

PILHA DE DANIELL: CONCEPÇÕES APRESENTADAS POR ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ITUIUTABA- MG

Tatiane Aparecida Silva Rocha¹; Ana Paula Sabino Oliveira², Sandra Aparecida Moraes³,
Alexandra Epoglou⁴

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (PPGECM/UFU), tatiane.rochasilva@hotmail.com

² Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e Professora na Escola Estadual Coronel Tonico Franco (EECTF), anapsabino@hotmail.com

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (PPGECM/UFU), sandramoraes_bio@hotmail.com

⁴ Professora na Universidade Federal de Sergipe (UFS), epoglou@gmail.com

Resumo: Na maioria das vezes os conteúdos químicos são ministrados pelos professores de forma fragmentada, descontextualizada e sem levar em consideração as concepções apresentadas pelos alunos, antes de iniciar a abordagem de um conteúdo. O conteúdo de Eletroquímica apresenta várias aplicações em nosso cotidiano, como por exemplo, potentes baterias portáteis, pilhas, processos de eletrodeposição relacionados à prevenção da corrosão nos metais, envelhecimento da pele, fotossíntese entre outros, entretanto um número significativo de alunos apresenta dificuldades para entender diversos conteúdos químicos, alegando que a disciplina de química é complexa. Uma das metodologias que podem ser utilizadas nas aulas a fim de facilitar o entendimento dos alunos em relação a um conteúdo é a experimentação, quando a mesma é bem planejada. O presente trabalho é um recorte de uma pesquisa realizada nas aulas de Química referente ao conteúdo de Eletroquímica. A mesma constitui na elaboração e aplicação de uma sequência didática para três turmas de 2º ano de uma escola pública do Triângulo Mineiro, a qual foi denominada de Sequência Didática Piloto (SDP). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as concepções apresentadas por discentes de duas turmas do 2º ano do Ensino Médio, após a realização da atividade experimental Pilha de Daniell, bem como refletir sobre a realização da mesma. A atividade prática realizada foi uma adaptação de um experimento contido em um livro de Química. Durante a realização da atividade experimental, observou o quanto à mesma despertou a atenção dos estudantes. Após a realização da atividade, foi solicitado aos alunos que reproduzissem, por meio de um desenho, o que aconteceu na experiência e elaborassem uma explicação para o fenômeno observado. Com base nas respostas analisadas, verificou-se que dos oito alunos do 2º A que explicaram em qual dos eletrodos ocorre o processo de oxidação, dois trocaram a classificação. Já no 2º C, os discentes apresentaram um maior entendimento em relação à função da ponte salina. Todo o processo reflexivo vivenciado pela professora durante a aplicação da atividade contribuiu para sua formação docente, já que a mesma passou a entender mais sobre o próprio assunto.

Palavras-chave: Eletroquímica, Ensino de Química, Experimentação.

Introdução

Muitos discentes apresentam um desinteresse pela disciplina de Química, mesmo esta matéria estando presente em nosso dia-a-dia. Para Silva (2013), um dos fatores pode estar relacionado com o ensino de forma tradicional e desvinculado da realidade dos alunos. Neste sentido, diversas pesquisas, debates e desenvolvimentos de novas metodologias vêm ocorrendo, objetivando tornar a aprendizagem de Química e das ciências exatas mais eficazes e participativas (SILVA, 2013).

Dentre as discussões realizadas, um número significativo de alunos apresenta dificuldades em entender diversos conteúdos químicos, alegando que a química é complexa. Um desses conteúdos é o de Eletroquímica. Como verificado na pesquisa realizada por Freire, Silva Júnior e Silva (2012, p.182-183), diversas investigações “envolvendo concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem para essa temática já foram realizadas, sendo que os principais resultados encontrados apontam que os estudantes têm dificuldades do tipo como apresentamos na Tabela 1, a seguir”:

Tabela 1: Dificuldades de aprendizagem e/ou concepções alternativas para o conteúdo de eletroquímica.

Conceitos químicos	Dificuldades de aprendizagem e/ou concepções alternativas
Oxidação-redução	A oxidação e a redução como intercâmbio de oxigênio e não como intercâmbio de elétrons (BUESO, FURIÓ e MANS, 1988).
	Os processos de oxidação e redução podem ocorrer independentemente (CAAMAÑO, 2007).
Pilhas	Identificar o anodo e o catodo (SANGER e GREENBOWE, 1997).
	Em uma pilha a ponte salina proporciona elétrons para completar o circuito (CAAMAÑO, 2007; SANGER e GREENBOWE, 1997, LIN <i>et al</i> , 2002).
Células eletrolíticas	A polaridade dos terminais não tem efeito no anodo e no catodo. Na superfície dos eletrodos inertes não ocorre nenhuma reação (CAAMAÑO, 2007).
	Não há relação entre a f.e.m de uma pilha e a magnitude da voltagem necessária para produzir eletrólise (CAAMAÑO, 2007, LIN <i>et al</i> , 2002).
	Não há relação entre o potencial da célula e a concentração dos íons (SANGER e GREENBOWE, 1997)

Fonte: Tabela retirada do trabalho realizado pelos autores Freire, Silva Júnior e Silva, 2012, p. 183.

Neste mesmo sentido, na pesquisa realizada por Caramel e Pacca (2011), com 73 alunos da 3ª série do Ensino Médio e 52 alunos do 3º ano do curso de Licenciatura e

Bacharelado de Química, que já haviam estudado o conteúdo de Eletroquímica, foram evidenciadas algumas dificuldades ao explicarem os fenômenos submicroscópicos que ocorrem na célula eletroquímica em operação, como demonstrando utilizarem os termos oxidação, redução, íons, cátions e ânions, num sentido diferente da química oficialmente aceita e também apresentam dificuldade em explicar a função da ponte salina.

Deste modo, conhecer as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação aos conteúdos a serem ministrados é fundamental, pois permite ao professor planejar aulas e propor metodologias a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Uma das metodologias que podem ser utilizadas nas aulas a fim de facilitar o entendimento dos alunos em relação a um conteúdo é a experimentação. Já que quando este tipo de atividade é bem planejada e desenvolvida, pode contribuir para a melhoria na aprendizagem e tornar a aula mais dinâmica, já que possibilita realizar reflexões e questionamentos. Como explica Giordan (1999, p. 43):

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de Escolarização. Em seus depoimentos, os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas de pauta.

Porém para Maldaner (2003), a “Química experimental não refletida tende a ser igual à química de quadro e giz, ou até pior, porque vai perdendo mais tempo. O importante é a discussão, a reflexão” (MALDANER, 2003, p.252).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar as concepções apresentadas por discentes de duas turmas do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Triângulo Mineiro, após a realização da atividade experimental Pilha de Daniell, bem como refletir sobre a realização da mesma.

Metodologia

O presente trabalho é um recorte de uma pesquisa realizada nas aulas de Química referente ao conteúdo de Eletroquímica. A mesma constitui na elaboração e aplicação de uma sequência didática para três turmas de 2º ano de uma escola pública do Triângulo Mineiro, a qual foi denominada de “Sequência Didática Piloto (SDP)”.

Para a elaboração da SDP, a docente realizou uma busca em artigos, textos e livros sobre o conteúdo em questão. A ideia inicial era abordar o conteúdo em 10 aulas. Partes das aulas seriam elaboradas e à medida que fossem aplicadas as demais seriam preparadas, a fim de sanar as dificuldades apresentadas pelos alunos.

Na instituição de ensino onde a SDP foi aplicada há três aulas de Química por semana e um total de 105 estudantes (2º A - 33 alunos; 2º B - 39 alunos e 2º C - 33 alunos) nas três turmas de 2º ano do Ensino Médio.

Foram ministradas 11 aulas (Quadro 1), no 2º semestre do ano letivo de 2015. As aulas foram gravadas e no final de cada tópico havia uma atividade, a fim de verificar a aprendizagem dos alunos e a viabilidade da sequência. Foi entregue a cada aluno um termo de livre consentimento para que o seu responsável assinasse.

Quadro 1: Tópicos do conteúdo de Eletroquímica ministrados na “SDP”.

Aula	Conteúdo	Instrumentos usados para os registros
1	Introdução à Eletroquímica - Leitura do texto.	-Atividade: Destacar as palavras desconhecidas.
2	Introdução à Eletroquímica -Término da Discussão do texto da aula anterior.	-Experiência: Galvanização; -Atividade referente à experiência (Galvanização).
3	Número de Oxidação - Explicação do conteúdo.	-----
4	Número de Oxidação e Regras de Nox	- Experiência: Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio; -Atividade referente à experiência.
5	Número de Oxidação e Regras de Nox - Explicação do conteúdo.	-----
6	Número de Oxidação e Regras de Nox -Exemplos; -Exercícios (Livro)	-----
7	Reatividade dos metais -Explicação do conteúdo.	-Questões iniciais para discussão do tópico reatividade dos metais.
8	Reatividade dos metais -Explicação do conteúdo; -Exemplos.	-----
9	Reatividade dos metais -Exercícios.	-----
10	Pilha de Daniell	- Experiência: Pilha de Daniel; -Atividade referente à experiência.
11	Pilha de Daniell -Explicação da experiência; -Exemplos.	-----

Como se observa no Quadro 1, poucos tópicos relacionados ao conteúdo de Eletroquímica foram ministrados. Não foi possível concluir o conteúdo programático em função de atividades não previstas e que surgiram de última hora na escola, como uma palestra relacionada ao Mercado de Trabalho e aplicação do simulado.

Todos os registros coletados durante as aulas foram analisados e apresentados para um grupo de Licenciandos e Licenciados em Química da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal / Universidade Federal de Uberlândia (FACIP/UFU) como parte integrante das atividades de um curso de extensão oferecido a futuros docentes ou docentes já atuantes. Um dos objetivos do curso era elaborar um material didático de apoio para ser utilizado no estudo ou na preparação de aulas.

Porém, neste trabalho, será apresentado apenas o resultado da aula 10. Durante a aplicação da mesma, foi realizada a experiência Pilha de Daniell e verificadas as concepções dos alunos sobre o fenômeno observado. Vale ressaltar que o experimento foi uma adaptação da prática contida no livro Interações e Transformações (1999). O objetivo, os materiais e os reagentes, o procedimento e a atividade proposta seguem abaixo:

Experiência: Pilha de Daniell

Objetivo: Montar a pilha de zinco e cobre (pilha de Daniell)

Materiais e Reagentes: 2 béqueres de 100 mL; Algodão; Palha de aço; Tubo U; 2 fios com conectores (jacarés); Cartão musical; 1 placa de cobre metálico; 1 placa de zinco metálico; Sulfato de cobre 1,0 mol/L; Sulfato de zinco 1,0 mol/L e Solução saturada de iodeto de potássio.

Procedimento: Limpar as placas com palha de aço. Em seguida, pegar um béquer de 100 mL e adicionar 40 mL da solução de sulfato de zinco e uma placa de zinco. Na sequência adicionar 40 mL da solução de sulfato de cobre em outro béquer de 100 mL e colocar uma placa de cobre.

Posteriormente, com auxílio de um conta gotas, encha completamente o tubo U, com a solução saturada de iodeto de potássio e umedeça dois pedaços pequenos de algodão com a solução e utilize-os para tampar as extremidades do tubo U. Mergulhar uma extremidade do tubo U (ponte salina) no béquer contendo sulfato de zinco e a outra extremidade no béquer contendo sulfato de cobre.

Em seguida conectar o fio preto do cartão musical na placa de zinco e o fio vermelho na placa de cobre. Observe.

Inverta os fios, conectando o fio vermelho na placa de zinco e o preto na placa de cobre. Observe. Inverta novamente os fios e retire a ponte salina. Observe.

Atividade: Reproduzam por meio de um desenho o que aconteceu e elabore uma explicação.

É importante destacar que a prática foi realizada nas três turmas de 2º ano do Ensino

Médio de forma demonstrativa, porém a explicação do fenômeno observado foi proposta apenas no 2º A e 2º C.

Resultados e discussão

Durante a realização da atividade experimental, observamos o quanto a mesma despertou a atenção dos estudantes. Um fato curioso é que durante a realização do experimento no 2ºA, uma aluna estava dormindo, porém ao ouvir o barulho da classe comentando sobre a experiência e a curiosidade de entender porque o cartão musical tocava, ela acordou. Ao perceber o que estava acontecendo, ela simplesmente foi até a mesa onde estava sendo realizada a atividade e pediu para ser feita novamente. Em seguida, ela voltou para a sua carteira buscando explicar o fenômeno ocorrido na experiência. De uma forma geral, esta experiência despertou a atenção de todos os alunos das três classes.

Segundo Salvadego e Laburú (2009, p. 216), a experimentação é considerada uma ferramenta essencial no processo de ensino e aprendizagem em Química, pois permite “dar sentido aos conceitos químicos”, contudo esta deve ser elaborada com o propósito de auxiliar os discentes a aprender por meio do estabelecimento de inter-relações entre teoria e prática.

Figura 1: Realização da atividade experimental demonstrativa “Pilha de Daniel”



Após a realização da atividade, foi solicitado aos alunos que reproduzissem, por meio de um desenho, o que aconteceu na experiência e elaborassem uma explicação para o

fenômeno observado. Porém, devido ao tempo limitado, esta atividade não foi executada no 2º B.

Acerca desse tipo de atividade, Carvalho e colaboradores ¹(1999, *apud* FRAGAL; et al., 2011, p. 218) elucidam que:

Utilizar o experimento como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

Um total de 14 alunos entregaram a atividade proposta no 2º A e 6 no 2º C. As respostas foram agrupadas em categorias criadas *a posteriori*. Segue abaixo a análise das respostas dos alunos do 2º A:

Tabela 2: Respostas dos alunos do 2º A na explicação da experiência Pilha de Daniell

Categoria	Quantidade
Descreveram a experiência ou desenharam	10
Identificaram o eletrodo em que ocorre a oxidação e redução	8
Explicaram a função da ponte salina	7

No 2º A, um aluno explicou tanto qual eletrodo oxidava e reduzia bem como a função da ponte salina: “*Observamos na experiência que o Zn oxidou e o Cu sofreu redução. A ponte salina transferiu elétrons que fornecem energia, fazendo com que a música toque, quando retirada a música parou de tocar*”. Outro aluno destaca “*O zinco (Zn) oxidou e o cobre (Cu) ocorreu uma redução, porque o Zn tende a perder mais elétrons e o cobre menos elétrons*”.

Com base na resposta desse último, nota-se que o mesmo ainda apresenta dificuldade de entender o porquê o zinco é mais reativo e apresenta uma maior tendência em ceder elétrons para o cobre.

Em relação à ponte salina, uma aluna destaca: “[...] *quando se coloca a ponte entre as duas soluções com suas pontas mergulhadas na solução, começa a tocar a música*” e quando se tira essa ponte o som para. *Pode ser uma ligação que nas ligações perdem e ganham elétrons, fazendo assim gerar energia para tocar a música, essa experiência se baseia no experimento da primeira pilha que foi criada. E também assemelha ao princípio da bateria*

¹ CARVALHO, A. M. P. et al. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP; CAPES, 1999.

que temos no celular”. Com base na resposta da aluna, observamos que a mesma relacionou com o conteúdo de ligação, a ligação iônica e ainda com a bateria do celular.

Continuando a discussão da ponte salina, uma aluna ainda destaca: “[...] a ponte salina transfere elétrons equilibrando as cargas”.

Nas respostas citadas, todos entendem a ponte salina como “caminho de elétrons”, pois quando é retirada o sistema para de funcionar. No entanto, a função da ponte salina é permitir a migração de íons de uma solução para a outra, de modo que o número de íons positivos e negativos na solução de cada eletrodo permaneça em equilíbrio, já que as soluções em ambos os eletrodos perderiam a neutralidade elétrica e interromperiam precocemente o funcionamento da pilha se não fosse adaptada ao sistema uma ponte salina (FONSECA, 2013, p.271).

Dos oito alunos que explicaram em qual dos eletrodos ocorre o processo de oxidação, dois trocaram a classificação.

Em relação à aluna que estava dormindo no início da experiência ela destaca: “*O zinco começou um processo de corrosão, um desgaste ele ficou mais leve. Achei essa atividade muito interessante de se observar e comparar. Através da música nós conseguimos identificar o processo*”.

Como destacado por Salvadego e Laburú (2009), a experimentação pode ser um importante recurso a ser utilizado nas aulas Química, visto que é uma ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem desta Ciência, auxiliando na compreensão dos fenômenos.

Já as análises realizadas com base nas respostas dos alunos do 2º C são apresentadas na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Respostas dos alunos do 2º C na explicação da experiência “Pilha de Daniell”

Categoria	Quantidade
Descreveram a experiência ou desenharam	6
Identificaram o eletrodo em que ocorre a oxidação e redução	3
Explicaram a função da ponte salina	4

No 2ºC destacamos a resposta: “*O sulfato de zinco mais o sulfato de cobre entra em contato com a ponte salina fazendo o cartão tocar. Ocorre a oxidação no sulfato de zinco e a redução no sulfato de cobre*”. Neste caso, o aluno apresenta dificuldade de entender que é o

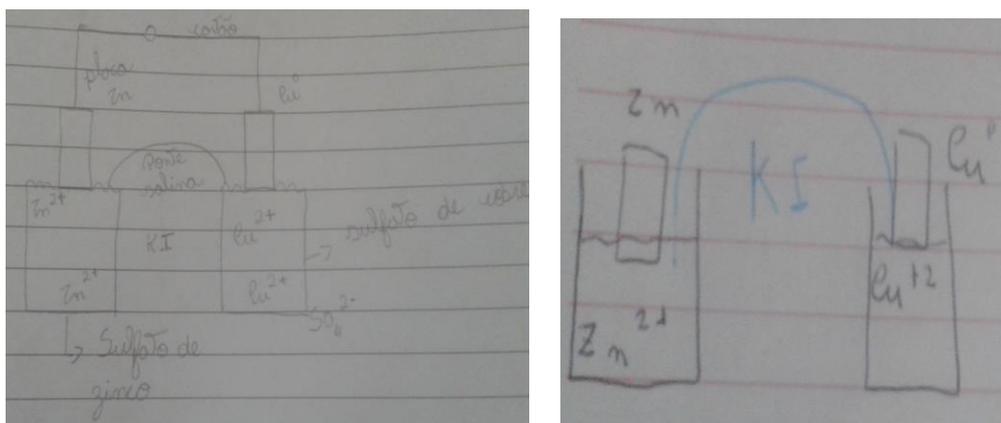
metal que oxida, e não a solução como é destacado. Novamente fica evidente a concepção errada sobre a ponte salina.

Porém, outro discente apresentou uma maior compreensão em relação ao fenômeno observado na experiência: “O zinco oxidou e o cobre reduziu, pois o zinco tem maior facilidade de oxidação, e a ponte salina e para auxiliar na transferência de íons”. Dos quatro alunos que explicaram a função da ponte salina três relacionaram com íons, ou seja, apresentaram a concepção esperada.

Pode-se inferir que esta experiência auxiliou os alunos a compreender que a ponte salina tem uma “função” na pilha, pois mesmo os alunos que apenas descreveram a experiência, relataram que se retirar a ponte salina da pilha, esta “para de funcionar”.

Com base na experiência realizada foi possível verificar as concepções apresentadas pelos alunos e na aula seguinte esclarecer as mesmas.

Figura 2: Desenho de alguns alunos em relação à experiência realizada



Como se observa nos desenhos apresentados acima, os alunos apenas representaram o sistema, geralmente como se observa em alguns livros didáticos ao abordar o conteúdo. Na segunda imagem é notável a falta de algumas informações, ao se comparar com a primeira.

Entretanto, um ponto negativo é que a ideia era explicar o fenômeno observado na experiência com base nos modelos submicroscópicos, porém devido ao tempo limitado não foi possível fazer a relação entre o fenômeno e o modelo explicativo.

Ao aplicar a Avaliação Bimestral, foram observadas algumas dificuldades dos alunos, como por exemplo, em montar a semi-reação de oxidação e de redução, em identificar qual a espécie química que oxida e qual a espécie química que reduz. Porém, em identificar qual dos eletrodos é o ânodo e o cátodo, não foram observadas dificuldades com os alunos que

realmente participaram das aulas.

Um ponto importante, que deve ser ressaltado na análise deste trabalho é que poucos alunos entregaram as atividades propostas. Alguns alunos mencionaram que já tinham atingido a nota para serem aprovados na disciplina e outros que não teriam condição de serem aprovados. Dessa forma, esses alunos não se sentiam motivados a realizar as atividades propostas, visto que preferiam se dedicar a outras matérias, onde teriam probabilidade de serem aprovados.

Conclusão

Com base na realização da prática, a docente constatou que a metodologia utilizada na aula despertou a curiosidade dos alunos, e as concepções apresentadas pelos mesmos auxiliaram a professora a explicar a parte teórica do fenômeno observado pelos estudantes, visto que muitos alunos relacionaram a função da ponte salina com “transferência de elétrons”. Sendo assim, a docente considera fundamentais as atividades que permitam identificar o entendimento dos alunos sobre um determinado conteúdo, para que assim viabilize a elaboração de estratégias com vistas a problematizar dúvidas específicas e, portanto, favorecer um maior aprendizado.

Todo o processo reflexivo vivenciado pela professora durante a elaboração e aplicação da SDP contribuiu para sua formação docente, já que a mesma passou a entender mais sobre o próprio assunto, com base nas pesquisas realizadas para a elaboração das aulas e para a busca de soluções para os problemas encontrados ao longo do processo.

Agradecimentos e apoios

A UFU, à FAPEMIG, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Referências

CARMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, 28 (1), p. 7-26, 2011.
FONSECA, M. R. M. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013, v. 2.

FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P.; BUZATTO M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; EXPEDITO, L. S. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola**. 33, p. 216-222, 2011.

FREIRE, M.S.; SILVA JÚNIOR, C.N.; SILVA, M. G.L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. **Temas de Ensino e formação de professores de ciências**. EDUFRN, 2012, p. 181-192.

GEPEQ - **Interações e Transformações**. Química - Ensino Médio. São Paulo: Edusp, 1999, v. 1 e 2.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, 10, p. 43-49, 1999.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: Professor/Pesquisador**. 2ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. 31 (3), p. 216-223, 2009.

SILVA, S. G. As Principais Dificuldades na Aprendizagem de Química na Visão dos Alunos do Ensino Médio. In: **IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN (Congic)**. Anais... Currais Novos, 2013, p. 1612-1616.