse caso, o aluno deve compreender os conceitos de oxidação e redução com base na ideia de aumento ou diminuição do Nox. Concepções alternativas também poderão ocorrer no entendimento do cátodo como um eletrodo negativo em uma célula eletrolítica e positivo em uma célula voltaica.

Com relação à questão que trata sobre o funcionamento da pilha de limão (Q3) é possível observar que a maioria (12 alunos) não soube responder, provavelmente devido não conhecer o princípio de uma pilha, no qual consiste na transformação de energia química em energia elétrica por meio de uma reação de oxirredução, e desta maneira, não entendem a pilha como uma reação química. É importante destacar que em nenhuma das respostas, o ácido cítrico presente no limão foi mencionado, ou seja, eles

não compreendem que o ácido cítrico do limão é responsável por liberar íons H⁺ formando uma solução condutora de elétrons de um metal a outro, ou seja, o ácido cítrico tem a função de eletrólito nesta pilha (SANTOS, 2018). No entanto, também é compreensível o fato do aluno não entender outro tipo de pilha que não seja a de Daniell, visto que nos livros didáticos costuma-se aparecer apenas esta, que por sua vez, não faz parte do cotidiano dos alunos (HIOKA et al., 2000). Ainda assim, três alunos tentaram explicar, porém, acabaram descrevendo concepções alternativas, como mostra os fragmentos de falas a seguir:

A19 – “A pilha de limão funciona através da troca de elétrons através do fio, ou seja, dos íons contidos no limão [...]”

A8 – “Talvez o funcionamento da pilha de limão venha da acidez presente no limão. Assim, as equações de neutralização ou de potencial ácido (do tipo que apontem um valor de acidez) possam ajudar na representação”.

A5 – “Que o limão tem substâncias que produz energia semelhante a pilha. Sendo a sua potência em quantidade menor”.

A fala do aluno A19 dá a entender que ele menciona que há uma troca de elétrons dos íons presentes no limão com o fio, no entanto, de acordo com Santos (2018), o metal utilizado nessa pilha, o qual tende a sofrer oxidação, troca elétrons com os íons H⁺ provenientes do ácido cítrico, os quais sofrem redução, ou seja, há troca de elétrons entre o metal do eletrodo com menor potencial padrão de redução e os íons H⁺ do limão, os quais serão reduzidos. Já na fala de A8, o aluno começa a discutir sobre a acidez do limão, porém acaba misturando o funcionamento dessa pilha com reações de neutralização. Com relação a fala de A5, dá a entender que ao utilizarmos a substância presente no limão (ácido cítrico) automaticamente poderíamos produzir uma pilha, no entanto, é preciso montar um sistema com dois metais de diferentes potenciais padrão de redução, imersos no meio condutor (ácido cítrico do limão) e desta forma, a diferença de potencial entre os dois metais (eletrodos) produz corrente elétrica (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2001). Nesta questão, não era de se esperar que os alunos apresentassem as equações envolvidas nesta pilha, porém, que eles explicassem que aconteceria uma reação química, em que o ácido cítrico atuaria como eletrólito.

Com relação a Questão sobre o entendimento de alguns termos (Q4) (vide pergunta na Figura 2), a maioria (15 alunos) não conseguiu definir todos os termos

(ânodo, cátodo, agente oxidante e agente redutor) corretamente, nesse caso, apenas quatro alunos definiram todos os termos, porém, alguns consideraram cátodo e ânodo apenas com relação ao polo (+) ou (-), como apresentado no fragmento abaixo:

A1 – “Ânodo → polo negativo; cátodo → polo positivo; agente oxidante → é quando o nox reduz; agente redutor → é quando o nox aumenta”.

A explicação de A1 não está incorreta, visto que em uma pilha voltaica os elétrons fluem pelo circuito externo do ânodo para o cátodo e desta forma, o ânodo é rotulado com o sinal negativo e o cátodo com o sinal positivo nesta pilha (BROWN et al., 2005). Contudo, era de se esperar que os alunos respondessem que em uma célula eletroquímica o cátodo é o eletrodo no qual ocorre a redução e o ânodo o eletrodo em que ocorre oxidação. Com relação aos termos agente oxidante e redutor, também não estão incorretos, visto que o agente oxidante é a espécie que ganha elétrons em uma reação química, conseqüentemente o Nox diminui e agente redutor é a espécie que perde elétrons, portanto o Nox aumenta (BROWN et al., 2005). Nesse caso, podemos ainda retomar a discussão acerca da complexidade da nomenclatura dos termos, pois o agente oxidante/oxidante sofre redução e não oxidação, o agente redutor/redutor sofre oxidação e não redução como as palavras induzem. Sendo assim, o aluno deve entender que o termo ‘agente’ significa aquele que age ou que pratica uma ação, logo, o agente oxidante será aquele que promove a oxidação, conseqüentemente, este irá sofrer redução. O mesmo ocorre com o agente redutor/redutor. Desse modo, é comum que os estudantes possuam dificuldades em conceitos químicos, em virtude do uso de modelos e abstrações utilizadas nas explicações, tais dificuldades podem aumentar em virtudes de termos não familiares aos alunos e com nomenclaturas que não facilitam seu entendimento, como é o caso desses conceitos eletroquímicos.

Ainda nesta questão, foi observado também que alguns alunos definiram cátodo como o polo negativo e ânodo como o polo positivo. Essa definição seria de célula eletrolítica, na qual consiste no uso uma fonte externa de energia elétrica para forçar a ocorrência de uma reação não espontânea. Como nesta célula, o terminal negativo da fonte de energia é conectado ao eletrodo em que ocorre a redução (cátodo), este é demarcado como o polo negativo e o ânodo como polo positivo (BROWN et al., 2005). O fato de nessa situação o cátodo ser considerado o eletrodo negativo (reação

química não espontânea) e em outros ser considerado positivo (reação química espontânea) acaba fazendo com que o aluno faça confusão dos sinais atribuídos aos eletrodos. Em vista disso, é importante que tanto os professores como os livros didáticos discutam isso de forma mais clara e objetiva, a fim de diminuir as confusões.

Nesta questão (Q4), também foi possível confirmar as dificuldades com relação aos termos agente oxidante e agente redutor retratados em Q2, como apresentado na fala do aluno A10:

A10 – “Agente oxidante é o que reduz na reação → perde massa → ânodo; agente redutor é o que oxida na reação → acúmulo de massa → cátodo”

Nesta resposta, é possível constatar que o aluno correlacionou corretamente o agente oxidante e redutor como sendo o elemento que reduz e oxida respectivamente, porém, fez confusão no restante da sua fala. De acordo com a literatura, agente redutor é a espécie que promove a redução de outra espécie, logo, sofre oxidação (ânodo). Já agente oxidante é a espécie que promove a oxidação, portanto, sofre redução (cátodo). Durante a reação, há ganho de massa no cátodo devido a deposição de íons metálicos e há perda de massa no ânodo devido a corrosão do eletrodo (BROWN et al., 2005).

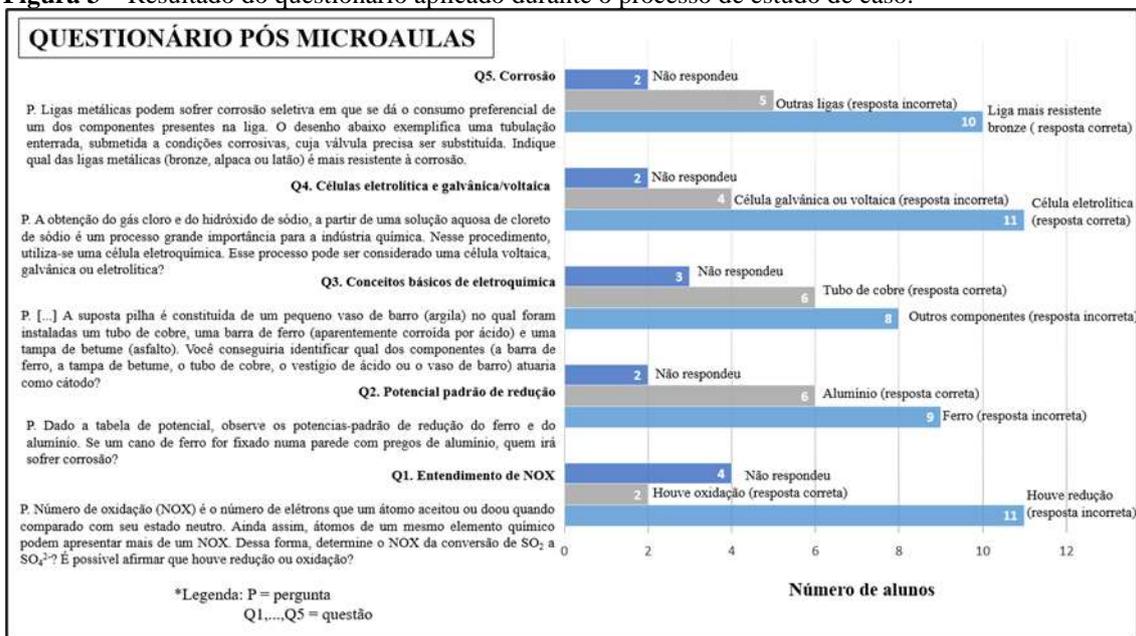
Na última questão (Q5) (vide pergunta na Figura 2) foi pedido para que os alunos apresentassem três possibilidades didáticas para facilitar a compreensão do conteúdo de eletroquímica. Dentre as possibilidades apresentadas, a maioria (18 alunos) citou experimentos e uso de contexto e cotidiano atrelado as aulas, o que mostra a percepção dos alunos sobre a importância de aproximar o fenômeno químico para melhor entendimento e relação com os conceitos (FRANCISCO JÚNIOR et al., 2008).

Dessa forma, essa análise prévia permitiu conhecer o nível da turma, saber em qual momento do curso eles tiveram contato com o conteúdo e ainda traçar as principais dificuldades, as quais foram com relação ao entendimento sobre o funcionamento de uma pilha, e o uso correto dos termos, como agente redutor/oxidante, cátodo, ânodo.

O segundo questionário também foi composto por cinco questões dissertativas, as quais permitiram perceber a compreensão do conteúdo. Nesse momento de discussão, o intuito foi perceber como eles iam se apropriando do conhecimento científico de forma que as questões propostas no questionário estavam aplicadas em um contexto diferente do estudado nas microaulas, mas a resolução necessitava dos mesmos

conceitos já estudados. A Figura 3 apresenta o resultado das respostas dos alunos, no qual foram categorizadas como corretas, incorretas ou não respondeu.

Figura 3 – Resultado do questionário aplicado durante o processo de estudo de caso.



Esse questionário foi proposto com o objetivo de perceber se os alunos de fato teriam se apropriado do conteúdo estudado, visto que as questões foram baseadas nas temáticas das microaulas, mas foram aplicadas a diferentes situações de forma contextualizada. Desta forma, se o aluno tivesse compreendido o conteúdo, ele conseguiria responder as questões corretamente.

A resposta dos alunos a questão Q1, a qual trata do entendimento do número de oxidação permitiu perceber que a maioria (11 alunos) responderam corretamente com relação ao Nox do íon (que passou de 0 no SO₂ para -2 no SO₄²⁻), porém, houve um problema de interpretação da questão, pois a ideia inicial era determinar o Nox do enxofre (S) na conversão de SO₂ (dióxido de enxofre) a SO₄²⁻(íon sulfato) (vide pergunta na Figura 3). Neste caso, o Nox do enxofre (S) presente na molécula SO₂ é +4 e o Nox do enxofre do íon sulfato é +6, ou seja, ocorre na verdade, aumento do Nox (oxidação). Desta forma, houve confusão nas respostas devido ao enunciado da questão não especificar se era pra determinar o Nox somente do S ou da molécula/íon.

Com relação à questão que trata sobre potencial padrão de redução (Q2) (vide pergunta na Figura 2), a maioria (09 alunos) responderam que o ferro sofreria corrosão primeiro que o alumínio. Essa resposta está incorreta, pois o potencial padrão de

redução do alumínio ($E^\circ = - 1,66$) é menor que o potencial do ferro ($E^\circ = - 0,44$), sendo assim, o prego de alumínio será corroído (oxidado) primeiro que a canaleta de ferro, visto que a canaleta atuaria como cátodo, estando protegida contra corrosão nas vizinhanças do prego (BROWN et al., 2005). Contudo, acredita-se que os alunos possam ter sido intuitivos nesta questão, uma vez que sabiam que a oxidação do ferro produz óxido de ferro III (Fe_2O_3) popularmente conhecido como ferrugem, enquanto que o alumínio quando oxidado pelo oxigênio do ar, produz uma película apassivadora de óxido de alumínio, aumentando sua resistência aos agentes externos, por isso é comum sua utilização na indústria de utensílios de cozinha (COSTA et al., 2006). Sendo assim, eles podem não ter comparado o potenciais de redução dos dois metais e esse fato ocasionou o erro na questão. Um fato a se destacar é que dois alunos utilizaram o potencial padrão do Fe^{III} ao invés do Fe^{II} . Isso mostra que eles não possuíam familiaridade com o uso da tabela de potenciais, ou talvez consideraram o Fe^{III} como mais estável que o Fe^{II} .

Na questão Q3 que trata de conceitos gerais de eletroquímica (cátodo, potencial de redução, oxidação/redução), foi apresentado uma pilha constituída por uma barra de ferro, uma tampa de betume, um tubo de cobre, vestígio de ácido e um vaso de barro e foi perguntado qual dos componentes atuaria como cátodo, dado os potenciais padrão de redução do ferro, hidrogênio e cobre. Seis alunos responderam corretamente, afirmando que o tubo de cobre seria o cátodo e oito alunos responderam incorretamente afirmando que o cátodo seria um dos outros componentes, o que evidencia que esses alunos não possuíam domínio sobre os conceitos de potencial de redução ou talvez não entenderam a questão. Essa questão poderia ser respondida observando os potenciais padrão de redução do cobre ($E^\circ = + 0,34$) e do ferro ($E^\circ = - 0,44$ V), uma vez que o potencial do cobre é maior que o do ferro, o cobre é reduzido mais facilmente, atuando como cátodo nesta pilha.

Com relação a questão Q4, que trata sobre células eletrolíticas e voltaicas, foi dado uma figura de uma célula eletrolítica com uma bateria fornecendo energia. A maioria (11 alunos) respondeu corretamente afirmando que se tratava de uma célula eletrolítica. Isso indica que os alunos entenderam o princípio eletrolítico, no qual consiste em utilizar uma fonte externa de geração de energia para promover uma reação química não espontânea.

Na última questão (Q5), foi apresentado uma figura de uma tubulação, na qual a válvula precisaria ser substituída por uma das ligas de bronze, alpaca ou latão. Foi dado uma tabela com a composição média dessas ligas e o potencial padrão de redução dos metais presentes nas ligas. Como a liga de bronze é constituída por 90% de cobre, no qual apresenta maior potencial de redução ($E^\circ = + 0,34$) com relação aos outros metais presentes nas ligas (Sn ($E^\circ = + 0,14$), Ni ($E^\circ = - 0,25$), Fe ($E^\circ = - 0,44$) e Zn ($E^\circ = - 0,76$), a liga metálica de bronze seria a mais apropriada para confecção da válvula, pois seria mais resistente a corrosão. Nesse caso, a maioria (10 alunos) responderam corretamente essa questão, o que significa que eles conseguiram associar o potencial padrão de redução dos metais com o processo de corrosão.

Dessa forma, a análise desse questionário nos mostra que mesmo o aluno tendo estudado previamente o conteúdo de eletroquímica, ainda ocorre confusões em seu entendimento, visto que acabaram errando muitas questões, as quais necessitavam de um bom domínio de conteúdo. Em vista disso, é importante destacar a necessidade de aprofundamento deste conteúdo, sobretudo, nos materiais didáticos, em virtude das dificuldades apontadas acerca da compreensão dos termos, os quais, se não forem bem definidos acabam gerando interpretações errôneas.

Sendo assim, esse estudo mostra a importância de o professor ser criterioso nessas discussões tanto em nível superior como na educação básica, sabendo dessas dificuldades, o professor poderá direcionar mais os estudos dos alunos. É importante também, frisar que o estudo realizado nesse trabalho corresponde ao momento em que os alunos estavam começando a estabelecer as discussões conceituais e apropriação dos conceitos eletroquímicos. Logo, como essa pesquisa corresponde a algo além deste trabalho, após esta etapa, os alunos pensaram em experimentos químicos, a fim de discutirem esses conceitos com base nos experimentos sob a mediação da professora da disciplina.

CONCLUSÃO

Através dos resultados desta pesquisa, foi possível verificar que mesmo os alunos já tendo contato com o conteúdo de eletroquímica em outros momentos da graduação, eles ainda possuem dificuldades de compreender conceitos, tais como, agente oxidante/redutor, cátodo/ânodo, oxidação/redução e funcionamento de uma pilha. Tais dificuldades, muitas vezes, estão relacionadas ao uso de termos não

familiares aos alunos e nomenclaturas que não facilitam o entendimento dos conceitos. De acordo com a literatura, essas dificuldades de compreensão ocorrem entre alunos da educação básica, professores e também estudantes do ensino superior. Neste estudo, os alunos foram protagonistas do processo de ensino e aprendizagem deles, mas mesmo assim, ainda apresentaram confusões no entendimento do conteúdo, ficando evidente a importância do professor e também dos livros didáticos, enfatizarem mais nessas discussões conceituais e explorar esses aspectos, sobretudo, no processo formativo dos professores, a fim de diminuir essas confusões. Desta forma, esse estudo fornece contribuições em diversas linhas de pesquisa, como produção de materiais didáticos, análise de livros e também sobre investigações conceituais acerca da eletroquímica e possibilidades para outros conteúdos da Química.

REFERÊNCIAS

- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a Ciência Central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, 972 p.
- COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Experimentos com alumínio. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 38-40, 2006.
- FRANCISCO JÚNIOR, W. E; FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, 2008.
- FREIRE, M. S; SILVA Jr, C. N; SILVA, M. G. L. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Eletroquímica Segundo Licenciandos em Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: ENPEC, 2011.
- GOES, L. F.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L. Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de eletroquímica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: ENEQ, 2016.
- HIOKA, N.; FILHO, O. S.; MENEZES, A. J.; YONEHARA, F. S.; BERGAMASKI, K.; PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, n. 11, p. 40-44, 2000.
- LIMA, J. P. M.; SILVA, V. A.; JÚNIOR, W. E. F. O Papel do PIBID na Formação Inicial de Professores de Química. **Crítica Educativa**, v. 3, n. 3, p. 924-942, 2017.
- MANZINI, E. J. Considerações sobre a transcrição de entrevistas. In: **A entrevista na pesquisa em Educação e Educação Especial: uso e processo de análise**. (Material utilizado para obtenção do título de Livre-docência em Educação). Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP Marília. Observatório Nacional de Educação Especial (ONEESP), 2008. Disponível em: http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista. Acesso em: 10 abr. 2020.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- NASCIMENTO, G. S.; SANTOS, B. F. Aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases em um estudo sobre a linguagem. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 179-189, 2019.

OLIVEIRA, A. G. M. I.; OLIVEIRA, I. T. P. Construção de uma pilha didática de baixo custo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 101-107, 2001.

PINHEIRO, R. S. G.; SOARES, M. H. F. B. O jornal da Química como etapa inicial da abordagem problematizadora: proposta para ensino e formação de professores. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 139-147, 2019.

SANTOS, L. N. **Abordagem conceitual de eletroquímica através de experimentação empregando pilhas produzidas com materiais de fácil obtenção**. 2018. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2018.

SILVA, A. A.; MARTINS, R. A.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Uma Análise das Dificuldades Conceituais de Alunos do Ensino Médio sobre Processos de Oxirredução. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17, 2014. Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, MG: ENEQ, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Química Licenciatura do Campus Universitário Prof. Alberto Carvalho**. RESOLUÇÃO nº 51/2010/CONEPE. Itabaiana, 2010. 21 p.