

## Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio

Adryele da Silva Ferreira<sup>1\*</sup>, Alécia Maria Gonçalves<sup>2</sup>, Jeisa Tainara Schaefer Salgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Curso de Licenciatura em Química, Uruaçu, Goiás, Brasil, <sup>2</sup>Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Uruaçu, Goiás, Brasil,

<sup>3</sup>Professora do Colégio Estadual Período Integral Polivalente Dr. Sebastião Gonçalves de Almeida, Uruaçu, Goiás, Brasil. \*[f.adryele@academico.ifg.com.br](mailto:f.adryele@academico.ifg.com.br)

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

### RESUMO

O processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de eletroquímica vem sendo um desafio no ensino de química, e ao acompanhar alunos do ensino médio de uma escola pública, docente e pibidiano propuseram um projeto, que envolveu, o diagnóstico, a experimentação e a avaliação do aprendizado. Durante o diagnóstico foram aplicados, um questionário e um jogo, e em ambos os casos, constatamos as dificuldades que os alunos possuíam em identificar as espécies oxidantes e redutoras, o fluxo de elétrons e a representação das reações por equações e até mesmo de compreender o fenômeno de produção de energia nas pilhas. Com isso, exploramos a experimentação para relacionar a teoria com a prática. E para a avaliação do aprendizado, os alunos apresentaram diferentes experimentos, no qual verificamos uma significativa melhora, uma vez que eles pesquisaram e planejaram a atividade experimental para explicar aos colegas, com isso puderam fixar melhor o conteúdo.

**Palavras-chave:** Eletroquímica. Oxirredução. Pilhas.

## Difficulties in learning electrochemistry content in high school

### ABSTRACT

The teaching and learning process of electrochemistry content has been a challenge in chemistry teaching, and by following high school students from a public school, teachers and pibidians proposed a project, which involved the diagnosis, experimentation and evaluation of the apprenticeship. During the diagnosis, a questionnaire and a game were applied, and in both cases, we found the difficulties that the students had in identifying the oxidizing and reducing species, the electron flow and the representation of reactions by equations and even in understanding the phenomenon of energy production in batteries. Thus, we explore experimentation to relate theory to practice. And for the assessment of learning, the students presented different experiments, in which we verified a significant improvement, since they researched and planned the experimental activity to explain to their colleagues, with this they were able to better fix the content.

**Keywords:** Electrochemistry. Oxidation reduction. Stacks.

### INTRODUÇÃO

A associação de estratégias metodológicas tradicionais e a complexidade conceitual de alguns conteúdos de química tem sido os dois principais obstáculos da

aprendizagem. Os alunos podem apresentar dificuldades de associarem o conteúdo formal com as experiências de sua própria vida, isso ocorre por que geralmente o ensino é apresentado de forma abstrata e desconectado da sua realidade.

No entanto, para o aprendizado significativo, é importante que o aluno passe pelos três níveis de conhecimento, sendo eles: o macroscópico, o microscópico e o simbólico, permitindo assim que ele observe o fenômeno, e o compreenda de tal forma que seja capaz de representá-lo por meio de linguagens simbólicas (MORTIMER et al., 2000). Em geral os alunos apresentam menor dificuldade para representações macroscópicas, mas quando vão passar para os níveis microscópico e simbólico enfrentam sérios problemas (LOPES, 1992).

E vale ressaltar que há conteúdos de química que os alunos possuem maior dificuldade, principalmente aqueles que envolvem conceitos abstratos e complexos, como no caso dos modelos atômicos. E também apresentam resistências em conteúdos que envolvem simbologias e outras áreas de conhecimento, a matemática e a física, como no caso do ensino de reações químicas, estequiometria, termoquímica e eletroquímica.

Na química, o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Reações Químicas, em especial as reações de oxirredução são bastante complexas, a maioria dos professores encontram dificuldades, para o aluno compreender fenômenos dessa natureza é necessário que ele entenda uma série de outros conceitos, como átomos, elétrons, íons, cátions, ânions, dentre outros. E todos esses conceitos exigem a construção de modelos mentais (WHARTA; REZENDE, 2011).

Também há na literatura diversos estudos que apontam as dificuldades no processo de ensino, correlacionados ao uso de vocabulário inadequado do professor e que não favorece a aprendizagem; pela presença de erros conceituais durante a explicação; pela ênfase na explicação quantitativa; e até mesmo pela adoção de linguagem inexpressiva em livros didáticos (BARKE et al., 2009; SANGER; GREENBOWE, 1999; SILVERSTEIN, 2011).

No ensino de eletroquímica, Garnett e Treagust (1992a, 1992b), e Sanger e Greenbowe (1999), fizeram um amplo estudo e apontaram algumas das principais concepções que surgem tanto das falas de estudantes, professores e nos livros didáticos, entre elas, **Oxidação/redução** – Os processos de oxidação e redução ocorrem de formas independentes; Na representação das equações, a adição ou a remoção de oxigênio pode

identificar se a reação é de oxidação ou redução; alterações nas cargas de espécies poliatômicas podem ser usadas para determinar o número de elétrons removidos ou ganhos pelas espécies reativas; O estado de oxidação de um elemento é o mesmo que a carga de íon monoatômico desse elemento; **Corrente elétrica** – Elétrons podem fluir através de soluções de eletrólitos e da ponte salina; Movimento de cátion não constitui corrente elétrica; A corrente convencional é o fluxo de cargas positivas (geralmente prótons); Prótons fluem nos condutores metálicos; **Ânodo/Cátodo** – A identificação do ânodo e do cátodo depende da localização física (se está à direita ou esquerda) da meia célula; O ânodo é carregado negativamente e por isso atrai cátions, o cátodo é carregado positivamente e por isso atrai ânions.

Reforçando esses dados, Niaz e Chacón (2003), mostraram outras dificuldades mais específicas, tais como a identificação de onde ocorre a reação na célula eletroquímica; como se dá o processo de fluxo dos elétrons, a condução no eletrólito, a neutralidade elétrica; como é a terminologia e os aspectos relativos aos componentes do processo, tais como ponte salina, cátodo e ânodo. Além disso, os estudantes têm, ainda, dificuldades para relacionar a deposição e o desgaste do metal com os elétrons recebidos e perdidos no processo, conseqüentemente, assumem a ideia de cargas opostas para determinar o eletrodo positivo e o negativo, ânodo e cátodo nas células galvânicas e eletrolíticas e etc.

Em parte, a dificuldade de compreensão, se dá pela falta de estratégias didáticas diversificadas, como também pela falta de materiais que associem teoria-fenômeno sem banalizar os conceitos químicos. A utilização de alguns recursos como, atividades experimentais, modelagem, jogos, vídeos educativos, paradidáticos e textos de divulgação científica associados às aulas, podem auxiliar nesse processo, porém é necessário que essas estratégias sejam planejadas e repensadas de tal modo que permita ao estudante aprender o conhecimento de forma integrada, interdisciplinar e contextualizada (MOREIRA; CANDAU, 2008).

Compreende-se que os docentes, tanto de graduação quanto de ensino médio, tenham o compromisso de proporcionar uma experiência de aprendizagem correlata aos conceitos cientificamente aceitos, sem abrir mão de uma linguagem acessível ao seu público.

Diante dessa problemática apontada anteriormente e ao acompanhar os alunos do 2º Ano do ensino médio em uma escola pública, a bolsista do PIBID e a professora

supervisora teve como objetivo verificar o aprendizado do conteúdo de eletroquímica, através de jogos e experimentos.

## **METODOLOGIA**

Essa pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre de 2019, na escola Centro de Ensino Período Integral (CEPI) - Polivalente Dr. Sebastião Gonçalves de Almeida na cidade de Uruaçu-GO com alunos do 2º ano do Ensino Médio, promovido pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

Trata-se de uma abordagem qualitativa, a partir da análise de um trabalho desenvolvido em formato de minicurso, que ocorreu dentro da disciplina de prática de laboratório, que acontecia paralela às aulas teóricas de química, no qual foi dividido em três (03) momentos, sendo eles: i) diagnóstico; ii) experimentação; iii) avaliação da aprendizagem. Cada um dos momentos foi realizado três vezes, com as três turmas de 2º ano da instituição, e cada etapa com duração de aproximadamente 2 horas.

No diagnóstico, foi apresentado aos alunos o projeto, e em seguida aplicado um questionário, com intuito de constatar o que eles compreenderam durante as aulas teóricas sobre o tema de eletroquímica, e quais eram os pontos de fragilidade para que pudessemos direcionar as demais atividades, o mesmo foi respondido de forma anônima e sem consulta ao material. Em seguida, fez-se uma revisão geral sobre eletroquímica e aplicou-se o jogo “tabuleiro redox” elaborado por Meyer, Gonçalves e Hussein (2016), utilizando a perspectiva lúdica para avaliarmos o aprendizado que eles possuíam sobre o conteúdo.

O jogo “tabuleiro redox” é um jogo didático de tabuleiro com perguntas e respostas sobre eletroquímica, envolvendo conhecimentos sobre pilhas e fenômenos de óxido-redução. As cartas perguntas são “redox” (perguntas mais simples e objetivas), “desafio” (questões contextualizadas e situações-problemas), “elétrodo” (representa os metais prata, ferro, ouro, magnésio) e “objetivo” (indicam qual a pilha que deve ser formada), esta última determina um dos objetivos a serem atingidos para vencer o jogo (MEYER et al., 2016).

Após aplicação do questionário e do jogo, identificamos algumas fragilidades e propusemos um experimento, onde os alunos, em grupos aprenderam montar a pilha de Daniell. Durante a montagem da pilha os alunos foram orientados pela professora supervisora e pela bolsista, ao final quando todos os grupos tinham montado suas pilhas,

com o auxílio do multímetro, foi realizada a medida da voltagem, e em seguida todas as pilhas foram montadas em série e novamente medida a voltagem, e por fim foi testado o funcionamento em uma calculadora comum. Durante a montagem da pilha, a professora realizou questionamentos como: quem era o cátodo, o ânodo, qual metal sofre redução e qual sofre oxidação, o sentido do fluxo da corrente elétrica, a função da ponte salina etc., para os grupos com intuito de constatar se eles sabiam fazer essa identificação na prática.

Para a avaliação da aprendizagem, foi proposto aos grupos que eles promovessem a apresentação de experimentos aos colegas, os experimentos selecionados foram: a pilha de Alessandro Volta; eletrólise da água; pilha de latinha de alumínio; galvanização e bateria de forminha de gelo. Esses experimentos foram sorteados para cada grupo que na data marcada deveriam ensinar como fazer e explicar o que estava acontecendo no seu experimento para os colegas. Os alunos tiveram o prazo de quinze dias para se organizarem. Os materiais necessários para cada experimento foram fornecidos pela professora e os roteiros dos experimentos foram elaborados pelos grupos com orientação da bolsista.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados que serão apresentados foram obtidos através da aplicação do questionário diagnóstico, da análise do diário de campo da bolsista e da professora sobre suas percepções durante a aplicação do jogo “Tabuleiro redox” e da apresentação dos alunos.

### ***Análise diagnóstica***

Na primeira etapa de aplicação deste trabalho, fez-se uma avaliação do conhecimento prévio dos alunos em relação a eletroquímica. Essa avaliação foi realizada através de um questionário diagnóstico e da aplicação do jogo “Tabuleiro redox” (MEYER et al., 2016).

Ao todo foram respondidos cinquenta (50) questionários, cada um era composto por cinco (05) questões, duas (02) delas eram discursivas, duas (02) eram objetiva e discursiva simultaneamente, e uma (01) era somente objetiva. A seguir são apresentadas as análises das respostas dos alunos do questionário diagnóstico, os alunos serão nomeados de A1, A2...An.

Quando questionados se eles já tinham estudado reações de oxirredução, em torno de 85% disseram que já estudaram e os outros 15% optaram por não responder. Na questão seguinte foi solicitado o que acontece numa reação de oxirredução, a metade dos alunos não respondeu esta questão. As demais respostas estão organizadas em alguns padrões como podem ser observados no quadro 1.

**Quadro 1** – Respostas sobre reações de oxirredução.

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Quantidade de respostas</b>	<b>Exemplos de respostas</b>
Reação de oxirredução	Reação simultânea	6	“são reações em que a oxidação e a redução ocorrem simultaneamente”. – A7
	Transferência/perda e ganho de elétrons	9	“processo simultâneo de ganha ou perda de elétrons”. – A8 “em uma reação óxido-redução os dois metais ou substâncias reagem entre si de modo que ganham e perdem elétrons, a oxidação é a perda e a redução é a ganha de elétrons”. – A9
	Produção de energia	3	“óxido-redução é transformação de energia química em energia elétrica ou vice versa. Com isso fala que é a troca de elétrons, que ocorre devido a oxidação e redução”. – A6

De acordo com o quadro 2, pode-se observar que entre os alunos que responderam, a maioria correlacionara a simultaneidade e a transferência de elétrons. No entanto, não é correto definir reações de oxirredução como sendo a reação que produz corrente, pois nem toda a reação de oxirredução produz corrente elétrica. Para que isso aconteça é necessário que haja eletrodos e que as reações se deem na interface, como ocorrem em células galvânicas e em células eletrolíticas.

Quando questionados sobre o significado do termo “ferrugem”, quase todos afirmaram que conheciam o termo, e apontaram algumas definições, as mais recorrentes estão apresentadas no quadro 2.

**Quadro 2** – Respostas sobre “ferrugem”

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Quantidade de respostas</b>	<b>Exemplos de respostas</b>
Definição de ferrugem	Corrosão com a presença de oxigênio	22	“é o desgaste do ferro ao ser exposto ao gás oxigênio”. – A2 “é quando o ferro entra em contato com o oxigênio e forma a ferrugem alaranjada”. – A7
	Umidade/chuva	10	“este seria o desgaste do metal, comumente devido a umidade no ar ou a água”. – A3 “ferrugem ocorre por oxidação da chuva e os raios de sol”. – A5

	Tempo (material velho)	2	“é uma reação que acontece quando um ferro estar muito velho”. – A4 “é o que ocorre com o ferro de acordo com o tempo, é tipo o desgaste do material”. – A6
--	------------------------	---	--

O intuito dessa questão era verificar a relação do conhecimento em nível teórico com o fenômeno, podemos observar que a maioria correlacionou o fenômeno a presença do oxigênio ou com as intempéries do clima como chuva, umidade e sol. De uma forma geral, fizeram uma boa correlação do processo de oxirredução, que ocorrem em materiais metálicos, indicando que a exemplificação de situações cotidianas pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem, como ilustrado nos trabalhos de Santos e Mortimer (1999).

No quadro 3, é apresentado as respostas da questão referente ao conceito de agente redutor e agente oxidante que são termos específicos das reações de oxirredução.

A maioria dos alunos realizaram a definição dos termos correlacionando as espécies que oxidam ou reduz, assim como o ganho ou perda de elétrons, um grupo menor relacionou com a variação do número de oxidação (NOX), como pode ser observado no quadro 3. No entanto, podemos perceber nesta questão, que muitos alunos ainda se confundem em relação a perda/ganho de elétrons, quem sofre oxidação e redução na reação.

**Quadro 3** – Respostas sobre agente redutor e oxidante

Categoria	Indicadores	Quantidade de respostas	Exemplos de respostas
Definição de agente redutor e agente oxidante	Quem sofre/provoca a oxidação/redução	13	“redutor - sofre oxidação, provoca redução, perde elétrons, seu NOX aumenta/ oxidante - sofre redução, provoca oxidação e ganha elétrons”. – A11 “redutor: provoca a redução do agente oxidante, no caso redutor perde elétrons. Oxidante: provoca a oxidação do agente redutor, recebe elétrons”. -A10
	Aumento e diminuição de NOX	04	“agente redutor = causa a diminuição do nox, aumenta de elétrons e é responsável pelo revestimento do material – Agente oxidante = causa a diminuição do NOX, diminuição de elétrons, responsável pelo desgaste do material”. – A6 “é o processo que sofre a oxidação e tem a redução, à perca de elétrons e o NOX aumenta, já no oxidante sofre redução provoca oxidação, ganha elétrons e o NOX diminui”. – A1
	Respostas equivocadas	11	“agente redutor: sofre redução, ganha elétrons; agente oxidante: sofre redução, perde elétrons”. – A19 “agente redutor: que suga os elétrons do outro elemento para se manter; agente oxidante: o que se degasta por transmitir seus elétrons para o outro elemento”. – A8

Por último, foi apresentada a imagem de uma pilha eletroquímica em que teriam que responder qual dos metais estava sofrendo oxidação e redução, quem era o cátodo, o ânodo, e que escrevessem as equações de semirreação e a equação global da pilha apresentada. Nesta questão uma boa parte dos alunos não responderam nada, e dos que responderam, poucos apresentaram as equações.

Os resultados aqui apresentados no quadro 4, nos demonstra que boa parte dos alunos possuem dificuldades em identificar as espécies químicas que sofrem oxidação e redução, e principalmente de representar os fenômenos por meio de equações químicas. Com isso, os professores de Química devem ter cuidado com a apresentação desse conteúdo que é subsidiado de conceitos microscópicos e de simbologia, pois o estudo da eletroquímica é essencial para a compreensão de inúmeros fenômenos do cotidiano dos estudantes.

**Quadro 4** – Respostas sobre a pilha eletroquímica

<b>Categoria</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Quantidade de respostas</b>	<b>Exemplos de respostas</b>
Identificação na pilha de quem era o cátodo e o ânodo	Ânodo é o zinco e o cátodo é o níquel.	20	“ânodo = Z / cátodo = N”. – A10 “ânodo – positivo $Zn^{2+}$ / cátodo – negativo $Ni^0$ ”. – A11 “o zinco é o ânodo e o níquel é o cátodo”. – A9
		04 (respostas equivocadas)	“ânodo – $Ni^0$ cátodo – $Zn^{2+}$ ” – A23; “ânodo - positivo, cátodo – negativo”. – A25; “ânodo $Zn^0$ cátodo $Zn^{2+}$ ” – A19
Espécie química que sofre oxidação e redução	A espécie que oxida é o zinco e a que reduz é o cátion	26	“ox = Z re = N”. – A8 “Zn = oxidação Ni = redução”. – A1 “ $Zn^0$ sofre oxidação e $Ni^0$ sofre redução”. – A14 “zinco níquel”. – A 20 “ $Zn^{2+}$ e $Ni^{2+}$ ”. – A 12
		14 (respostas equivocadas)	“oxidação – $Ni^{2+}$ redução – $Zn^{2+}$ ” – A3; “oxidação = níquel redução = zinco” – A6. “ferro e zinco”. – A7 “agente oxidante/redutor”. – A19

Diante do apresentado acima, optamos por utilizar uma segunda ferramenta de verificação, pois segundo Meyer, Gonçalves e Hussein (2016), a eletroquímica é apontada pelos estudantes como um conteúdo de difícil entendimento, que exige do professor diferentes metodologias para auxiliar na eficiência do processo de ensino-aprendizagem. O uso do jogo didático possibilita a revisão e a fixação dos conteúdos, de

uma maneira mais atrativa e interessante para os alunos, ao contrário de uma prova tradicional.

Diante disso, aplicamos o jogo “Tabuleiro REDOX”, na figura 1 estão apresentadas as imagens da aplicação do jogo em sala de aula.

Para o jogo, os alunos foram divididos em grupos e cada grupo possuía um representante para fazer as jogadas do dado, no tabuleiro eram representados por pinos de cores diferentes. Antes de iniciar as jogadas todos os grupos recebiam uma carta “objetivo” no qual continha a pilha que eles deviam montar no decorrer do jogo, o grupo vencedor seria o que conseguisse as cartas que montassem a sua pilha e percorresse todo o tabuleiro, para isso os alunos jogavam o dado e conforme o número sorteado eles andavam no tabuleiro que continham casas denominadas “redox”, “desafio”, “choque” e “corrosão”, quando se parava em uma casa “redox” ou “desafio” o grupo da vez tinha que pegar uma carta correspondente, essa por sua vez continha perguntas sobre o assunto que os alunos tinham que responder, o tempo determinado para a resposta ser dada era de 30 segundos, se o grupo respondesse corretamente avançava duas casas no caso de cartas “redox”, e se fosse “desafio” e respondesse corretamente andava a quantidade de vezes sorteada pelo dado, se em ambas fosse dada a resposta errada não avançava no tabuleiro, permaneciam na mesma casa, já se parasse nas casas “choque” ou “corrosão”, na primeira se voltava uma casa e não respondia nada e na segunda se perdia a vez, ou seja, passava uma rodada sem jogar. A partir da segunda rodada, os grupos tinham a opção de escolher entre jogar o dado ou pegar uma carta “elétrodo”, carta essa que fornecia os elétrodos de montar a pilha que é dada como objetivo a cada grupo.

**Figura 1** – Imagens da aplicação do jogo “Tabuleiro REDOX”.



Fonte: (Próprio autor)

A partir do jogo, foi possível observar que os alunos não demonstraram tanta dificuldade e estavam mais confiantes para responder as questões, e conforme avançavam ficavam bastante motivados em participar. Observamos que as dificuldades encontradas para responder questões específicas como equacionar as reações químicas por exemplo, durante a participação no jogo não pareceu ser algo tão difícil quanto pareceu quando foi pedido no questionário, embora alguns ainda apresentassem dificuldades em distinguir agente oxidante e redutor, fluxo de elétrons, e etc. A utilização de jogos vem sendo apontado nos parâmetros curriculares e nas orientações, uma vez que esse tipo de atividade pode promover competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais e do trabalho em equipe (BRASIL, 2006).

Mesmo com um melhor desempenho e um maior entusiasmo na participação do jogo, foi possível ver que os alunos ainda apresentavam dificuldades em compreender e distinguir os termos característicos da eletroquímica, principalmente quando em uma das questões das cartas do jogo, por exemplo, se era pedido para fazer a identificação do agente redutor e do agente oxidante, que espécie estava oxidando e qual estava reduzindo. A partir do momento em que eles conseguiam fazer a identificação de pelo menos um desses termos, eles conseguiam identificar quem era o ânodo, cátodo, o lado positivo, negativo etc. Levando em consideração que esses termos são de certa forma muito parecidos, e que são passíveis de confusão até mesmo para os docentes, é compreensível, mas é importante que os alunos sejam capazes de fazer essas distinções e caracterizações sozinhos.

### ***Experimentação***

Na segunda etapa do trabalho, os alunos aprenderam montar a pilha de Daniell de cobre e zinco, a inserção da experimentação se deu porque durante o diagnóstico observamos que vários alunos ainda apresentavam dificuldade em compreender a função de cada agente na reação. Essas dificuldades nos mostravam, que alguns conceitos vistos na aula teórica ainda não tinham sido compreendidos e precisavam ser revisados. Para sanar as dúvidas dos alunos e revisar alguns conceitos, no decorrer da montagem da pilha foram feitas algumas perguntas aos grupos como: Qual eletrodo é o cátodo e qual é o ânodo? Qual metal é o agente redutor e qual é o agente oxidante? Qual

é o sentido do fluxo da corrente elétrica? Com o passar do tempo, o que acontece com o cobre e com o zinco? Qual a função da ponte salina?

Com essas perguntas percebemos que a dificuldade que persistia em todos os grupos, era identificar o agente oxidante e o agente redutor, e a partir do momento que eles os identificavam, conseguiam dizer o sentido do fluxo de elétrons, compreender que a ponte salina é a responsável por fazer com que esse fluxo exista, quem era cátodo e ânodo e o que acontecia com cada metal. No final do experimento os grupos mediram a voltagem da pilha com um multímetro e constataram que as pilhas montadas tinham aproximadamente de 1,0V a 1,5V.

Esse experimento nos possibilitou abordar os conceitos químicos estabelecendo inter-relações entre teoria e prática, sendo mais perceptível nos discentes, o interesse pelo assunto e a sua compreensão de forma global.

### ***Avaliação da aprendizagem***

Para a avaliação da aprendizagem, foi proposto aos grupos que eles promovessem a apresentação de experimentos aos colegas, os experimentos apresentados foram: a pilha de Alessandro Volta; eletrolise da água; bateria de latinha de alumínio; galvanização e bateria de forminha de gelo. A figura 2 apresenta algumas imagens da apresentação dos experimentos.

**Figura 2**– Apresentação dos experimentos



Fonte: (Próprio autor)

Nessa etapa, a de apresentação, os grupos ensinaram os colegas como montar o experimento e explicava os fenômenos envolvidos. Como forma de avaliação das apresentações, a professora e a bolsista observavam a forma de explicação dos alunos em relação ao seu experimento. Elas deixaram os grupos fazerem suas explicações só intervindo caso houvesse algum equívoco na fala, e ao final se houvesse necessidade de

complementar alguma informação elas complementavam. No quadro 5, são apresentadas algumas das falas utilizadas para a explicação dos experimentos.

**Quadro 5** – Apresentação dos experimentos

<b>Experimento</b>	<b>Explicação</b>
<b>Pilha de Alessandro Volta</b>	“a pilha de Alessandro Volta foi a primeira pilha ser criada, em que ela é justamente uma pilha, pilha significa um apilha de várias coisas, um amontoado para que possa haver uma certa quantidade de cargas. Porém a pilha de Alessandro Volta apresenta pouca carga e durabilidade, mesmo com tantos materiais utilizados ela gera pouca carga, diferente da de Daniell que é reduzida e acaba gerando mais carga”. – Grupo 1
<b>Galvanização</b>	“a galvanização nada mais é que um processo que consiste em revestir um metal em outro, esse processo é bastante comum no mundo e é para preservar a cor do metal, serve para proteger o metal contra o excesso de umidade, o metal vai atingir vai atingir temperatura maiores sem se deformar, ele também ajuda engrandecer o metal”. – Grupo 2
<b>Eletrolise da água</b>	“a eletrolise ela é um tipo de reação que reverte a energia elétrica em energia química, para o nosso experimento nós fizemos uma solução aquosa de água e sal, em que são colocados dois elétrodos e quando eles são colocados na água com sal é formado instantaneamente gás hidrogênio”. – Grupo 4
<b>Bateria de forminha de gelo</b>	“a bateria de forminha de gelo irá funcionar da seguinte forma, primeiramente ela transforma energia química em energia elétrica, e ela vai funcionar da seguinte forma, esses fios aqui eles irão transportar a energia por todo o local então em qualquer lugar que a gente colocar aqui a gente vai conseguir ver elétrons, os pregos eles vão ser oxidado e perder os seus elétrons e eles vão fluir pelo fio de cobre com ajuda da ponte salina, fazendo isso toda essa base ela vira uma bateriazinha, então em qualquer lugar que você conectar você vai conseguir sugar os elétrons e os elétrons formando uma corrente e assim ocasionando em energia”. – Grupo 3

A maioria dos alunos apresentaram os conceitos utilizando linguagem coloquial, no entanto abordaram os termos químicos específicos. Foi possível observar a partir das apresentações que os alunos pesquisaram e estudaram o trabalho proposto. Outro aspecto interessante que observamos é que eles conseguiram demonstrar durante a apresentação, as espécies que sofriam oxidação e redução, o cátodo e ânodo, fluxo de elétrons etc., que durante a avaliação diagnóstico eles haviam apresentado dificuldades.

## **CONCLUSÃO**

As atividades experimentais, jogos e apresentações desenvolvidos nesse trabalho, mostraram-se eficientes para o ensino e aprendizagem de eletroquímica, uma vez que ao final das atividades a maioria dos alunos participantes não demonstrou ter dificuldades em identificar espécies oxidantes e redutoras, fluxo de elétrons etc., apontadas no início da mesma.

Considerando também que foi um trabalho prazeroso tanto para os alunos que aprenderam e reforçaram a teoria com o jogo “tabuleiro redox” e a prática com os experimentos propostos, quanto para a professora e a bolsista que viram o entusiasmo dos alunos com a realização das atividades. Vale destacar também, que os alunos obtiveram notas melhores na avaliação realizada pelo professor da disciplina de química, segundo o professor, a maioria saiu muito bem em relação a atividade feita anteriormente do conteúdo. Desta forma a utilização do jogo e dos experimentos puderam contribuir para a aprendizagem significativa dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- BARKE, H. D., HAZARI, A., YITBAREK, S. **Misconceptions in Chemistry**. Berlim: Springer, 2009.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 29 de mar. 2020.
- GARNETT, P. J., TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n. 2, p. 121-42, 1992a.
- GARNETT, P. J., TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n. 10, p. 1079-99, 1992b.
- LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química, obstáculos animistas e realistas. **Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.
- MEYER, A. L., GONÇALVES, F. R., HUSSEIN, S. Jogo tabuleiro redox: um recurso pedagógico educacional para aprender eletroquímica investigando suas concepções alternativas. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, 2016, Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (**Cadernos PDE**). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_pdp\\_qui\\_utfpr\\_adailzelenitameyer.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_qui_utfpr_adailzelenitameyer.pdf). Acesso em: 29 set. 2020.
- MOREIRA, A. F., CANDAU, V. M. **Multiculturalismo: diferenças culturais e práticas pedagógicas**, 2. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2008.
- MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- NIJAZ, M., CHACÓN, E. A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Students' Understanding of Electrochemistry. **Journal of Science Education and Technology**, v. 12, n. 2, 2003.
- SANGER, M. J. & GREENBOWE, T. J. An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. **Journal Chemical Education**, v.76, n. 6, p. 853-860, 1999.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22., 1999, Poços de Caldas. **Livro de Resumos**, Poços de Calda: SBQ, volume 3, ED – 070, 1999.

SILVERSTEIN, T.P. Oxidation and reduction: too many definitions? **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 3, p. 279-281, 2011.

WARTHA, E. J; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 275-290, 2011.