



UMA PROPOSTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA ELETROQUÍMICA BASEADA EM ENSINO HÍBRIDO

Dayse Pereira Barbosa Souza ¹
Gisele Cantalice Salomão da Silva ²

INTRODUÇÃO

Em nossos tempos são muitos os equipamentos que contribuem com facilidades para a realização de tarefas antes muito trabalhosas. Desta forma, os consumidores e usuários de eletroeletrônicos procuram, cada vez mais, por equipamentos mais eficientes, capazes de realizar múltiplas tarefas e com um ciclo de vida³ que interfira o mínimo possível no meio ambiente. Isto desperta o interesse pelo desenvolvimento de fontes geradoras de energia que os alimente, como pilhas e baterias, melhor alinhadas aos modos de produção e destinação preocupados com a preservação do meio ambiente e do planeta.

Compreender, mesmo que de forma simplificada, como esses dispositivos funcionam e são constituídos, permite que os consumidores conscientes possam fazer escolhas que considerem não somente a potência desses dispositivos, mas também seus impactos negativos no meio ambiente quanto o seu descarte e destino final inadequados que podem contribuir com a contaminação de solos e lençóis freáticos. A introdução de metais pesados, presentes na composição das pilhas e das baterias, no meio aquático provoca prejuízos ambientais graves devido a sua propriedade de bioacumulação através da cadeia alimentar e aos seus efeitos tóxicos aos organismos vivos (AFONSO *et al*, 2003).

É a partir da discussão com os estudantes sobre a produção, funcionamento e descarte de produtos, baseados em conceitos científicos, que estes se tornam conscientes sobre as consequências de suas escolhas quanto as suas responsabilidades social e ambiental envolvidas nesse processo. Ou seja, a aproximação de temas do cotidiano, como a escolha de pilhas e baterias, podem conduzir o estudante ao aprendizado científico, neste caso da eletroquímica, para o exercício da cidadania e do

¹ Pós-Graduando do Curso de Pós Graduação em Educação, UNESA - RJ e Escola Sesc de Ensino Médio dpbsouza@gmail.com;

² Escola Sesc de Ensino Médio - RJ, coautor1@email.com;

³ Ciclo de vida de produtos: etapas da fabricação de produtos inclusive da extração de insumos, até o fim de sua vida útil até a destinação final (logística reversa).



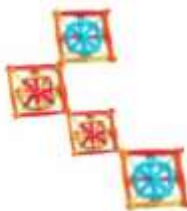
desenvolvimento de habilidades cognitivas capazes de atender às novas demandas da vida contemporânea (SANTOS, 2017; SILVA & SCHIRLO, 2014).

Como referencial legal para este trabalho, tomou-se a resolução CONAMA nº 401 publicada em 2008, que considera, principalmente, a necessidade de minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias; a necessidade de reduzir a geração desses resíduos, e a necessidade de conscientizar os consumidores desses produtos quanto aos riscos à saúde e ao meio ambiente (BRASIL, 2008).

Segundo Bocchi *et al* (2000) o termo pilha refere-se a um dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjados de maneira a converter a energia química em energia elétrica. Já as baterias referem-se a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente. A abordagem descrita neste trabalho apresenta as pilhas (e baterias) como exemplo de aplicação mais comum da eletroquímica na vida diária contemporânea (AFONSO *et al* 2003).

A Eletroquímica desperta sempre grande curiosidade nos estudantes de ensino médio por tratar de fenômenos que envolvem uma forma de entregar trabalho útil elétrico a partir de reações de oxirredução (células galvânicas) ou de sistemas os quais receberam trabalho útil elétrico (eletrólise) (TICIANELI, 2005). De acordo com Barreto *et al* (2017), o conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige conexões entre conhecimentos prévios (por exemplo, de uma reação de oxidação e redução), o que dificulta em alguns momentos, e o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Assim, as atividades diversificadas, teóricas e experimentais, podem auxiliar na construção de conhecimentos significativos para a compreensão desses fenômenos já que ganham um valor para os estudantes a partir das perspectivas social, econômica e ambiental (LOPES, 2014).

As aulas ditas tradicionais, em um formato no qual o professor é o único que transmite seus conhecimentos para os alunos em uma sala de aula organizada em fileiras e silenciosa não é a única forma de aprendizagem. As metodologias ativas, no entanto, propõem novas possibilidades para o processo de aprendizagem. Este modelo híbrido prevê uma ação complementar entre a sala de aula tradicional e a virtual, permitindo o uso de diferentes tecnologias digitais, interação do indivíduo com o grupo, intensificando



a troca de experiências e promovendo a aprendizagem colaborativa entre os participantes. Quando os estudantes participam ativamente de seu processo de aprendizagem, tornam-se conscientes de seu processo educacional e o conhecimento adquire um significado mais concreto para o aprimoramento de competências e habilidades. Do ponto de vista docente, esta escolha por metodologias ativas estimulam a reflexão e a investigação das suas próprias práticas que inspiram a elaboração de ações pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento da aprendizagem (FREIESLENBEN *et al* 2017; BACICH *et al* 2015).

Entre as propostas de ensino híbrido está o de laboratório rotacional onde os estudantes são organizados em grupos de trabalho, em que cada um realiza uma tarefa, em sua maioria práticas experimentais, de acordo com os objetivos da aula planejada. A variedade de recursos utilizados, como vídeos, textos, trabalho individual ou colaborativo favorecem a personalização do ensino. As atividades planejadas para esta metodologia são independentes, não sequenciais, mas são complementares. Em intervalos determinados de tempo, os grupos de trabalho trocam de atividades, e esse revezamento continua até todos terem passado por todas as atividades. Dessa forma, ao final da aula, todos os estudantes têm a mesma oportunidade de acesso aos conteúdos por diferentes formas de aprendizagem, por uma ordem de apresentação própria de cada grupo, valorizando tanto os momentos de trabalho colaborativo quanto individual (BACICH *et al*, 2015).

Para tanto, com este artigo objetivamos relatar a experiência do uso da metodologia de laboratório rotacional para apresentar o conteúdo de eletroquímica para estudantes do 3º ano do ensino médio.

METODOLOGIA

O assunto de Eletroquímica foi apresentado no último trimestre do 3º ano do ensino médio, em turmas compostas por de até 15 estudantes. De forma concomitante, na disciplina de Física, os estudantes tiveram acesso ao conteúdo de Eletricidade. A possibilidade desta interface contribuiu para a curiosidade dos estudantes sobre o assunto a ser discutido nas aulas de Química.

O conteúdo de Eletroquímica foi estudado em três etapas. A primeira usou aulas em vídeo para revisão e apresentação de conteúdos introdutórios à Eletroquímica: identificação de reações de oxirredução e identificação de agentes oxidante e redutor



(conteúdos abordados durante o 2º ano do ensino médio); balanceamento de reações de oxirredução (conteúdo novo). Seguido de avaliações para checagem imediata de compreensão sobre os conteúdos apresentados. Na segunda etapa utiliza-se o laboratório rotacional na apresentação do conteúdo Eletroquímica especificamente. A sistematização do conteúdo a partir das observações registradas pelos estudantes foi realizada na terceira etapa. Neste trabalho discute-se com mais detalhes a utilização da metodologia de laboratório rotacional para o ensino da Eletroquímica.

Iniciou-se a apresentação do conteúdo de eletroquímica com a diagnose dos conhecimentos prévios composta de duas questões aos estudantes baseadas em um livro texto de Química (Reis, 2011):

- 1) *Porque os elétrons migram de um metal para outro?*
- 2) *Como descobrir ou comprovar que os elétrons estão se deslocando?*

Essas questões foram apresentadas novamente após a sistematização dos conteúdos em sala de aula. As respostas obtidas antes e depois da apresentação do conteúdo, foram tabeladas e comparadas segundo uma análise de conteúdo qualitativa indutiva por investigação de temas (BARDIN, 2011) com o objetivo verificar se há mudanças na percepção dos fenômenos que envolvidos na eletroquímica.

A atividade de laboratório rotacional foi realizada durante três aulas de 45 minutos de duração cada uma, com os estudantes divididos em trios. Foram propostas 6 estações de trabalho, cuja ordem de realização das tarefas foi determinada por cada grupo de trabalho (Esquema 1). A escolha das atividades de cada estação de trabalho foi baseada na possibilidade de revisão de assuntos apresentados no 1º ano (Condutividade) e 2º ano (Fila de Reatividade) para servirem de arcabouços cognitivos para os novos conhecimentos apresentados durante a aula (Funcionamento de pilhas, eletrólise e corrosão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da realização da metodologia de laboratório rotacional, foram propostas duas questões aos estudantes para uma diagnose sobre os conhecimentos prévios acerca da eletricidade, já que esse assunto estava sendo discutido de forma concomitante em aulas de Física. Após a apresentação do conteúdo, aplicou-se uma nova diagnose para



identificar as possíveis mudanças que ocorreram na compreensão dos conceitos envolvidos em Eletroquímica.



Esquema 1. Organização das estações de trabalho utilizadas na rotação laboratorial.

Foram analisadas as respostas construídas por 73 estudantes, segundo a identificação (codificação) de palavras ou expressões representantes da linguagem Física e/ou Química. Mesmo que a resposta não esteja correta, é importante identificar os elementos usados como argumentos neste construto. Em uma mesma resposta podem ser identificadas mais de uma palavra ou expressão, por isso essas foram contabilizadas de acordo com a sua frequência nas respostas. Foram consideradas ainda as respostas do tipo “não sei” para antes da vivência experimental. As modificações nos padrões dessas respostas após a atividade contribuem para identificação de elementos que demonstrem o nível de compreensão do assunto pelos estudantes.

A primeira questão tem uma abordagem teórica cujo objetivo era perceber se os estudantes conseguem, a sua maneira, relacionar os conceitos sobre eletricidade a partir do ponto de vista da Química e da Física. Como resposta “padrão” para a questão,



imputou-se aquela proposta por Reis (2011, p. 372), “os elétrons migram de um metal para outro devido à diferença de potencial de redução ou de oxidação dos metais. Este fenômeno pode estar associado a eletronegatividade dos metais”.

Tabela 1. Análise das respostas para as questões propostas antes e depois da vivência da experimentação.

Pergunta	Códigos/ agrupamentos	Frequência nas respostas <u>antes</u> do experimento	Frequência nas respostas <u>depois</u> do experimento
1 “Porque os elétrons migram de um metal para outro?”	ddp*	10 respostas	13 respostas
	Potencial elétrico, diferença de potencial	14 respostas	6 respostas
	Diferença de carga, diferença elétrica, equilíbrio de cargas	14 respostas	6 respostas
	Eletronegatividade, atração por elétrons	17 respostas	5 respostas
	Oxidação/redução	6 respostas	15 respostas
2 “Como descobrir ou comprovar que os elétrons estão se deslocando?”	Construção de um circuito; lâmpada; condutividade	7 respostas	9 respostas
	Medir ddp com aparelhos	18 respostas	21 respostas
	Choques ou raios	11 respostas	3 respostas
	Número de oxidação	10 respostas	12 respostas

*ddp = diferença de potencial.

Apesar dos estudantes aqui acompanhados já conhecerem os conceitos de condutividade em soluções eletrolíticas (conteúdo trabalho no 1º ano do ensino médio) e reatividade de metais (conteúdo trabalho no 2º ano do ensino médio) esses conteúdos não foram usados pelos estudantes como argumentos teóricos que expliquem a movimentação dos elétrons de um metal para outro, antes da experimentação proposta.

Na maioria das respostas, a linguagem Física está presente, como é possível observar na Tabela 1. A expressão “ddp” (Diferença de Potencial) foi citada antes e depois dos experimentos. Após a vivência experimental, o uso dessa expressão apareceu



com uma frequência um pouco maior de respostas. Antes da experimentação em Eletroquímica os estudantes fazem referência a um potencial, que pode se referir ao potencial elétrico, de abordagem Física. Esse potencial está relacionado à capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho, ou seja, atrair ou repelir outras cargas elétricas (REIS, 2011). Após os experimentos este termo foi usado com uma frequência menor de respostas.

No entanto, o termo condutividade foi citado com frequência antes da experimentação, aparece em 16 respostas. Mas, após o experimento este termo não foi citado. Não foi possível, a partir das respostas analisadas, explicar o abandono do uso dessa palavra.

A referência sobre os potenciais de redução ou oxidação aparece somente após a experimentação em 11 respostas. E logo, essas expressões são utilizadas para justificar a migração de elétrons de um metal para outro. A identificação dos fenômenos de oxidação e redução, envolvidos no reconhecimento das reações de oxirredução, se intensificam como argumentos químicos nas respostas após o experimento, analisadas. Porém, quando analisamos nas respostas os sentidos para ddp (13), oxidação/redução (15) e potenciais de redução ou oxidação (11) estão associados à movimentação de elétrons. Isto pode indicar uma tentativa de explicação para o fenômeno em 39 respostas da totalidade.

Nas respostas antes da experimentação houve uma predominância da linguagem Física (19 respostas). Após a atividade realizada, apareceram nas respostas elementos de uma linguagem Química (38 respostas), e algumas tentativas de uso da linguagem Físico-Química (16 respostas), como mostra o Quadro 1. No entanto, foram poucas as tentativas de relacionar conceitos de eletronegatividade-oxidação-redução-reatividade-condutividade para explicar a migração de elétrons de um metal para outro.

Observou-se, ao analisar a Tabela 1, uma mudança na percepção sobre o fenômeno da eletricidade não somente como um evento físico, mas também como um processo químico. Entretanto, foram discretas as tentativas de construir uma resposta com termos físico-químicos. É preciso destacar que sozinhos os estudantes enfrentaram uma grande dificuldade em concretizar a interface entre um conceito físico e químico. Esta dificuldade justifica a etapa de sistematização da experimentação.



Quadro 1. Respostas para a pergunta: “Porque os elétrons migram de um metal para outro?” antes e após o laboratório rotacional.

Estudante	Antes da atividade	Após a atividade
1 “Porque os elétrons migram de um metal para outro?”	“Por causa da diferença do potencial elétrico.”	“Pela diferença de potencial elétrico, onde um metal é oxidado e o outro reduzido.”
	“Porque eles possuem diferença de eletronegatividade”	“Porque o elemento se oxida e o outro se reduz.”
	“Por conta da diferença elétrica entre os corpos. Todos os corpos têm cargas positivas e negativas, prótons e elétrons, que quando estão em desequilíbrio vão para outros corpos.”	“Eles migram por conta das reações de oxirredução, os elétrons saem do ânodo que se oxida e vão para o cátodo que se reduz.”
2 “Como descobrir ou comprovar que os elétrons estão se deslocando?”	“Analisando as situações antes e depois dos componentes em relação às diferenças de cargas, condutividade, etc.”	“Pelo uso de aparelhos que precisem de fluxo de elétrons para funcionar, como lâmpadas, por exemplo.”
	“Pelo fato de que com o deslocamento desses elétrons causam raios ou choques.”	“O deslocamento desses elétrons acabam ocasionando a criação de corrente elétrica assim acendendo uma lâmpada ou ocasionando a criação de uma pilha quando se tem um pólo cátodo e outro ânodo.”
	“Através da medição da intensidade de corrente elétrica; pois há corrente elétrica, há trânsito de elétrons.”	“Medindo a ddp, verificando se o circuito está fechado (acende ou não acende), através da oxidação de um metal.”

A segunda questão proposta aos estudantes na diagnose tem um maior caráter experimental. Esperavam-se propostas de aplicações práticas e/ou experimentais baseadas em suas vivências tanto em Química quanto em Física.

De acordo com REIS (2011, p. 372), “para constatar a ocorrência desse fenômeno, basta adaptar um aparelho adequado ao fio condutor no caminho da passagem de elétrons.



Por exemplo, adaptando-se uma lâmpada no fio condutor, podemos observar que ela acende quando os eletrodos são interligados.”

Antes do experimento a linguagem Física expressava através de experimentos que envolvem apenas a Física (medir ddp, corpos eletrizados, gerador de van de Graaf) é predominante, presente em 52 respostas do total das 73 respostas analisadas, como se observa na Tabela 1.

Para essa questão, é importante mencionar que quatro estudantes responderam que desconheciam a resposta antes da vivência experimental. No entanto, após os experimentos conseguiram propor resoluções para o problema, como em: “*Usando um voltímetro.*” e “*Medido a corrente elétrica gerada pelo deslocamento de elétrons.*”

É interessante pontuar que o cálculo do número de oxidação apareceu nas respostas como um método teórico de comprovação de deslocamento de elétrons, como em: “*Comparando a mudança no número de oxidação e o (uso) multímetro*”.

Após a experimentação, a linguagem Química predominou estando presente em 40 respostas do total. Essa mudança pode estar associada à vivência dos experimentos: pilha de Daniell (13 respostas), medida de ddp (21 respostas), construção de circuito/lâmpada (9 respostas) e corrosão (4 respostas). Da mesma forma, a frequência de identificação de choques e raios diminuiu. Entretanto, já apareceram mais respostas que combinavam componentes Físicos e Químicos (24 do total das respostas analisadas), como mostram as transcrições do Quadro 1.

De uma maneira geral, e em conformidade como ressalta Caramel *et al* (2011), as respostas mostraram o predomínio ora de uma linguagem pertinente ao campo da Física, ora ao campo da Química. Essa diferença mostrou-se ainda maior quando se comparavam as respostas construídas e analisadas antes e após a vivência da experiência em laboratório rotacional. Foram tímidas as tentativas de respostas que usavam as linguagens tanto da Física quanto da Química, ou seja, que consideravam a interdependência entre as abordagens Físico-Química do conteúdo. Em uma análise superficial, esta observação, confirmaria a compartimentalização não só das disciplinas, mas também dos conteúdos e conhecimentos durante o processo de aprendizagem dos estudantes.

Após a atividade foi necessária uma sistematização dos conteúdos para que todos os estudantes tenham acesso às informações de forma equivalente. É preciso relembrar



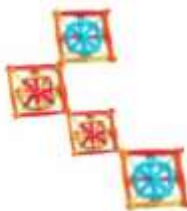
que cada grupo de trabalho escolheu sua sequência de atividades e fez seus registros individuais.

Para Silva e Amaral (2017) as interações que ocorrem entre os sujeitos (estudantes) durante o processo educativo são essenciais para o processo de aprendizagem dos conceitos trabalhados durante as aulas. Quando os estudantes participam como mediadores na construção do seu próprio conhecimento e dos seus pares, contribui para um novo e mais amplo conhecimento que permite uma nova leitura de mundo e uma formação para a cidadania. Assim, uma etapa muito importante do processo é compartilhamento das informações coletadas por cada grupo de trabalho após a experimentação, o que contribuiu para a construção, de forma coletiva, de um material de estudos. Para auxiliar esta construção, os estudantes receberam um material de apoio com informações gerais, o qual foi sendo enriquecido pelas informações compartilhadas dentro das turmas. Como parte da avaliação do conteúdo, os estudantes resolveram exercícios individual e coletivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conteúdo de Eletroquímica foi inteiramente apresentado de forma que os estudantes pudessem atuar ativamente em seu processo de aprendizagem. Foram utilizadas aulas em vídeo, como recursos pedagógico e de aprendizagem; e, a metodologia de laboratório rotacional. Foi possível, como parte dessa metodologia, que os estudantes fizessem o resgate de conceitos já conhecidos (reatividade de metais e condutividade) possibilitando que as novas informações fossem conectadas aquelas já existentes. Entende-se a aprendizagem como um processo dinâmico e social, onde quem aprende constrói significados de forma ativa, a partir de suas vivências e de sua interação com o ambiente de aprendizagem. Desta forma, o conhecimento produzido tem maior significância para os estudantes, que em diferentes oportunidades demonstraram conseguir entender, argumentar, memorizar e resolver problemas sobre Eletroquímica.

A diagnose realizada antes e após a aplicação da metodologia indica uma mudança no padrão das respostas, com uma maior contribuição da linguagem Química. As respostas tornaram-se mais completas do ponto de vista da Química. No entanto, percebeu-se que se há grande dificuldade de entender que os circuitos elétricos e as reações de oxirredução podem estar relacionados.



A vivência experimental mostra-se sempre bastante importante. No entanto, foi imprescindível a ação docente, centrada na mediação dos conteúdos, para a sistematização das observações para que todos os estudantes, tanto aqueles com alguma dificuldade quanto aqueles com destreza, possam alcançar as habilidades esperadas no conteúdo. Demonstrou-se assim, uma necessidade de que as disciplinas de Física e Química aproximem suas práticas e discurso para que os estudantes enriqueçam ainda mais suas percepções sobre o que é uma ciência sem fronteiras.

Assim, consideramos que a proposta de ensino híbrido aplicada, laboratório rotacional, revelou-se uma dinâmica que desperta, através de suas múltiplas abordagens de conteúdos a curiosidade e engajamento dos estudantes sobre o tema Eletroquímica. Além disso, pode potencializar a autonomia dos estudantes e o desenvolvimento das habilidades cooperativas e colaborativas a partir do compartilhamento das experiências através das discussões e sistematização dos conteúdos por mediação docente.

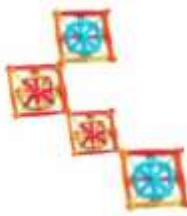
Como desdobramento para futuras pesquisas, indicamos novas investigações sobre o potencial uso de aplicativos para realização de verificações de aprendizagem para cada estação, com *feedback* imediato. Desta forma, espera-se que seja possível o melhor acompanhamento da construção dos conhecimentos feito pelos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Escola Sesc de ensino Médio pelo incentivo e apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, J. C.; BARANDAS, A. P. M. G.; SILVA, G. A. P.; FONSECA, S. G. Processamento da pasta eletrolítica das pilhas usadas. **Química Nova**. v. 6, n. 4, p. 573-577, 2003.
- BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: **Penso**, 2015.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: **Edições 70**, 2011.
- BARRETO, B. S. J; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos, **Rev. Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 52-58, 2017.
- BOCCHI, N., FERRACIN, L. C., BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Rev. Química Nova na escola**, 11(2000) 3-9.



- BRASIL, Resolução CONAMA nº 401, de 4 novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Publicado no D. O. U. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589> Acesso em: 20 março 2019.
- CAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 1, p-7 26, 2011.
- FREIESLEBEN, F. B.; BECKER, M. L. R.; LODER, L. L. Uma Metodologia de Pesquisa Sobre a Construção de Conhecimentos em Circuitos Elétricos Lineares Elaborada com Base no Método Clínico Piagetiano. **RBPEC**, v. 17, n. 3, p. 1011-1035, 2017.
- LOPES, J. M. S. Vivenciando experiências no ensino médio utilizando eletroquímica como um tema motivador. Monografia de final de curso, apresentada à Coordenação dos Cursos de Química da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do Grau de Licenciado em Química. Niterói, 2014.
- REIS, M. Química 2: meio ambiente, cidadania, tecnologia. 1ª ed. São Paulo: **FTD**, 2011.
- SANTOS, G. G. Aprendizagem significativa no ensino de Química: experimentação e problematização na abordagem no conteúdo de polímeros. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, São Cristóvão, Sergipe 2017.
- SILVA, J. C. S.; AMARAL, E. M. R. Uma Análise de estratégias didáticas e padrões de interação presentes em aulas sobre equilíbrio químico. **RBPEC**, v.17, n. 3, p. 985-1009, 2017.
- SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.
- TICIANELI, E. A.; GONZALEZ, E. R. Eletroquímica: princípios e aplicações. 2 ed. São Paulo: **Editora USP**, 2005.