



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

Michell Henrique de Bragança

**CONCEPÇÕES DE EGRESSOS DA LICENCIATURA EM QUÍMICA
SOBRE ELETROQUÍMICA.**

**UBERLÂNDIA – MG
2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

Michell Henrique de Bragança

**CONCEPÇÕES DE EGRESSOS DA LICENCIATURA EM QUÍMICA
SOBRE ELETROQUÍMICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência para obtenção de Título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Hélder Eterno da Silveira

Co-Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Alejandro Abarza Muñoz

**UBERLÂNDIA – MG
2013**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Química, do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia
DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO, NÚMERO 174/COPGQ.

DATA: 26/07/2013

DISCENTE: Michell Henrique de Bragança

MATRÍCULA: 11122QMI005

TÍTULO DO TRABALHO: Concepções de egressos da licenciatura em química sobre eletroquímica: aproximações etnográficas

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Química

LINHA DE PESQUISA: Educação em Química

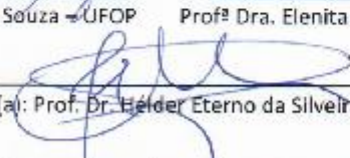
PROJETO DE PESQUISA DE VINCULAÇÃO: Formação de professores: perspectivas e avaliações.

Às quatorze horas do dia vinte e seis de julho do ano dois mil e treze, no Auditório 5R-A do Campus Santa Mônica, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores Gilmar Pereira de Souza, da Universidade Federal de Ouro Preto, Elenita Pinheiro de Queiroz Silva, da Faculdade de Educação/UFU, e Hélder Eterno da Silveira, do Instituto de Química da UFU, professor(a) orientador(a) e presidente da mesa. Iniciando os trabalhos, o(a) presidente da mesa apresentou o(a) candidato(a) e a Banca Examinadora, agradeceu a presença do público e discorreu sobre as normas e critérios para a realização desta sessão, baseadas na Norma Interna nº 01/2010/COPGQ. Em seguida, o(a) presidente da mesa concedeu a palavra ao(à) candidato(a) para a exposição do seu trabalho e, em sequência, aos examinadores, em ordem sucessiva, para arguir o(a) apresentador(a). A duração da apresentação e o tempo de arguição e resposta deram-se conforme as normas do Programa. Ultimada a arguição, desenvolvida dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais e aprovou o(a) candidato(a). Por sugestão da Banca Examinadora, o título do trabalho será Concepções de egressos da licenciatura em química sobre eletroquímica.

Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento do estabelecido nas normas do Programa, legislação e regulamentação internas da UFU. As correções observadas pelos examinadores deverão ser realizadas no prazo máximo de 45 dias. Nada mais havendo a tratar, deu-se por encerrada a sessão às 17 horas e 00 minutos e lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pela Banca Examinadora.


Prof. Dr. Gilmar Pereira de Souza – UFOP


Profª Dra. Elenita P. de Q. Silva – FAGED/UFU


Orientador(a): Prof. Dr. Hélder Eterno da Silveira – IQUFU

Dedico este trabalho a todos os professores e
professoras que se preocupam e que ainda
acreditam na educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ter abençoado minhas escolhas e ter aberto portas para novos conhecimentos, novas experiências e novas amizades;

Aos meus pais Edson e Tania os quais se dedicaram, incansavelmente, em nos dar condições de buscar o estudo e correr atrás de um futuro com mais oportunidades;

Aos meus irmãos Eduardo e Gabriel que, em meio a brincadeiras ou sérias conversas, sempre demonstraram seu apoio no que decidi fazer;

À minha noiva Thuanny, que sempre esteve ao meu lado me ouvindo e dando forças, seja nos momentos de dificuldades ou nos momentos de conquistas;

Ao eterno mestre, professor Jacques Miranda, que pelo seu exemplo de profissional me fez decidir seguir a opção pelo curso de química;

Aos meus amigos, professor Juliano Pinheiro e professora Maria Stela Gondim, que são os responsáveis por eu ter me apaixonado pela área de educação;

Ao meu amigo e orientador Hélder que, mesmo distante fisicamente, se fez presente me auxiliando e me acalmando nos meus momentos de angústia durante o desenvolvimento do trabalho;

Ao professor Rodrigo Muñoz, pela sua fundamental ajuda para que pudéssemos iniciar e realizar este trabalho;

Aos professores que participaram da pesquisa por sua confiança e colaboração, caso contrário essa pesquisa não seria possível;

A todos meus amigos que de alguma forma me ajudaram e me apoiaram durante toda essa jornada.

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados de investigação sobre as concepções de egressos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Uberlândia, com relação ao ensino e aprendizagem de eletroquímica.

Para a coleta de dados realizamos entrevistas que foram conduzidas coletivamente, com aproximações à metodologia de grupo focal, o qual foi constituído por cinco professores. As entrevistas foram gravadas em áudio e vídeo e, posteriormente, transcritas para realizar a análise das falas dos participantes que foi feita pelo cruzamento com as informações obtidas da literatura. A partir dessa análise pudemos identificar algumas concepções dos professores sobre ciência e sobre o ensino de eletroquímica.

Pela análise dos relatos dos participantes da pesquisa e pelas informações obtidas da literatura, constatamos que os mesmos tiveram um aprendizado com várias lacunas durante a educação básica. Verificamos, também, que a formação em nível superior, foi pouco destacada pelos participantes quanto ao seu aprendizado sobre o conteúdo de eletroquímica.

Entretanto, as experiências profissionais com a eletroquímica em sala de aula, ou os conhecimentos adquiridos em outras disciplinas durante a graduação, possibilitaram aos participantes uma visão mais ampla sobre a educação e, conseqüentemente, sobre o ensino de eletroquímica. Os professores mostraram conhecer diferentes materiais didáticos para o ensino de eletroquímica, possíveis temáticas para problematizar o ensino de eletroquímica, e também reconhecem as limitações e as dificuldades existentes para o ensino deste conteúdo.

Palavras-Chave: concepções, professores, ensino, eletroquímica.

ABSTRACT

This research investigated the conceptions of a small group of teachers, graduates from the Federal University of Uberlândia on the Chemistry course, related to the teaching and learning process of electrochemistry.

For data collection we conducted interviews collectively, with approaches to the methodology of focus group, which included five teachers. The interviews were recorded on audio and video and then transcribed to perform the analysis of participants' speech that was made by crossing with the information obtained from the literature. From this analysis we identified some conceptions of teachers about science and electrochemistry teaching.

Through the analysis of the statements of the research participants and the information obtained from the literature, we found that they had an apprenticeship with several gaps during their basic education. We also note that the degree in chemistry, did not impact learning electrochemistry of participants, which shows a failure in the development of the curriculum of the course in question.

However, the professional experiences with the electrochemistry in the classroom, or the knowledge acquired in other subjects during graduation, allowed the participants a broader view of education and consequently on teaching electrochemistry. Teachers showed experience different teaching materials for teaching electrochemistry, discuss possible topics for teaching electrochemistry, and also recognize the limitations and difficulties in teaching this content.

Keywords: conceptions, teachers, teaching, electrochemistry.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO I – TRAJETÓRIA DE CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	16
PROFESSOR THIAGO	17
PROFESSOR BERNARDO	18
PROFESSORA BIANCA	19
PROFESSOR LUIZ	21
PROFESSOR CARLOS	22
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA.....	27
CAPÍTULO III – CONCEPÇÕES.....	36
CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA.....	36
O QUE É CIÊNCIA, AFINAL?.....	36
CONCEPÇÕES SOBRE ELETROQUÍMICA: SABERES E ENSINO.....	39
MATERIAIS DIDÁTICOS.....	39
TEMÁTICAS PARA A PROBLEMATIZAÇÃO DA ELETROQUÍMICA.....	49
A COMPLEXIDADE DOS CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA.....	57
A FORMAÇÃO EM NÍVEL SUPERIOR NO APRENDIZADO DE ELETROQUÍMICA.....	61
ANALOGIAS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: EM FOCO, A TRANSFERÊNCIA DE ELÉTRONS EM UMA CÉLULA GALVÂNICA.....	67
COMPREENSÃO ACERCA DA DIFERENÇA DE POTENCIAL E DA PONTE SALINA NAS CÉLULAS GALVÂNICAS.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICES.....	86
APÊNDICE A – TRANSCRIÇÕES DOS ENCONTROS.....	86
PRIMEIRO ENCONTRO.....	86
SEGUNDO ENCONTRO.....	128
TERCEIRO ENCONTRO.....	167
QUARTO ENCONTRO.....	203
ANEXOS.....	226
ANEXO I – ROTEIRO DE PROBLEMATIZAÇÃO.....	226

INTRODUÇÃO

Durante minha graduação em Licenciatura em Química, pela Universidade Federal de Uberlândia, cursei várias disciplinas que são específicas e obrigatórias no currículo, entretanto, nem todas causaram o mesmo impacto em meu aprendizado, ou ainda, não despertaram minha atenção como deveriam. No sétimo semestre, já havia concluído algumas dessas disciplinas, como Didática Geral, Metodologia do Ensino de Química e Psicologia da Educação. Mas, nesse mesmo período cursei uma disciplina que mudou meus conceitos sobre a Educação Química.

A disciplina em questão foi Prática de Ensino de Química 1 que tem como um dos objetivos propiciar conhecimentos teóricos e práticos para a realização e análise das práticas pedagógicas a serem desenvolvidas no ensino de química. Segundo Aydos e Zunino (1994), as disciplinas de prática de ensino de química representam o momento no qual são confrontados os subsídios fornecidos pela universidade para o enfrentamento da realidade profissional durante o curso de licenciatura.

Poderia ter sido apenas mais uma etapa obrigatória entre tantas outras, mas, sabe-se que a prática docente é capaz de influenciar tanto negativamente quanto positivamente o aprendizado dos alunos. Neste caso, a experiência que tive com os professores foi positiva. Não somente me proporcionou um aprendizado, mas afetou minhas concepções de tal forma que comecei a me interessar em tornar-me um pesquisador na área de Educação Química.

A possibilidade de me tornar um professor fazia parte dos meus planos, até porque gosto de explicar as coisas para as pessoas, de ensinar. Mas, a partir desse momento, comecei a entender não apenas como poderia me tornar um professor um pouco melhor, mas também passei a conhecer um pouco sobre a pesquisa em Educação Química. A partir das discussões realizadas, das leituras, dos estudos, das aulas que ministrei..., o que era apenas uma possibilidade, transformou-se em uma inclinação. Quanto mais lia sobre a área, mais fascinado eu ficava, e maior se tornava minha vontade de me tornar um educador químico, tanto pelo exercício do ofício de professor, quanto pelo meu interesse em realizar pesquisas na área de Educação Química. Segundo Chassot (2004), o professor ou a professora de Química, mesmo que não vinculados a um grupo de pesquisa, mas que fazem da sala de aula um

laboratório buscando aprimorar sua ação docente são educadores químicos. Isso me fez decidir pelo meu mestrado na área de Educação Química.

A possibilidade de pesquisar um pouco mais sobre a educação e o ensino de química, entender melhor as pesquisas que são desenvolvidas na área e poder contribuir de alguma forma com as mesmas, são os principais fatores que me motivam neste trabalho, principalmente no que diz respeito ao ensino de conteúdos, especificamente o conteúdo de eletroquímica na educação básica.

O conteúdo de eletroquímica abrange uma série de assuntos químicos em nível fenomênico que são de grande relevância social, ambiental e científica. Entre esses assuntos pode-se citar a abordagem macroscópica da corrosão, o desgaste dos materiais metálicos, a utilização da energia elétrica, a produção de reações químicas a partir dos processos eletrolíticos, o descarte de pilhas e baterias e outros (SANJUAN et.al., 2009).

Contudo, ainda segundo Sanjuan et. al. (2009), o conteúdo de eletroquímica tem sido deixado para segundo plano, sendo abordado superficialmente quando há tempo para isso. Provavelmente, esse problema decorre da formação dos professores, que, muitas vezes, tem dificuldade em ensinar os conceitos relacionados à eletroquímica como corrosão, eletrólise, oxidação, redução, pilhas e células eletroquímicas.

Dessa forma, segundo pesquisas realizadas por Garnett e Treagust (1992), estudantes de ensino médio apresentam dificuldades de aprendizado com relação a esses conteúdos. Comumente as alunas e os alunos tem dificuldade em identificar cátodos e ânodos, bem como suas funções, como: "o ânodo é carregado negativamente e por isso atrai cátions", "o cátodo é carregado positivamente e por isso atrai ânions", "o ânodo é carregado positivamente e por isso perde elétrons", "o cátodo é carregado positivamente e por isso ganha elétrons". Os autores também verificaram que os estudantes apresentam concepções alternativas quanto ao modo como ocorre a corrente elétrica em células eletroquímicas como: "a corrente elétrica ocorre pelo movimento dos elétrons", "elétrons entram no eletrólito no cátodo, se movem através do eletrólito e aparecem no ânodo para completar o circuito"; e também observaram dificuldade, pelos estudantes, no entendimento da função da ponte salina como "a ponte salina fornece elétrons para completar o circuito e auxilia o fluxo de corrente (de elétrons) porque íons positivos na ponte salina atraem elétrons de uma parte da célula para a outra".

Sanger e Greenbowe (1997a) também realizaram estudos que indicam falhas, por parte dos estudantes de eletroquímica, em explicar a formação de corrente elétrica e na determinação da natureza do ânodo e do cátodo. Alguns equívocos comuns na concepção dos estudantes – observados pelos autores –, referentes à células eletroquímicas, foram: "a identidade do ânodo e do cátodo depende do posicionamento físico das semi-células", "ânodos, assim como ânions, são sempre carregados negativamente e cátodos, assim como os cátions, são sempre carregados positivamente", "elétrons podem se movimentar em soluções aquosas sem o auxílio dos íons", "apenas íons carregados negativamente formam o fluxo de corrente no eletrólito e na ponte salina".

Em outra pesquisa, Sanger e Greenbowe (1999) analisaram livros de química para nível superior de ensino, e verificaram que estes materiais podem ser fontes de concepções alternativas e de equívocos em eletroquímica. Eles afirmam que as fontes de concepções alternativas sobre o fluxo de elétrons em soluções eletrolíticas e na ponte salina são o resultado de afirmações enganosas usadas pelos professores e expostas nos livros didáticos, além da falta de relação entre os conceitos. Thompson e Soyibo (2002) relatam que os alunos de ensino médio classificam os conceitos de eletrólise como um dos conceitos mais difíceis para o entendimento no conteúdo de Química, e relatam também que os mesmos têm um entendimento empobrecido desses conceitos.

Alguns pesquisadores já apresentam trabalhos oferecendo mudanças de abordagem conceitual (SANGER, 2000), modelos de ensino (HUDLE e WHITE, 2000), e também animações gráficas para computadores (SANGER e GREENBOWE, 1997b; BURKE, GREENBOWE e WIDSCHITL, 1998; SANGER, 2000) para tentar remediar concepções alternativas em eletroquímica.

No cenário nacional, entretanto, pouco se tem publicado sobre novas pesquisas em ensino de eletroquímica para a educação básica. A revista Química Nova na Escola, revista brasileira destinada às discussões sobre o ensino de química, desde sua primeira edição em 1995, possui um total de nove artigos relacionados ao ensino de eletroquímica. Entre estes, alguns mostram experimentos alternativos para construção de pilhas ou eletrodos com materiais de fácil acesso e baixo custo (HIOKA et al, 1998; HIOKA et al, 2000; IBANEZ, 2002; MARCONATO e BIDÓIA, 2003), ou a construção de sistemas experimentais simples para estudo da corrosão de metais (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011), outros trabalham a definição de pilhas e células galvânicas relacionados à problemas ambientais

(BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000; VILLULLAS, TICIANELLI e GONZÁLES, 2002), e também algumas propostas temáticas para o ensino de eletroquímica, como a corrosão, a maresia, e reatividade de metais (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004; SANJUAN et al, 2009; FRAGAL et al, 2011).

Outra revista brasileira da área de química é a Química Nova. Esta por sua vez, não é dedicada exclusivamente às questões relacionadas ao ensino de química. Referente à publicações na área de eletroquímica, relacionadas ao ensino e/ou a aprendizagem de tais conteúdos, desde sua primeira edição em 1978, apenas cinco artigos foram publicados, contudo, nenhum destes tratam sobre questões relacionadas ao ensino desse conteúdo em nível médio.

Pela revisão da literatura constatamos que existe um número pouco expressivo, ou inexistente, de trabalhos que apresentam as concepções dos professores em início de carreira sobre os conteúdos de eletroquímica, bem como sobre o seu ensino e sua aprendizagem. Por que centrar a atenção sobre o professor no presente trabalho?

Acreditamos que o professor é personagem fundamental nos processos educacionais. É o sujeito que tem contato direto com a maioria dos fatores e problemas que influenciam e/ou interferem no processo de ensino aprendizagem como as más condições de trabalho, as dificuldades em sala de aula, a relação com os alunos, as relações pessoais e profissionais com os outros sujeitos na escola, a má remuneração e a longa jornada de trabalho.

Segundo Campos (2005) mudanças educacionais não são possíveis sem os docentes. A autora discute a importância e o papel do professor como uma função mais ampla do que aquela dada pelo modelo tradicional. O professor:

[...] é o único que pode reunir em si as condições, os espaços temporários, a fundamentação pedagógica e de conteúdo, as possibilidades com a mídia e, claro, o que é mais importante, a intenção pedagógica de propiciar as aprendizagens dos alunos numa espiral formativa (CAMPOS, 2005, p.9).

Essa posição também é defendida por Vaillant (2005) em uma discussão sobre a importância do professor para promover a igualdade educacional na América Latina.

[...] devemos aceitar algo que pode soar muito óbvio: que, para mudar a educação, é necessário fazê-lo com os docentes (VAILLANT, 2005, p.47).

O professor, principalmente nos últimos anos, tem sido visto, cada vez mais, como um formador de opinião dos novos e futuros cidadãos. O professor detentor de todo conhecimento, responsável pela transmissão autoritária e rígida dos conhecimentos, é uma imagem que tem se desconstruído com o avanço nas mudanças educacionais. Para Esteve (2005):

[...] o objetivo último de um professor é ser mestre de humanidade. A única coisa que importa mesmo é ajudar nossos alunos a se compreenderem a si mesmos e a localizar o sentido de sua vida e de sua profissão no contexto do mundo que os rodeia (ESTEVE, 2005, p.121).

Considerando a fundamental importância do professor nos processos de ensino e aprendizagem, bem como a ampla gama de papéis que o mesmo desempenha em sua profissão, decidimos tomar o professor como o sujeito de nossa pesquisa. Mas, por que escolher professores em início de carreira nesta pesquisa?

O início da carreira docente é um momento delicado, que pode ser marcado pela convivência dos conflitos e tensões, com experiências motivadoras que despertem ainda mais o desejo em seguir na carreira docente.

Nos cursos de licenciatura, existem disciplinas que permitem com que o futuro professor tenha um breve contato com a escola em situação real de observação e atuação em sala de aula. Essas disciplinas constituem os estágios supervisionados obrigatórios que, normalmente, acontecem apenas no último ano ou semestre da graduação, como no formato curricular que cursei. Desta forma, esse único e curto tempo de real atuação e convívio com a escola se fazia muito superficial. Não servia como verdadeira experiência enquanto professor e muito menos nos permitia entender a complexidade do organismo chamado escola. Pude constatar isso pessoalmente quando fui trabalhar pela primeira vez como professor designado pelo estado, um mês após ter concluído minha graduação, foi um “choque de realidade”. Essa expressão, difundida principalmente por Veenman (1988), tem sido utilizada por muitos autores para representar as dificuldades dos professores no início de carreira.

Segundo Pena (2010):

[...] esse “choque com a realidade” ocorre devido ao confronto das expectativas dos professores novatos com a dura realidade da profissão e, principalmente, pelo seu desconhecimento da complexidade da ação docente (PENA, 2010, p.101).

Mesmo com a existência dos estágios curriculares obrigatórios, a experiência vivenciada nos mesmos, pelos futuros professores, não se compara com o momento em que o recém-licenciado deixa a academia e, efetivamente, vai ingressar no mercado de trabalho. É nesse momento em que o aluno realmente passa a ser professor, sozinho, sem supervisores, sem orientadores, apenas ele para enfrentar e tentar lidar com as diferentes dificuldades encontradas no contexto escolar.

Vale ressaltar que, por diversas razões, muitos alunos dos cursos de licenciaturas, independentemente da organização curricular que são submetidos na graduação, iniciam sua carreira docente ainda durante o curso. Este fato pode ter um ponto positivo por um lado, mas, um agravador por outro. Positivo porque o aluno que opta por iniciar sua carreira durante a graduação, passa a ter contato real como contexto e com as dificuldades do meio escolar mais cedo. Por outro lado, o início precoce no magistério, pode gerar outras complicações, pois o aluno ainda não tem a formação completa do ponto de vista curricular. Nessa situação ainda lhe faltam ferramentas que poderiam ajudar o mesmo na sua atuação profissional. Essas ferramentas são oferecidas, normalmente, nas disciplinas de didática, metodologia de ensino, psicologia da educação, práticas de ensino, instrumentação, entre outras.

Independente do início da carreira acontecer durante ou após a conclusão da formação inicial do professor, sempre existirão as dificuldades características do período. Para Feiman-Nemser (2001), essas dificuldades podem ser determinantes para a constituição do tipo de profissionais que os professores iniciantes virão a se tornar.

É no início da carreira (de um a cinco anos) que os professores parecem acumular sua experiência fundamental, que tende a fixar-se, em seguida, num estilo pessoal de ensinar, em macetes da profissão, em *habitus* e em traços da personalidade profissional (PENA, 2010 APUD LIMA, 1996, p.61).

Pela relevância dos fatores envolvidos durante os anos iniciais da carreira docente apresentados na literatura, selecionamos sujeitos que tivessem concluído sua graduação há no mínimo dois anos.

Além dos fatores apontados pela literatura, que mostram a importância do início da carreira docente, outros aspectos foram decisivos para a escolha dos participantes egressos da licenciatura em química. Pela metodologia de pesquisa que adotamos, seria necessária a realização de encontros com o grupo de participantes da pesquisa. Conseguir um local e horário para trabalhar com sujeitos de realidades totalmente diferentes seria um fator

complicador na realização dos encontros. Com isso, a seleção de egressos do curso de licenciatura nos permitiria maior facilidade de realizar os encontros, devido às suas realidades e suas atividades serem mais próximas.

Diante da relevância do ensino de eletroquímica, da problemática que aponta para a baixa formação docente relacionada a este assunto e pelo número pouco expressivo, ou inexistente, de trabalhos encontrados na literatura que investiguem as concepções dos professores em início de carreira sobre o conteúdo de eletroquímica, seu ensino e aprendizagem, questionamos: Quais as concepções dos professores egressos da licenciatura em química sobre o ensino de eletroquímica?

Desse modo, o objetivo proposto para o estudo foi o de investigar as concepções de professores egressos da licenciatura em química, na cidade de Uberlândia (MG), sobre o ensino de eletroquímica.

CAPÍTULO I

TRAJETÓRIA DE CONSTRUÇÃO METODOLÓGICA E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Este trabalho se configura em uma pesquisa de inspiração etnográfica, em que a situação de estudo será delineada a partir da realidade acompanhada sem, contudo, alterar as condições de produção do conhecimento em lócus.

Esta investigação não tem a pretensão de generalizar os dados e resultados obtidos. Contudo, pretende possibilitar reflexões sobre um caso, assunto, estudo, situação específica que tem potencial investigativo e analítico.

Para o desenvolvimento da pesquisa utilizamos uma aproximação da metodologia de grupo focal. Gomes (2005) afirma que a metodologia de grupo focal constitui um processo em construção no campo da pesquisa educacional ainda que para vários autores a considere apenas como uma técnica ou estratégia para a coleta de dados.

Consideramos nossa metodologia como uma aproximação da metodologia de grupo focal, pois os pesquisadores possuem relações pessoais com os participantes que foram selecionados para o desenvolvimento do trabalho. Nesse sentido, a metodologia se caracterizaria como uma entrevista, contudo, dirigida de forma coletiva.

O grupo foi constituído por um conjunto de pessoas selecionadas e reunidas pelos pesquisadores para discutir e comentar um determinado tema, que é objeto da pesquisa, a partir das suas concepções e experiências pessoais. Dessa forma, a primeira etapa foi a seleção dos sujeitos participantes da pesquisa para a constituição do grupo.

Os sujeitos que foram escolhidos para constituírem o grupo possuem características semelhantes obedecendo alguns critérios adotados pelos pesquisadores de acordo com o interesse da pesquisa. Desta forma, utilizamos como critério de seleção o tempo de carreira dos professores e a formação acadêmica dos mesmos, devendo todos ter cursado o mesmo currículo durante a sua graduação.

De acordo com o exposto acima, selecionamos professores que tinham concluído o curso de Licenciatura em Química há no máximo dois anos, e que, necessariamente, possuam a mesma formação acadêmica com respeito ao currículo. Os professores selecionados foram graduados no currículo, já extinto, de Licenciatura em Química de período integral da Universidade Federal de Uberlândia.

Ainda segundo Gomes (2005), o número de participantes em um grupo focal pode variar em até doze sujeitos, contudo, grupos com maior número de participantes são mais difíceis de gerenciar além do fato de que algum dos sujeitos pode correr o risco de não participar efetivamente da discussão. Desse modo, com a intenção de que todos participem efetivamente das discussões, adotamos um total de cinco sujeitos para constituir o grupo. De acordo com Borges e Santos (2005), embora o grupo deva ser constituído por sujeitos homogêneos com relação a determinados atributos é necessário que o mesmo abranja sua variabilidade como gênero, classe social e faixa etária, estes aspectos são elementos que nos permitem afirmar a nossa aproximação com o metodologia de grupo focal.

Em nossa pesquisa outros critérios favorecem essa variabilidade sem comprometer as características semelhantes dos sujeitos, como o tempo de atuação na profissão, o tipo de instituição nas quais trabalharam ou trabalham, o grau de formação atual e a área de especialização.

A seguir apresentamos algumas informações importantes de cada um dos cinco participantes da pesquisa, que podem nortear ou corroborar para a interpretação das falas dos mesmos durante o desenvolvimento do trabalho nas discussões do grupo.

PROFESSOR THIAGO

Thiago nasceu no final da década de 1980, na cidade de Uberlândia. Quando estava no momento de se preparar para prestar o vestibular ainda tinha dúvidas com relação à qual curso escolher, o que é muito comum entre os jovens recém-formados no ensino médio.

Prof. Thiago: [...] quando eu fui prestar vestibular eu estava muito em dúvida sobre química, geografia, ciências sociais e ciências da computação.

Thiago decidiu prestar o vestibular para química por influência de seus professores de química no ensino médio. Dos quatro professores que teve, dois tiveram papel fundamental em sua escolha pelo curso. Um destes dois foi o responsável por despertar o interesse de Thiago pela química e por ser professor.

Prof. Thiago: [...] a gente teve professores muito bons né, e um dos meus professores foi meu inspirador assim, no meu interesse de dar aula.

O outro professor foi importante para Thiago porque explicou a diferença que existe entre os cursos de química e engenharia química. Hoje Thiago afirma que se tivesse realmente cursado engenharia química teria se frustrado. Para Thiago, a química seria a melhor forma de entender a matéria e suas interações em geral enquanto a licenciatura poderia permitir com que ele tivesse um papel importante também na vida de outros.

Prof. Thiago: [...] eu percebi também que o papel do professor era muito importante para mim, e eu achei que eu podia ser importante para os outros também.

Mesmo tendo optado pelo curso de química, a decisão entre cursar a licenciatura ou o bacharelado ainda não era definitiva para ele (pois poderia escolher uma das duas modalidades ou ambas). Thiago conta o que ouviu de um aluno veterano ao perguntar sobre essa escolha:

“[...] você vai fazer o bacharel. Mas você faz a licenciatura também, porque dar aula é pra não passar fome, aí você fica com a aula lá enquanto você não arrumar emprego na indústria. Você dá aula que aí você não passa fome porque não tem professor de química”.

Com o tempo, durante o curso, o pensamento inicial de Thiago sobre se tornar professor foi se consolidando. Thiago começou a trabalhar como monitor em uma escola durante o primeiro semestre da sua graduação. No segundo, começou a trabalhar efetivamente como professor em um curso preparatório para vestibulares, no qual trabalhou até o final de 2011. Durante esse tempo, ele também trabalhou em uma escola da rede pública como professor de matemática e como professor de química em outras escolas particulares e outros cursos preparatórios para vestibular.

Licenciado há pouco mais de um ano, atualmente Thiago cursa o mestrado e no momento não está em atuação na docência. Decidiu parar de trabalhar para se dedicar melhor ao mestrado, pois estava com dificuldades de conciliá-los.

PROFESSOR BERNARDO

Nascido no início da década de 1990, na cidade de Uberlândia, Bernardo também decidiu pela área por influência de seus professores de química do ensino médio. Ao entrar na

graduação, também tinha dúvidas com relação a modalidade do curso que iria seguir, se bacharelado ou licenciatura. A falta de conhecimento sobre cada uma das modalidades foi o primeiro fator que o levou a cursar ambas as modalidades.

Prof. Bernardo: Quando eu entrei no curso de química, não tinha como eu escolher se eu queria fazer bacharelado ou se eu queria fazer licenciatura, então eu falei, já que estou aqui eu vou fazer os dois, mas eu não tinha nada definido antes, se eu queria ser professor ou se eu ia pra indústria.

Além da falta de conhecimento sobre as modalidades, Bernardo também pensava na valorização do seu currículo. Embora ele não tivesse certeza de qual área iria atuar, sabia que ter as duas formações poderiam abrir mais oportunidades.

Com o tempo essa dúvida entre as modalidades e a área de atuação foi desaparecendo segundo Bernardo, e ele percebeu que tinha maior interesse pela área acadêmica e não pela atuação em indústrias.

Prof. Bernardo: Com o tempo eu fui vendo que eu não tinha ânimo pra ir pra indústria, que não era o que eu queria, e eu fui vendo que eu queria seguir na área acadêmica mesmo, e eu acho que essa parte de licenciatura, o curso de licenciatura, por mais que seja focado para o ensino médio, podia me auxiliar muito também no meu desenvolvimento pra área acadêmica.

Bernardo começou a trabalhar como professor ainda no início de sua graduação. Embora já tenha trabalhado durante um tempo em uma escola privada atuou a maior parte do tempo em um curso preparatório para vestibulares. Em uma experiência em outra escola, Bernardo começou a trabalhar como monitor da disciplina de química, mas acabou ministrando algumas aulas também.

Atualmente Bernardo está cursando o mestrado, mas, diferente de Thiago, Bernardo ainda continua trabalhando como professor no curso preparatório para vestibulares.

PROFESSORA BIANCA

Bianca tem vinte e três anos de idade e não é natural de Uberlândia. Ela veio para a cidade para ingressar na Universidade Federal de Uberlândia. Durante o ensino médio Bianca

sempre teve química como uma de suas matérias preferidas, exceto durante o primeiro ano do ensino médio, no qual, segundo ela, o seu professor deixava a desejar.

Profª. Bianca: [...] no primeiro colegial eu odiava química porque eu tinha um professor que deixava a desejar [...] ele não tinha muito domínio do conhecimento [...] enfim, ele não explicava direito e eu não entendia nada da matéria, eu achava aquilo muito estranho, eu não entendia química, aí eu odiava.

No segundo ano do seu ensino médio, Bianca teve um novo professor de química, que conseguiu mudar a sua concepção sobre química.

Profª. Bianca: [...] aí eu já consegui realmente aprender química e me interessei muito, e a partir daí sempre gostei de química.

É muito comum que as influências de amigos e familiares influenciem os alunos de ensino em suas escolhas profissionais. Para Bianca não foi diferente. Quando dizia aos outros que gostava de química e que era esse o curso que ela desejava, Bianca tinha várias influências no sentido de incentivarem a escolha por outro curso que fosse relacionado com química, mas que não fosse química realmente, parte disso para que ela não se tornasse professora.

Profª. Bianca: [...] tudo mundo falava “não, já que você gosta de química, porque que você não faz farmácia? Faz outro curso se não você vai acabar virando professora”.

Uma vez, decidida de que queria vir para a UFU, Bianca iria prestar o vestibular para engenharia química, já que na universidade não existia o curso de farmácia na época. Contudo, neste vestibular que ela iria prestar não havia vagas para novos ingressantes no curso de engenharia química, pois o mesmo era anual. Com isso Bianca optou por prestar o vestibular para química.

Mesmo com as influências de outras pessoas para que ela não se tornasse professora, Bianca sempre quis exercer a profissão, mesmo tendo que “driblar” as opiniões e influências de outros.

Profª. Bianca: [...] apesar de tudo mundo falar “não, não faz química não, você vai virar professora” no fundo no fundo eu queria ser professora, só que

eu não falava pra ninguém. Aí pra driblar assim o povo que falava “não, não faz química” eu falava “não, eu posso fazer, tem a opção de eu ir pra indústria”. Aí todo mundo falava “ah, aí sim”.

Bianca afirma que entrou no curso com o objetivo de ser professora, mesmo tendo a opção de se graduar também como bacharel. Ela diz que o fato de seu pai ser professor pode ter sido uma influência boa nesse sentido, e que mesmo sabendo que é uma profissão difícil, ela sentia que valia a pena pelos valores nos quais acredita.

Profª. Bianca: [...] pelos meus valores eu sentia que era mais interessante do que eu ir pra indústria porque formar pessoas é ensinar, é passar um pouco do meu conhecimento, então nesse sentido eu sempre quis ser professora.

Bianca diz que se apaixonou pelo curso e que é muito mais feliz hoje do que ela seria se tivesse cursado engenharia química, pois ela acha que provavelmente estaria frustrada.

Dentre os participantes da pesquisa, Bianca é a que possui menor experiência profissional. Ela atuou em sala de aula como professora apenas durante o seu estágio curricular obrigatório durante a graduação. Atualmente está cursando o mestrado e não trabalha.

PROFESSOR LUIZ

Luiz tem vinte e cinco anos de idade e também teve química como sua primeira opção de curso, mas ao contrário de Bianca, ele achava que isso seria na engenharia química. Depois de prestar alguns vestibulares para engenharia química, sem obter sucesso, Luiz conseguiu ingressar em um curso de engenharia de controle e automação, o que serviu para ele perceber que não queria seguir no caminho da engenharia.

Prof. Luiz: [...] foi bastante bom nesse sentido porque eu também comecei com outro curso de engenharia de controle e automação, e vi que engenharia não era a minha área mesmo não.

Estudando em cursos preparatórios para vestibulares e conversando com colegas e professores, Luiz acabou se decidindo por química, porque achava que seria muito mais feliz como químico do que como engenheiro químico.

Luiz ingressou na graduação sem a intenção de seguir carreira na indústria, mas optou por cursar ambos os currículos porque queria ser pesquisador também, e nesse caso os dois currículos se complementariam.

A intenção de Luiz em seguir na carreira da licenciatura trás valores pessoais arraigados, pois ele acredita que é onde de fato o “fazer a diferença” tem sentido.

Prof. Luiz: [...] por alguns motivos que eu vejo que quem trabalha em indústria se mata de mais pra fazer pouca diferença [...] você acaba trabalhando pros outros e fazendo diferença muito mais pra quem você não precisa fazer diferença do que na licenciatura.

Luiz é professor desde antes de ingressar na universidade. Já trabalhava como professor particular de química, física e matemática, ainda que fossem aulas bem esporádicas. Sua experiência enquanto professor do estado também é como o caso de Bianca, apenas ministrou as aulas durante o estágio curricular obrigatório durante a licenciatura. Já possui experiência como professora no nível superior de ensino tendo trabalhado durante um determinado período em duas universidades federais diferentes.

Durante a realização da pesquisa Luiz estava concluindo o seu mestrado e atualmente está trabalhando como professor substituto em uma universidade federal.

PROFESSOR CARLOS

Carlos é o professor mais velho do grupo, possui vinte e nove anos. Assim como o professor Luiz, Carlos prestou vestibular, pela primeira vez, para o curso de engenharia química, por não saber exatamente a diferença entre os cursos. Uma vez que ele compreendeu a diferença entre os cursos, se decidiu pela licenciatura em química. Ao contrário dos outros participantes do grupo, Carlos optou por não cursar o bacharelado juntamente com a licenciatura, pois sabia que queria ser professor.

Desde o nono ano Carlos se diz apaixonado pela química, embora afirme que a sua professora o implicava muito, tirava suas notas sem ter argumento e, por esses e outros motivos, reciprocamente, ele também não gostava dela.

Prof. Carlos: No nono ano eu tinha uma professora que não gostava de mim, eu sempre falo isso, ela não gostava de mim [...] ela fazia de tudo pra tirar nota minha, mas ela não conseguia, eu fechava as provas dela todas e ela dava um jeito de mudar minhas notas [...]

Durante as séries do ensino médio, Carlos obteve um ótimo rendimento e sempre gostou muito da disciplina. Ele nos conta que, desde criança, tinha um interesse especial por química, ainda que ele não soubesse bem disso.

Prof. Carlos: Quando pequeno eu, eu sou filho único, então eu brincava muito sozinho em casa. E eu falava pra minha mãe, eu fazia experiência. Eu misturava óleo com vinagre, com remédio que eu achava na rua, eu pegava e triturava, pra ver se aquilo fazia alguma coisa, se acontecia alguma reação. Eu nem sabia o que era uma reação, mas eu já usava esses termos.

Carlos nos diz não ter motivo ou influência para que isso tenha acontecido. Filho de mãe semianalfabeta e pai analfabeto, sem tios, ele afirma que realmente acha que era uma “paixão”.

Carlos também é o professor mais experiente do grupo com relação a atuação profissional. Começou a trabalhar como monitor em escolas privadas durante o segundo período da graduação, e por se envolver com o trabalho desde cedo acabou se atrasando para cursar algumas disciplinas do curso. Durante o quinto semestre do curso Carlos começou a ter experiência real como professor em sala de aula. Trabalhou em curso preparatório para vestibulares, escolas particulares e municipais. Sua experiência como professor do estado se limita ao estágio curricular obrigatório durante a graduação, mas ele afirma que tem vontade de trabalhar também como professor pelo estado.

Seu interesse pela área de educação começou no início do curso, quando passou a ter contato com mais leituras e informações sobre a área em um projeto de iniciação científica. Carlos afirma que nunca se imaginou trabalhando dentro de uma indústria, que sempre se via em meio aos alunos, em uma sala de aula.

Carlos é pai de família, tem um filho, e diz não ter tentado ingressar no mestrado anteriormente por estar em um momento diferente de sua vida, em que suas prioridades exigiam outras atitudes. Durante o desenvolvimento da pesquisa Carlos conseguiu ingressar no mestrado e ainda continua atuando como professor em escolas particulares.

Uma vez tendo selecionados os sujeitos para constituir o grupo, foram realizados quatro encontros com os professores para discutir questões elencadas a partir da revisão da literatura sobre temas relacionados à eletroquímica. Essas questões foram organizadas em um roteiro de problematização, Anexo I, com a finalidade de direcionar e ordenar o andamento das discussões. Ainda segundo Borges e Santos (2005), o local das reuniões deve ser reservado, confortável, silencioso e acessível a todos os participantes da pesquisa. Levando em consideração estes aspectos, os encontros foram realizados sigilosamente em locais nos quais tivéssemos total privacidade e conforto.

Enquanto pesquisadores nosso papel foi moderar as discussões durante os encontros. Para não influenciar os sujeitos da pesquisa, tentamos sempre manter-nos neutros quanto às questões que eram debatidas. Também tivemos a função de orientar a discussão e facilitar a interação do grupo de modo que os tópicos elencados para cada encontro fossem abordados na sua totalidade por todos os participantes. Os encontros tiveram duração média de, aproximadamente, uma hora e meia para garantir que todos os participantes tivessem tempo de argumentar e expor suas idéias sobre cada tópico elencado.

Embora houvesse proximidade entre os pesquisadores e os sujeitos participantes da pesquisa, a forma como foi realizada a condução das discussões durante os encontros não foi de encontro às opiniões expressadas pelos participantes, não havendo manipulação dos dados por parte do moderador.

O registro dos encontros foi realizado através da gravação em áudio e vídeo dos encontros com a utilização de uma câmera filmadora disposta adequadamente em relação à distribuição do grupo, de modo que fosse possível ouvir e ver cada um. Os sujeitos constituintes do grupo foram informados sobre as gravações das reuniões no momento em que foram convidados para participarem da pesquisa, assim como foram informados sobre a finalidade da mesma, e sobre a garantia de anonimato.

Após terem sido realizados todos os encontros, as gravações dos mesmos foram transcritas respeitando o anonimato dos participantes por meio da utilização de nomes fictícios para cada um deles. Uma vez realizada a transcrição das gravações, a análise das

mesmas foi realizada através do cruzamento das informações coletadas e das encontradas na literatura.

Na revisão da literatura procuramos abranger o maior número possível de artigos que se relacionassem de alguma forma aos conteúdos, o ensino e a aprendizagem de eletroquímica. Pesquisamos nos periódicos de maior veiculação nas áreas relacionadas à educação química. Foram encontrados vinte e nove artigos em periódicos nacionais e internacionais, entre eles, Química Nova na Escola, Química Nova, Journal of Chemical Education, International Journal of Science and Mathematics Education, Journal of Science Education and Technology, Journal of Research in Science Teaching, University Chemistry Education e Chemistry Education: Research and Practice. Esses trabalhos foram estudados e para cada um deles foram levantadas informações sobre o objetivo, justificativas, metodologia, resultados e conclusões dos mesmos.

No periódico International Journal of Science Education foram encontrados cinco artigos relacionados à eletroquímica, e no periódico Research in Science & Technological Education foi encontrado um artigo, contudo, estes não foram conseguidos na íntegra para realizar a mesma análise que foi feita com os demais artigos pesquisados.

Após fazer a análise de todos os artigos disponíveis da nossa revisão, identificamos alguns eixos de pesquisa principais e agrupamos os trabalhos de acordo com esses eixos identificados. A tabela abaixo apresenta os eixos de pesquisa identificados e a quantidade respectiva de trabalhos encontrados para cada um dos mesmos.

Tabela 1: Eixos de pesquisa e respectiva quantidade de trabalhos encontrados

Eixo de Pesquisa	Quantidade de trabalhos encontrados
Material didático	4
Experimentação	9
Proposta de estratégias ou metodologias de ensino	6
Concepções dos estudantes	4
Definições e conceitos	8
Impacto ambiental	3
Saberes escolares	1
Curso de extensão	1
Instrumentos de pesquisa	1

Vale ressaltar que alguns dos trabalhos encontrados se enquadram em mais de um dos eixos de pesquisa identificados acima, e que, portanto, o somatório das quantidades de trabalhos indicados na tabela é maior que a mencionada anteriormente.

Após a revisão da literatura e realizada a identificação dos eixos de pesquisa, observamos a ausência de trabalhos relacionados às concepções de professores sobre eletroquímica. A partir do material obtido durante os encontros, definimos categorias possíveis para a análise das concepções dos participantes.

1. Concepções sobre ciência;
2. Concepções sobre a eletroquímica: saberes e ensino.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

Para compreendermos melhor a questão da eletroquímica na educação básica, bem como as práticas e saberes docentes relacionadas a estes conteúdos, foi realizada revisão na literatura buscando por artigos que fossem relacionados aos temas de eletroquímica e educação, tanto na educação básica quanto na educação em nível superior.

Este capítulo tem a função de apresentar diferentes trabalhos relacionados com a eletroquímica. A revisão da literatura descrita neste capítulo foi realizada pelo levantamento de trabalhos que abordassem assuntos relacionados a eletroquímica, não necessariamente as concepções de professores sobre eletroquímica.

Como já mencionado no capítulo anterior, levantamos trabalhos nos periódicos de maior veiculação nacional e internacional que discutem a educação química, e dentre estes encontramos trabalhos que discutem sobre material didático, experimentação, estratégias e metodologias para o ensino, concepções dos estudantes, definições e conceitos, impacto ambiental, saberes escolares e outros.

Após esse levantamento nos periódicos que foram revisados, não encontramos produções ligadas às concepções dos professores sobre a eletroquímica como um todo, que visa investigar as concepções de egressos da licenciatura em química sobre a eletroquímica.

Dentre os artigos encontrados, e os eixos de pesquisa elencados, os que se destacam com relação ao volume de publicações, são aqueles que discutem a experimentação para o ensino de eletroquímica. Estes perfazem um total de nove trabalhos dentre os vinte e nove encontrados durante a revisão da literatura que tivessem relação aos temas de eletroquímica e educação (HIOKA et al., 1998; HIOKA et al., 2000; MARCONATO e BIDÓIA, 2003; MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011; ALEIXO e GODINHO, 1985; FARIA, 1985; HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; PERNAULT e MATENCIO, 1999; MATSUBARA, NERI e ROOSLEN, 2007).

Hioka et al. discute a viabilidade de se produzir experimentos alternativos para o ensino e a aprendizagem de eletroquímica na educação básica. Em um desses trabalhos (HIOKA et al., 1998) os autores sugerem a construção de duas pilhas eletroquímicas a partir de materiais de fácil acesso e custo relativamente baixo, que possam permitir acender lâmpadas de pequeno consumo por um intervalo de tempo razoável. No outro (HIOKA et al.,

2000), os autores também sugerem a construção de um sistema eletroquímico que seja confeccionado com materiais de baixo custo e de fácil aquisição, todavia afirmam que esse sistema pode ser utilizado para funcionar aparelhos que utilizam pilhas do tipo AA (1,5V).

Os autores mostram que, embora os materiais utilizados para se montar esses sistemas eletroquímicos da forma tradicional sejam encontrados com certa facilidade, ainda é preciso considerar situações em que não os tenhamos. Além disso, apontam para o custo mais acessível dos materiais alternativos que eles sugerem e para fato de que uma pilha de Daniell convencional pode, caso não preparada corretamente, não ser capaz de acender uma lâmpada de baixo consumo, ou funcionar um aparelho elétrico, o que deixa a visualização do experimento muito mais atrativa.

Ao discutir sobre o potencial do eletrodo em um sistema eletroquímico, Marconato e Bidóia também apresentam uma possibilidade de montar um sistema eletroquímico com materiais alternativos. Os autores discutem a natureza relativa e arbitrária dos potenciais de eletrodo, e o fazem utilizando um eletrodo não convencional constituído principalmente por um cilindro de grafita inserido em uma laranja (MARCONATO e BIDÓIA, 2003).

O fenômeno da corrosão dos metais também pode ser abordado a partir de um sistema experimental alternativo e simples (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011). Os autores apresentam um sistema que permite simular a corrosão de arruelas de aço. Embora o fenômeno da corrosão esteja muito presente no dia-a-dia, os autores afirmam a importância de se trabalhar em sala de aula um experimento que permita visualizar melhor o mesmo. Além disso, apontam para a importância de se discutir aspectos teóricos sobre o experimento, como a influência de diferentes fatores sobre a taxa de reação de corrosão de determinado material.

Também encontramos, na revisão da literatura, artigos que discutem a experimentação para o ensino superior com relação aos conteúdos de eletroquímica. Normalmente, os eletrodos de referência mais utilizados para experimentos de potenciometria e titulação potenciométrica, em nível superior, são os eletrodos de prata e mercúrio. Existem na literatura outros eletrodos também possíveis de serem utilizados para esse fim, contudo, o seu uso é muito restrito.

O trabalho de Aleixo e Godinho (1985) mostra a viabilidade de se construir e utilizar um eletrodo de cobre metálico em experimentos de potenciometria e titulação potenciométrica no ensino superior. Dentre outras vantagens apontadas pelos autores, se encontra o fato de o

eletrodo de cobre ser de fácil construção e ser extremamente mais barato que outros eletrodos seletivos empregados com a mesma finalidade.

Faria (1985) apresenta um experimento alternativo para o estudo da eletrólise no ensino superior, utilizando eletrodos ativos de cobre e carbono. Existem outros experimentos mais comumente utilizados no ensino superior para o estudo da eletrólise, talvez o mais frequente seja a eletrólise da água. Segundo o autor, esse experimento é muito simples e não desperta o interesse dos alunos, além de não permitir seu entendimento adequado.

Um experimento muito comum em livros didáticos é o da deposição metálica espontânea. Como a maioria dos conceitos em química, a deposição metálica é dada em nível submicroscópico, de modo que analogias e modelos se tornam uma ferramenta para tornar o conceito mais compreensível pelos alunos (HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988). Os autores apresentam resultados de experimentos e analogias para o estudo da deposição metálica espontânea no nível superior de ensino. Segundo Hartwig e Rocha-Filho, os alunos de nível superior apresentaram grande dificuldade para explicar o fenômeno inicialmente, mas após a metodologia que adotaram, notaram uma melhoria significativa nas resoluções apresentadas em relação as apresentadas inicialmente. Entretanto, ressaltam as limitações e dificuldades que existem ao se trabalhar com analogias e modelos no ensino de conteúdos em química.

Um pouco mais deslocado dos temas relacionados à eletroquímica no nível médio da educação básica, Pernault e Matencio (1999) discutem o desenvolvimento e a aplicação de células eletroquímicas em camada delgada. Neste trabalho, os autores mostram a viabilidade da construção de uma célula de camada delgada de concepção simples para o estudo termodinâmico e cinético de um sistema redox. Apesar de um certo grau de não idealidade, os autores mostram que é possível determinar com sucesso parâmetros termodinâmicos e cinéticos do sistema ferri/ferrocianeto de potássio.

Ao mencionarmos o termo pilha, provavelmente, a maioria das pessoas devem remeter-se as pilhas alcalinas tão comuns no nosso dia-a-dia. O tema de pilhas alcalinas é amplo para trabalhar uma série de conteúdos químicos, e especificamente, eletroquímicos (MATSUBARA, NERI e ROOSLEN, 2007). Os autores fornecem informações conceituais relacionadas às pilhas alcalinas e apresentam roteiros para a preparação e caracterização físico-química de uma pilha alcalina no nível superior de ensino.

O segundo eixo de pesquisa que identificamos, a partir da revisão da literatura, que apresentou maior quantidade de publicações foi o de trabalhos que discutem definições e conceitos relacionados à eletroquímica, perfazendo um total de oito dos vinte e nove artigos

encontrados (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000; VILLULLAS, TICIANELLI e GONZÁLES, 2002; IBANEZ, 2002; MARCONATO e BIDÓIA, 2003; MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004; MATSUBARA, NERI e ROSOLEN, 2007; JOHNSON, 1983; FAULKNER, 1983).

O trabalho realizado por Bocchi, Ferracin e Biaggio (2000), apresenta de forma simplificada o funcionamento das pilhas e baterias que mais frequentemente aparecem no nosso cotidiano. Os autores utilizam de figuras, esquemas e equações químicas para apontar as semelhanças e diferenças entre estes dois sistemas eletroquímicos. É um trabalho relevante pois, quando se fala em eletroquímica, talvez o primeiro termo que venha a mente dos alunos seja as pilhas, mas no nosso dia-a-dia, as baterias também estão presentes em várias situações, além das pilhas recarregáveis. Portanto, é interessante ter informações para esclarecer os alunos sobre essas diferenças.

Uma das novas tecnologias para a geração de energia limpa e renovável, segundo Villullas, Ticianelli e Gonzáles (2002), são as células a combustível. Nesse trabalho, os autores apresentam esquemas, ilustrações e representações químicas que explicam o que são essas células, bem como o funcionamento e aplicações das mesmas.

Ibanez (2002) apresenta definições e conceitos sobre algumas técnicas eletroquímicas e a sua contribuição direta ou indireta para a melhoria do meio ambiente. Além disso, o autor descreve experimentos em microescala que mostram a utilização das técnicas eletroquímicas nesse sentido.

O artigo de Marconato e Bidóia (2003), já mencionado anteriormente com relação à experimentação no ensino de eletroquímica, também se enquadra no eixo de definições e conceitos, pois traz uma breve revisão sobre a origem dos potenciais de eletrodo, equação de Nernst e outros conceitos importantes relacionados à estes.

A corrosão, embora entendida como um fenômeno restrito aos metais pode ocorrer também em materiais não metálicos como polímeros orgânicos, concreto e outros (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004). Este artigo trabalha a definição de corrosão e classifica os diferentes tipos de corrosão com base no processo químico envolvido e no tipo de material que a sofre.

Outro artigo, também já mencionado com relação à experimentação no ensino superior, também traz um apoio teórico e didático importante para formação de um químico (MATSUBARA, NERI e ROSOLEN, 2007). Os autores, ao discutirem sobre a pilha alcalina,

abrangem uma série de outros conteúdos como a armazenagem de energia, reações de oxidação e redução, o uso da Lei de Faraday, efeito Joule e energia livre de Gibbs.

Com o objetivo de trazer à mente dos professores a redescoberta da emoção e relevância do amplo conteúdo de eletroquímica no currículo de ensino médio e graduação, Johnson (1983) traz uma ampla quantidade de tópicos em eletroquímica que envolve conceitos com um grau de complexidade razoável. Inicialmente o autor apresenta alguns conhecimentos prévios que são necessários para o melhor entendimento do artigo, só depois então, apresenta conceitos e sugestões pedagógicas para o ensino de eletroquímica, além de mostrar diversas aplicações da eletroquímica na sociedade naquela época.

Faulkner (1983) também caminha na mesma direção. Nesse trabalho, o autor apresenta uma síntese para o entendimento da heterogeneidade de um sistema eletroquímico e um senso químico para importantes variáveis eletroquímicas, como potencial, corrente e carga, questões complexas e que são fontes de dificuldades por parte de professores e alunos.

Em nossa revisão também encontramos artigos que estratégias e metodologias para o ensino de eletroquímica. Neste eixo de pesquisa que identificamos, encontramos um total de seis artigos (SANJUAN et al., 2009; FRAGAL et al., 2011; HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; NIAZ e CHACÓN, 2003; BUCAT, 2004; ACAR e TARHAN, 2006).

A utilização de temas geradores ou problematizadores para introduzir e trabalhar conceitos químicos é uma discussão cada vez mais recorrente. Sanjuan et al. (2009) discutem o processo de construção e implementação de uma unidade temática sobre eletroquímica, utilizando como tema problematizador, o fenômeno da maresia. O grupo de pesquisa relata a dificuldade ao desenvolver o trabalho em relação a fatores como tempo disponível, como desenvolver o projeto e dificuldade com os conceitos químicos por parte deles. Segundo as pesquisadoras, houve melhora na participação dos alunos assim como na própria postura enquanto docentes.

Um trabalho similar foi realizado por Fragal et al. (2011), no qual eles discutem a criação e implementação de uma nova proposta para o ensino de conteúdos de eletroquímica sobre a reatividade de metais para os alunos de ensino médio. O resultado da pesquisa mostrou que os estudantes tiveram boa compreensão dos temas abordados, além de ampliar a problemática para questões econômicas e sociais, bem como contribuir para o exercício da cidadania dos mesmos.

Hartwig e Rocha-Filho (1988) também tiveram seu trabalho enquadrado neste eixo de pesquisa, pois, além de trabalhar a experimentação alternativa para o ensino de eletroquímica

no ensino superior, os autores descrevem todo procedimento e as etapas da proposta de ensino que realizaram.

Algumas pesquisas mostram que os alunos possuem maior facilidade em solucionar problemas com algoritmos do que problemas conceituais (NIAZ e CHACÓN, 2003). Nesse sentido, os autores propõem, nesse trabalho, uma estratégia de ensino que possa facilitar o entendimento do conteúdo de eletroquímica pelos estudantes do ensino médio. A metodologia proposta se baseou em preceitos de Lakatos, Piaget e Vygotsky e foi realizada na Venezuela. O resultado da pesquisa mostra que houve uma melhora significativa no aprendizado dos alunos, bem como aprimorou a capacidade dos mesmos em resolver problemas conceituais.

Uma análise mais profunda com relação ao papel do professor é feita por Bucat (2004). O autor discute sobre os conhecimentos científicos e pedagógicos dos professores, alertando para alguns aspectos como o uso inadequado de simbologias, linguagens e definições, modelos e sua distinção da realidade.

Acar e Tarhan (2006) apresentam resultados de uma investigação cooperativa com alunos de segundo ano do ensino médio, para melhor compreensão dos conteúdos de eletroquímica. Os pesquisadores trabalharam com um grupo de controle e um grupo experimental. No grupo experimental a metodologia de ensino foi bastante diversificada, com utilização de aulas experimentais, animações computacionais, dinâmicas para exposição de ideias e outros. A pesquisa mostra que a metodologia adotada no grupo experimental corrigiu diversas concepções alternativas dos estudantes e que o uso de experimentos e animações atraiu maior atenção dos alunos, despertando neles maior interesse.

Outro tema recorrente na área de educação em química são as concepções alternativas dos alunos. Com relação aos conteúdos de eletroquímica também se observam vários casos em que os alunos possuem concepções que diferem daquelas aceitas como científicas. Na revisão da literatura foram encontrados quatro artigos que abordam concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos de eletroquímica (SANGER e GREENBOWE, 1997a; SANGER e GREENBOWE, 1997b; SANGER e GREENBOWE, 1999; GARNETT e TREAGUST, 1992).

Segundo Garnett e Treagust (1992), até o momento da elaboração do artigo, muito já havia sido publicado sobre dificuldades conceituais e concepções alternativas, mas eles afirmam não entender como um assunto tão importante como a eletroquímica não havia sido investigado de maneira mais profunda. O objetivo principal do trabalho foi reportar algumas dificuldades conceituais dos estudantes em entender aspectos de eletroquímica relacionados

às células eletroquímicas e eletrolíticas. Os resultados da pesquisa mostram seis principais dificuldades dos alunos relacionadas à linguagem química, a simbologia e o uso generalizado de alguns conceitos.

Sanger e Greenbowe (1997a) fazem uma réplica ao trabalho de Garnett e Treagust (1992). Alguns motivos para a réplica são as diferenças existentes no ensino em países europeus, Austrália e Estados Unidos, por algumas concepções identificadas por Garnett e Treagust não terem sido identificadas no trabalho, e pelo fato de réplicas serem pouco publicadas nas ciências de educação, o que poderia acrescentar maior conhecimento ao assunto. Neste trabalho, Sanger e Greenbowe (1997a) investigaram concepções alternativas, especificamente, sobre células galvânicas, eletrolíticas e concentrações de células. As concepções identificadas foram semelhantes às apontadas no trabalho de Garnett e Treagust, mas uma das principais diferenças é o fato de os autores desconsiderarem a natureza relativa dos potenciais eletroquímicos como possível fonte de concepções alternativas.

Em outro trabalho (SANGER e GREENBOWE, 1997b), os autores concentram a pesquisa nas concepções alternativas e nos mecanismos propostos pelos alunos sobre o fluxo de corrente elétrica em soluções eletrolíticas e sobre a ponte salina. Para tentar sanar essas concepções alternativas identificadas pelos autores, neste trabalho, eles lançam mão da animação computacional como recurso didático para facilitar o aprendizado dos alunos, de modo a diminuir as concepções alternativas durante o aprendizado dos mesmos.

Uma possível fonte de concepções alternativas dos alunos também pode ser o livro didático, que é o que Sanger e Greenbowe constataram anos depois em outra pesquisa (1999). Neste trabalho os autores analisaram dez livros didáticos, especificamente tópicos relacionados aos conteúdos de eletroquímica, e a partir dessa análise, puderam verificar e identificar possíveis fontes para as concepções alternativas dos alunos.

Não apenas nos conteúdos de eletroquímica, mas em todos os conteúdos, os materiais didáticos podem influenciar diretamente e indiretamente nos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, identificamos outro eixo de pesquisa como material didático, que foram artigos que discutiam sobre o uso de modelos, livros didáticos e animações computacionais. Foram encontrados quatro artigos que se encaixaram nesse eixo de pesquisa (HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; BURKE, GREENBOWE e WINDSCHITL, 1998; SANGER e GREENBOWE, 1999; HUDDLE, WHITE e ROGERS, 2000).

O trabalho de Hartwig e Rocha-Filho (1988), também se enquadra no eixo relacionado aos materiais didáticos porque trabalham com modelos.

Já o trabalho de Burke, Greenbowe e Windschitl (1998), tem como objetivo apresentar as vantagens de utilizar modelos com animações computacionais, bem como mostrar quais são os principais requisitos que uma animação deve possuir para efetivo auxílio no ensino e aprendizagem de um conteúdo. Os autores discutem aspectos técnicos sobre a elaboração e utilização do recurso computacional e concluem o trabalho afirmando que, quando bem elaborado e bem utilizado por professor e aluno, o recurso computacional se torna um importante aliado no processo de ensino e aprendizagem, pois favorece a inter-relação entre os níveis fenomenológico (macroscópico), teórico (microscópico ou submicroscópico) e representacional (simbólico).

Na pesquisa de Sanger e Greenbowe (1999), os autores discutem o livro didático como fonte de concepções alternativas dos alunos e ainda apontam que o mesmo não é usado apenas como um guia pelos professores, além de que os pais dos alunos se preocupam quando o livro didático não é utilizado como principal fonte de conhecimento.

Hudle, White e Rogers (2000) também utilizam um modelo para o ensino de eletroquímica pra tentar corrigir concepções alternativas dos alunos. Os autores propõem um modelo que não utilize de energia elétrica para o seu funcionamento e que seja simples para ser utilizado nas escolas e no treinamento de professores na África do Sul, pois o uso de vídeos e animações computacionais estava fora do alcance dos pesquisadores. O resultado do uso do modelo proposto foi positivo, mas os autores ressaltam a necessidade do papel do professor na mediação do processo de ensino e aprendizagem para que as limitações do modelo não sejam interpretadas como realidade.

Outros quatro eixos de pesquisa foram identificados a partir da revisão da literatura, porém com um número pouco expressivo de trabalhos. Três artigos apresentados no eixo de pesquisa definições e conceitos também discutem a eletroquímica pelo viés do impacto ambiental, tratando do cuidado e das precauções no descarte de pilhas e baterias (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000), das vantagens das células a combustível como sistemas para geração de energia limpa e renovável (VILLULLAS, TICIANELLI e GONZÁLES, 2002) e no uso de técnicas eletroquímicas para melhoria do saneamento ambiental (IBANEZ, 2002).

Os outros três artigos encontrados não se enquadram em nenhum dos eixos de pesquisa discutidos até aqui. Um deles estuda a lacuna existente entre a pesquisa em educação e a sua aplicação prática, além de discutir sobre os instrumentos utilizados para a pesquisa em educação com foco na gravação das discussões e aulas em sala de aula e/ou laboratório (JONG, 2000). Outro descreve um curso de extensão para alunos de graduação no Instituto de

Tecnologia de Ellinois voltado para atividades eletroquímicas como células de combustíveis e baterias (MAY e GUPTA, 1997). E outro eixo também identificado foi o de saberes escolares. O trabalho de Bucat (2004), já mencionado no eixo de pesquisa relacionado às propostas de estratégias e metodologias para o ensino, discute aspectos importantes como a diferenciação dos saberes científicos e escolares e a transposição didática dos mesmos, da academia para a escola.

A maioria dos artigos encontrados durante a revisão da literatura no momento inicial desta pesquisa, independente se os mesmos são focados na experimentação (HIOKA et al., 1998; HIOKA et al., 2000; MARCONATO e BIDÓIA, 2003; MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011; ALEIXO e GODINHO, 1985; FARIA, 1985; HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; PERNAULT e MATENCIO, 1999; MATSUBARA, NERI e ROOSLEN, 2007), na definição de conceitos relacionados à eletroquímica (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000; VILLULLAS, TICIANELLI e GONZÁLES, 2002; IBANEZ, 2002; MARCONATO e BIDÓIA, 2003; MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004; MATSUBARA, NERI e ROSOLEN, 2007; JOHNSON, 1983; FAULKNER, 1983), nos materiais didáticos (HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; BURKE, GREENBOWE e WINDSCHITL, 1998; SANGER e GREENBOWE, 1999; HUDDLE, WHITE e ROGERS, 2000), concepções alternativas (SANGER e GREENBOWE, 1997a; SANGER e GREENBOWE, 1997b; SANGER e GREENBOWE, 1999; GARNETT e TREAGUST, 1992) ou em propostas de metodologias de ensino (SANJUAN et al., 2009; FRAGAL et al., 2011; HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988; NIAZ e CHACÓN, 2003; BUCAT, 2004; ACAR e TARHAN, 2006), todos apresentam como pano de fundo a necessidade de tornar os conceitos eletroquímicos mais compreensíveis, próximos e claros, tanto para o estudante quanto para o professor. Portanto, a literatura mostra que os conteúdos relacionados à eletroquímica são, de fato, complexos para o ensino e a aprendizagem.

Como pode ser observado acima, não foi encontrado nos periódicos analisados, na revisão da literatura, nenhum trabalho que discutisse os saberes e as práticas dos docentes em início de carreira sobre os conteúdos, o ensino e a aprendizagem de eletroquímica na educação básica, o que corrobora para a realização de nossa pesquisa.

CAPÍTULO III

CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA

O QUE É CIÊNCIA, AFINAL?

A alusão ao título de Chalmers (1997) levou-nos a investigar sobre as concepções dos entrevistados a despeito da ciência. Desse modo, os participantes da pesquisa foram solicitados, inicialmente, a expressar suas ideias sobre este conceito. Propusemos esse primeiro questionamento porque acreditamos que para compreender melhor as concepções dos participantes sobre eletroquímica, seria interessante sabermos suas concepções sobre temas mais amplos. Durante o primeiro encontro com os participantes, levantamos para eles a pergunta: o que é ciência?

O primeiro participante a se manifestar foi o professor Thiago que foi objetivo em sua colocação:

Prof. Thiago: [...] eu acreditava que era um conjunto de conhecimentos e concepções que eram voltados a escrever, explicar ou desenvolver alguns tópicos, algumas coisas.

Pelo relato de Thiago, percebemos que ele compreende a ciência como um conjunto de saberes que foram criados como produção humana do conhecimento. De acordo com a fala de Thiago, podemos entender que ele concebe a ciência como uma busca da humanidade por respostas aos problemas ou como algo criado para promover o desenvolvimento de uma sociedade.

A professora Bianca demonstra ter dificuldade em conceituar o que é ciência, mas por seu relato, percebemos semelhanças com a posição defendida pelo professor Thiago. Bianca conceitua ciência como uma busca das explicações, as quais podem mudar conforme o contexto histórico ou a tecnologia utilizada em observações científicas.

Profª. Bianca: Pra mim é muito difícil definir o que é ciência [...] pra mim é a busca das explicações. [...] é algo inacabado, porque as explicações sempre vão mudar conforme a época, conforme o pensamento, conforme o poder das observações [...].

Ambos os depoimentos, assemelham-se e podem situar a ciência em um conjunto de conhecimentos voltados à desenvolver as coisas, pressupostos, e matrizes epistemológicas, à semelhança do que Firme e Amaral (2008) têm defendido. Esses pesquisadores investigavam as concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia e sociedade. A concepção de ciência como um conjunto de informações cujo objetivo seja responder ou solucionar questões de interesse na vida do homem em diferentes períodos expressa uma concepção de ciência como uma produção intelectual capaz de dar respostas aos questionamentos humanos.

O professor Carlos já aponta a ciência como um conjunto de saberes destinado a investigar algo que existe. Carlos ressalta o fato de que a ciência não deve ser encarada como algo definitivo e acabado, ou ainda, que tenha sido criada em uma data específica por um pesquisador específico.

Prof. Carlos: [...] ela é sim um conjunto de saberes [...] mas ela é também uma forma de investigar aquilo que existe. Porque a ciência não foi criada em um dia, a gente sempre discute isso, e eu pergunto pros meninos e sempre um ou outro falam, e até citam nomes de criadores da ciência.

Na fala do professor Carlos, foi evidenciada, também, a postura de que saberes populares, ou não acadêmicos, podem ser considerados como ciência.

Prof. Carlos: [...] povos antigos, eles tinham costumes, eles tinham conhecimentos, que eram passados de pais para filhos, e que, se a gente for pensar, isso é ciência, porque era uma forma que eles tinham de mudar o meio no qual eles viviam.

O professor Bernardo, em sua fala, também mostra a ideia de que a ciência não foi criada, mas sim que ela sempre existiu independentemente da área. Ele ainda afirma que tudo o que pode ajudar a sociedade de alguma forma, pode ser considerado como ciência.

Prof. Bernardo: [...] a ciência sempre existiu. Pra mim, tanto a área da física, química, filosofia, a área que for, tudo engloba ciência porque tudo busca ajudar a sociedade de alguma forma, eu acho que ciência é isso. Eu acho que quando você consegue de alguma forma por uma área, que seja a química, um movimento que contribui de alguma forma com a sociedade eu acho que é o avanço da ciência.

As falas dos professores Bernardo e Carlos, mostram uma concepção de ciência como produção humana, a qual possibilita a leitura do mundo pelo homem e para o homem, pois compreende a ciência como um conjunto de conhecimentos que não se constituem de forma isolada e estagnada (FIRME e AMARAL, 2008). Porém, desconsideram que a produção científica caracteriza-se em sistematizações próprias de um campo do conhecimento, independente de ser o conhecimento científico produzido pela academia, ou mesmo o conhecimento enquanto organização teórica de uma práxis popular. Esses dois pilares não são considerados pelos investigados, considerando ciência como qualquer produção de conhecimento, mesmo aqueles que organizam saberes do senso comum.

Luiz apresentou uma visão diferente das outras expostas pelos demais participantes da pesquisa. Para ele, a ciência se configura como um discurso, algo que você pode conhecer e optar por querer utilizá-lo ou não.

Prof. Luiz: [...] toda ciência é um discurso. [...] como um discurso, você pode ou não querer utilizá-lo na sua vida [...] a física, a filosofia, as religiões, para mim são discursos, então, você vai, dentro dos diversos discursos, elencar aqueles que você queira pra você. E eu como escolhi ser químico, aceito o discurso químico como um daqueles que eu quero ter dentro da minha vida.

As práticas discursivas remetem ao sujeito produtor desse discurso. Logo, não se pode separar o discurso de seu autor. A ciência como discurso é, portanto, uma produção humana, marcada por ideologias de quem o produz influenciado por contextos históricos, estéticos, éticos, políticos e econômicos. Para Luiz, a incorporação do discurso depende, igualmente, de quem o internaliza e o reproduz. O modo de uso desse discurso na perspectiva da linguagem modifica a forma que entendemos os fenômenos naturais, sociais e humanos. Por isso, ao situar que a filosofia, a religião, a física etc, como discursos; dá autonomia ao sujeito de utilizar diferentes linguagens em contextos e situações diversos, o que, nessa perspectiva, pode romper com matrizes dogmáticas e finalísticas de uma única linguagem que se sobrepõem a outra. O ensino, nessa via, deve levar o sujeito à diferentes entendimentos do contexto social e natural dando-lhe oportunidade de escolha, de autonomia intelectual e de juízo de valores.

CONCEPÇÕES SOBRE ELETROQUÍMICA: SABERES E ENSINO

MATERIAIS DIDÁTICOS

Os recursos didáticos, em geral, são ferramentas que existem para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Esses materiais, dentre outras funções, podem ajudar a aproximar o conhecimento científico do aluno. Por outro lado, pode, também, reforçar concepções alternativas, obstáculos epistemológicos e distorções no conhecimento. Em química vários conteúdos são abstratos, distantes do mundo macroscópico do aluno, o que quer dizer que esses conteúdos não podem ser de fato visualizados como fenômenos no dia-a-dia do estudante. Como exemplo, podemos citar a estrutura atômica (a existência e a disposição das sub-partículas atômicas no átomo), como ocorrem as ligações químicas ou como se organizam os átomos de determinada molécula orgânica.

Com o conteúdo de eletroquímica não é diferente, pois a construção teórica baseia-se principalmente em fenômenos sub-microscópicos, notadamente na transferência de elétrons entre átomos ou íons de um sistema, o que resulta na oxidação ou redução. Com isso, decidimos explorar as concepções dos professores, ou o que eles conhecem, sobre materiais didáticos para o ensino e a aprendizagem de eletroquímica. Perguntamos quais os materiais didáticos que eles conhecem para o ensino de eletroquímica e se os consideram adequados para o ensino desses conteúdos.

É preciso ressaltar que nos próximos quatro tópicos, incluindo este, não há participação do professor Bernardo. Isso ocorreu porque estávamos com muita dificuldade em encontrar uma data e horário que fosse possível reunir todo o grupo de participantes. Deste modo, decidimos realizar o terceiro encontro com a maioria dos participantes possível.

O primeiro a se expressar foi o professor Thiago. Basicamente, Thiago tem maior contato com alguns dos livros didáticos mais utilizados no ensino médio – tendo em vista que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático, cuja distribuição de exemplares é realizada pelo Ministério da Educação em todo o país. São eles: FELTRE, 2004; USBERCO e SALVADOR, 2010; CANTO e PERUZZO, 2011; MÓL et. al., 2003; MACHADO e MORTIMER, 2012.

Prof. Thiago: [...] tem os livros do ensino médio, que é o que eu tive contato inicialmente [...] eu não gosto do modelo que é o mais padrão, tipo o do Usberco e Salvador, Feltre [...] Tito e Canto, que eu acho que é bem parecido

mesmo e eu não gosto da forma como eles trazem. Quando eu vou trabalhar eletroquímica eu uso o livro do Mól [...] fico entre Horta e Mól, eu gosto [...] Eu uso eles como texto base, como um guia de ideias.

Para Thiago, alguns destes livros apresentam os conteúdos de forma similar (CANTO e PERUZZO, 2011; FELTRE, 2004; USBERCO e SALVADOR, 2010) e, segundo ele, não gosta da forma como abordam os conteúdos.

Esses livros apresentam os conteúdos de forma muito tradicional. Normalmente os conceitos estão demasiadamente resumidos, a linguagem utilizada pode gerar interpretações ou concepções erradas no estudante, e as aplicações dos conteúdos, ou a utilidade dos mesmos no cotidiano do aluno, são desvinculadas dos conceitos químicos.

Mendonça, Campos e Jófili (2004) realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar a abordagem dos conceitos de oxidação-redução nos livros didáticos de química orgânica do ensino médio. Estes livros citados anteriormente (CANTO e PERUZZO, 2011; FELTRE, 2004; USBERCO e SALVADOR, 2010) fizeram parte dos materiais que foram analisados. Os autores concluíram que eles são pouco adequados para o ensino dos conceitos em investigação, apresentam uma padronização desfavorável para o aprendizado dos estudantes e, desta forma, contribuem para uma confusão conceitual nos alunos e professores (MENDONÇA, CAMPOS e JÓFILI, 2004).

Outro trabalho, sobre a abordagem do princípio de Le Chatelier nos livros didáticos, mostrou que os mesmos livros, mencionados acima, a fazem de forma vaga, ambígua, universal e sem fundamentação teórica (CANZIAN e MAXIMIANO, 2010). O trabalho realizado por Wartha e Faljoni-Alário (2005), sobre a contextualização nos livros didáticos, mostra que estes, mencionados anteriormente, não contextualizam o conhecimento químico na perspectiva de discussão de temas sociais, ambientais, tecnológicos, éticos ou econômicos. Para os autores, a contextualização nesses livros didáticos assume apenas a função ilustrativa, da curiosidade, da informação jornalística, da mera citação da aplicação de determinados princípios ou ainda da simples compreensão dos conceitos químicos relacionados aos temas.

Os outros dois livros citados por Thiago (MÓL et al., 2003; MACHADO e MORTIMER, 2012) apresentam uma forma diferente de abordar os conteúdos químicos. Ambos usam uma metodologia mais temática para trabalhar os conceitos químicos. As aplicações normalmente vêm antes da explicação dos conceitos os quais não estão descolados do contexto fenomênico. É possível observar que até a ordem dos conceitos é apresentada de forma diferente dos livros mais tradicionais.

Além dos livros didáticos, Thiago diz conhecer um site que possui animações computacionais para o ensino de química (www.phet.colorado.edu). Embora Thiago afirme já ter utilizado esse recurso para ensinar outros conteúdos, como modelos atômicos, ele diz não ter utilizado tal recurso para ensinar conceitos relacionados à eletroquímica, pois na escola que ele tinha o recurso de data show para utilizar as animações ele não lecionou tais conteúdos.

Prof. Thiago: [...] eu uso aquele site de animações que se chama phet [...] mas que eu já usei em sala de aula mesmo do phet não tinha a ver com eletroquímica né, era só modelo atômico, polaridade e gases [...] eletroquímica eu não cheguei a usar porque eu não dei aula de eletroquímica não, na escola que tinha o recurso de data show que eu poderia usar.

O professor Carlos também comenta sobre os livros didáticos e sobre o uso de animações computacionais. Ao contrário do professor Thiago, Carlos diz que utiliza livros como o USBERCO e SALVADOR (2010) na preparação de suas aulas, pois acha que existem algumas coisas interessantes nesses materiais. Mas, faz uma ressalva: para utilizá-lo como material para os alunos é um livro que não apresenta o conteúdo de forma clara, deixando algumas lacunas.

Prof. Carlos: Na preparação das aulas, às vezes, eu até gosto de usar o Usberco e Salvador, eu gosto de ler ele por causa de algumas coisas, mas como material mesmo para os meninos, eu acho que a forma como ele apresenta o conteúdo não é tão, assim, clara. Ele deixa um monte de lacunas em algumas coisas.

Outro recurso que Carlos utiliza, assim como o professor Thiago, são animações computacionais. Carlos, diferente de Thiago, já teve oportunidade de trabalhar conteúdos relacionados com eletroquímica utilizando animações computacionais. Quando trabalhou os conceitos de eletrólise, Carlos utilizou um objeto de aprendizagem idealizado por ele próprio.

Prof. Carlos: [...] numa escola que eu trabalhei, eu trabalhei eletrólise especificamente, somente a frente de eletrólise, eu usei um objeto de aprendizagem que eu mesmo criei. [...] e assim, ficou legal [...] umas “animaçõeszinhas” em que eu procurei tornar a coisa bem atrativa [...] eu

idealizei, a parte computacional não foi eu quem fez não. Essa parte eu ainda não domino não.

Além desse objeto de aprendizagem utilizado e idealizado por ele, Carlos também diz conhecer e ter utilizado em aula algumas animações disponíveis pela Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED, do Ministério da Educação.

Prof. Carlos: E tem outros também, o RIVED tem sobre pilhas, que eu conheço e que é até legal, trabalha mais ou menos uma simulação da pilha recarregável, da pilha alcalina, da pilha comum, então é legal até pra mostrar para os meninos umas “animaçõeszinhas” das reações que acontecem nessas pilhas, e eu já usei numa aula.

Carlos destaca uma estratégia didática no ensino de química: a experimentação. Ele afirma que se fosse trabalhar eletroquímica na escola em que ele atua como professor, utilizaria aulas experimentais, pois a escola possui estrutura física adequada para tal.

Prof. Carlos: Agora, onde eu trabalho hoje, se eu for trabalhar, por exemplo, a pilha, eu utilizaria uma aula prática, porque lá tem estrutura que eu poderia utilizar pra montar uma pilha, utilizar mesmo a parte de pilhas ou somente para os alunos reconhecerem as reações, se são espontâneas, se são não espontâneas, oxi-redução, quem reduz e quem oxida [...]

A experimentação é uma alternativa muito discutida para o ensino de química. De acordo com a posição defendida por Guimarães (2009), a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que possibilitem a contextualização. O autor ainda afirma que a experimentação, além de poder ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, pode ser utilizada para solucionar problemas reais, o que torna a ação do educando mais ativa no processo de aprendizagem.

Existem diferentes visões sobre o uso da experimentação para o ensino de química, dentre elas a experimentação ilustrativa, a investigativa e a problematizadora (FRANCISCO JR., FERREIRA e HARTWIG, 2008). Os autores discutem que a experimentação deve ter a função de promover a apreensão dos conceitos pelo aluno e que essa apropriação dos conceitos químicos se torna mais concreta quando a prática experimental é próxima do seu cotidiano e tem significado para o aluno. Além disso, a experimentação traz a sensação de “novo” para o aluno. As aulas experimentais, quando bem orientadas e planejadas, se tornam

mais atraentes e motivadoras para os educandos, e colocam os mesmos como agentes ativos no processo de aprendizagem (OLIVEIRA, RESENDE FILHO e ANDRADE, 2011).

A professora Bianca, nunca trabalhou conceitos de eletroquímica. Esse foi um dos motivos pelos quais decidimos convidá-la para participar da pesquisa, queríamos conhecer a concepção de alguém que tivesse tido contato com a eletroquímica apenas durante o ensino médio e o ensino superior, para sabermos se a formação em nível superior modificou de alguma forma o seu conhecimento sobre eletroquímica (que foi um dos tópicos abordados mais adiante).

Profª. Bianca: Eu nunca dei aula de eletroquímica, então eu não tenho muito contato com o material didático [...] Mas olhar ele para o ensino assim eu acho que eu não tenho condição de falar.

Embora ela não tenha trabalhado conteúdos de eletroquímica especificamente, Bianca faz um comentário geral sobre os livros didáticos tradicionalmente utilizados no ensino médio.

Profª. Bianca: [...] se eu tivesse que dar uma aula de eletroquímica eu não usaria esse material, eu procuraria outro material ou o usaria, mas, com outros recursos, como os meninos falaram, com animações, alguma coisa assim. Porque eu acho que esses livros são muito superficiais mesmo, para o ensino de eletroquímica, parece que não ficam muito claro os conceitos, parece que é colocado mais com o intuito de os alunos memorizarem mesmo os conceitos, mas não explica realmente. [...] com a visão que a gente tem, ele pode até ser claro, mas pra um aluno que vai ser iniciado na eletroquímica, que não sabe nada, aí eu acho que ele não é claro. Acho que ele não é claro e não explica de forma satisfatória para o aluno.

A professora Bianca apresenta informações importantes sobre concepções alternativas que podem ter origem em pequenos erros conceituais encontrados em livros didáticos, inclusive, ela menciona uma concepção alternativa que ela mesma possuía sobre a transferência de elétrons em uma pilha de Daniel. Ela propõe que a própria maneira como representamos a pilha de Daniel, ou como ela frequentemente é representada em livros didáticos, é uma possível fonte de concepções alternativas para os alunos. Em alguns casos, conforme mostra a Figura 1 a seguir (FELTRE, 2004), bolinhas indicam os elétrons e setas representam o sentido da corrente elétrica. Para a professora Bianca isso pode gerar a concepção de que o elétron está “andando” por aquele “caminho” indicado.

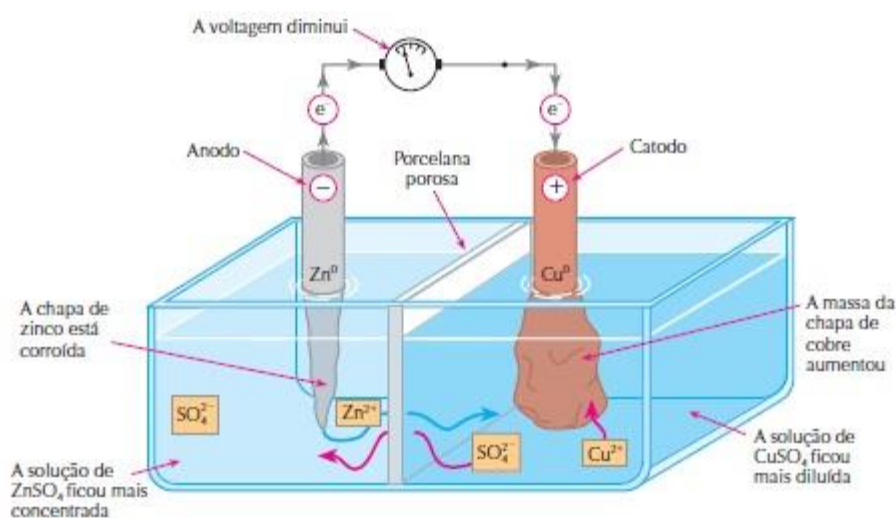


Figura 1: Representação de uma pilha de Daniel.

Profª. Bianca: [...] pela própria representação mesmo da pilha, quando eles colocam ali o sentido da corrente né, de onde estaria saindo o elétron e onde estaria chegando esse elétron, eles colocam a setinha lá e ainda colocam o eletronzinho, qualquer pessoa que olhar aquilo ali vai pensar que é o caminho do elétron, que o elétron vai andando ali.

Esse aspecto apontado por Bianca realmente é algo preocupante e relevante. Sanger e Greenbowe (1999) realizaram um estudo analisando livros didáticos de química como fontes de concepções alternativas e erros conceituais em eletroquímica. O livro didático é um material considerado por muitos alunos como uma grande fonte de conhecimento. Além disso, os pais dos alunos, frequentemente, demonstram preocupação se, de fato, o livro didático é utilizado durante o desenvolvimento das aulas.

Um dos fatores citados no artigo como fonte de concepções alternativas é a representação do anodo de uma célula eletroquímica, na maioria das vezes, à esquerda da mesma. A representação das semi-células de um sistema eletroquímico também é apontada como uma possível fonte de erro, pois a representação do anodo à esquerda na representação é algo comum, mas poucos livros analisados explicam que essa é uma convenção de simbologia recomendada pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

A forma como o livro didático apresenta os conteúdos, não só referente as ilustrações ou simbologias, mas também nos termos que são utilizados para descrever algum fenômeno também podem gerar concepções alternativas para os alunos. O fragmento a seguir é retirado

de um dos livros didáticos mais utilizados no ensino médio em nossa cidade, especialmente nas escolas públicas.

Desse modo, teremos um fluxo de elétrons escoando, pelo fio externo, da chapa de zinco (pólo negativo ou **anodo**) para a chapa de cobre (pólo positivo ou **catodo**). (FELTRE, 2004, p.295).

O autor utiliza o termo “escoar” para se referir ao movimento de elétrons pelo fio condutor de uma pilha de Daniel. O simples uso de um termo inadequado pode gerar associações erradas na assimilação do conceito científico por parte do aluno. O escoamento é uma característica de substâncias que se encontram no estado líquido. Ao utilizar o termo “escoar” para se referir ao movimento dos elétrons em um fio condutor, o aluno pode atribuir características de líquidos ao elétron.

Esse tipo de problema não é encontrado somente no nível médio, mas também no nível superior de educação. O fragmento a seguir é retirado do livro *Princípios de Química* (ATKINS e JONES, 2006), um livro comumente utilizado como referência bibliográfica por professores de química geral em cursos de nível superior.

Os elétrons deixam a célula galvânica pelo anodo (-), atravessam o circuito externo e reentram na célula pelo catodo (+). (ATKINS e JONES, 2006, p.543).

Esse fragmento pode gerar exatamente a ideia que os participantes da pesquisa mencionam em suas falas, de que existem elétrons que saem de um eletrodo, percorrem o fio condutor e chegam ao outro. O fragmento acima, da forma como está escrito, pode dar essa conotação, de que o elétron que sai do anodo é o mesmo que chega ao catodo, percorre o sistema etc. O professor Thiago menciona esse problema da identificação do elétron na sua fala já apresentada anteriormente. A professora Bianca, por exemplo, afirma que tinha esse tipo de concepção sobre o fenômeno em questão quando ela estava no ensino médio, e se apoia nesse fato para dizer que é uma concepção que os alunos, de fato, podem desenvolver.

Profª. Bianca: Era uma concepção que eu tinha no ensino médio, que eu sempre tive essa concepção, então eu imagino que a maioria dos alunos também tem essa concepção.

O professor Luiz também diz não se lembrar de ter ensinado eletroquímica no ensino médio, teve contato apenas em disciplinas durante a sua graduação. Desse modo ele também diz não ter muito conhecimento sobre os materiais didáticos voltados para a eletroquímica. Ele aponta um recurso didático que é o uso da experimentação, argumentando que os experimentos são mais visuais e que alguns deles podem ser realizados com materiais relativamente fáceis de se encontrar.

Prof. Luiz: [...] eu acho que a questão da experimentação é uma alternativa bastante viável, porque é relativamente simples achar e montar alguns experimentos, que você possa trabalhar. [...] Eu acho relativamente simples.

Como Luiz não teve contato direto com outros recursos didáticos, como os apontados por Thiago e Carlos, no caso as animações computacionais ou mesmo os livros didáticos, ele faz um comentário mais geral, assim como Bianca, mas acrescenta um aspecto importante sobre os livros didáticos que são utilizados nas escolas, principalmente as públicas.

Prof. Luiz: Com livros didáticos, eu não tenho tanto conhecimento assim, pra dizer sobre esse conteúdo específico né, já que eu não trabalhei então eu não posso falar “ah, esse livro eu gosto da forma como ele trata”. O que acontece é que geralmente dentro de uma escola você já tem um livro escolhido, e é esse livro que é adotado. Então se aquele livro não trata... Você tem que procurar outros materiais que você possa fornecer para o aluno. Ou outros livros que tenha na biblioteca, ou textos [...] ou a experimentação [...] os objetos de aprendizagem, mas isso aí eu acho que depende muito do que você tem lá pra trabalhar.

De acordo com os dados obtidos, percebemos que só dois dos quatro participantes presentes no dia deste encontro tiveram, de fato, experiência docente no nível médio com conteúdos relacionados à eletroquímica, os professores Thiago e Carlos. A professora Bianca e o professor Luiz não trabalharam com conteúdos de eletroquímica, o que, de certa forma, explica o maior distanciamento, ou falta de conhecimento sobre os materiais relacionados a estes conteúdos.

Todos os participantes citam o livro didático como um dos materiais didáticos mais utilizados, ou mais conhecidos, para o ensino de eletroquímica no nível médio de ensino. A opinião sobre os livros didáticos entre os participantes é praticamente a mesma. Eles

concordam no aspecto de que os livros didáticos, em geral, especialmente os mais antigos e tradicionais, como os citados anteriormente (CANTO e PERUZZO, 2011; FELTRE, 2004; USBERCO e SALVADOR, 2010), apresentam os conteúdos de forma muito simplificada, resumida e algumas vezes deixam possíveis lacunas no aprendizado dos alunos. Durante seu relato, Thiago citou outros dois livros didáticos os quais ele diz preferir utilizar como guia para preparação de suas aulas de eletroquímica, por trazerem os conteúdos de uma forma diferente da tradicional (MÓL, 2003; MACHADO e MORTIMER, 2012).

O livro didático, na maioria das vezes, é o material didático mais utilizado pelos professores e o que os alunos têm o maior contato, independente se na rede pública ou privada de ensino. Dessa forma, o livro didático se torna um fator de extrema influência no processo de ensino e de aprendizagem.

Com relação aos conteúdos de eletroquímica, especificamente, Sanger e Greenbowe (1999) realizaram um trabalho para analisar dez livros didáticos como possíveis fontes de concepções alternativas no aprendizado dos alunos. Os autores mostram que o uso de linguagem inadequada, simbologias inadequadas ou ainda ausência de algumas explicações necessárias ao entendimento do conceito são fatores que podem prejudicar o aprendizado do aluno. Os mesmos autores já haviam realizado outro trabalho anterior focado na análise das concepções alternativas de estudantes sobre células galvânicas, eletrolíticas e concentração de células (SANGER e GREENBOWE, 1997a), o que motivou a análise dos livros didáticos.

Os participantes mostram entender a importância do livro didático como um dos recursos no processo de ensino e aprendizagem e eles concordam sobre a necessidade de se buscar outros recursos para complementar as informações necessárias ao aluno para a compreensão dos conceitos químicos. Um dos recursos citados pelos professores é o uso de animações computacionais. É uma ferramenta muito útil, pois permite a visualização de fenômenos, através do uso de simbologias, que não são possíveis de serem observados nem mesmo com o auxílio de microscópios, como a transferência de elétrons em uma célula galvânica.

Durante a revisão da literatura encontramos um artigo que discute o desenvolvimento e o uso de animações computacionais para o ensino de conteúdos químicos (BURKE, GREENBOWE e WINDSCHITL, 1998). Nesse trabalho, os pesquisadores defendem o uso das animações computacionais, pois através delas é possível analisar e visualizar alguns fenômenos que são, geralmente, mais dinâmicos e abstratos. Embora alguns materiais didáticos venham se preocupando com a explicação mais correta de certos tipos de fenômenos

em nível microscópico, no campo da eletroquímica essa preocupação ainda é pouco presente. Normalmente são utilizadas ilustrações estáticas que não representam de forma clara os fenômenos dinâmicos que acontecem no nível sub-microscópico da matéria (BURKE, GREENBOWE e WINDSCHITL, 1998).

Além da melhor visualização para compreensão do fenômeno químico, os autores ainda ressaltam que as animações computacionais permitem a interação do aluno com o objeto de aprendizagem, o que torna este processo mais dinâmico e interessante para o aluno. É importante lembrar também que, nos tempos atuais, a tecnologia deve ser uma aliada nos processos de ensino e aprendizagem. A internet, a velocidade de comunicação e a facilidade de acesso aos computadores, tablets, smartphones, são alguns fatores que devem ser levados em consideração como possíveis ferramentas para o aprendizado do aluno.

Infelizmente, não é sempre que se tem o recurso da tecnologia a seu favor em uma situação real de sala de aula. Embora o avanço da tecnologia venha acontecendo de forma muito rápida, nem sempre a escola possui os recursos necessários para utilizá-la, além da preparação e formação deficitária dos professores para atuarem com as tecnologias. Para Thiago, na escola em que ele trabalhou conteúdos de eletroquímica, esse era um recurso do qual ele não dispunha. Mas existem outros recursos didáticos que podem ser utilizados, dentre eles o uso de modelos ou mesmo a experimentação, conforme os professores Luiz e Carlos argumentaram.

Um trabalho realizado na África do Sul mostra a criação de modelos para o ensino de conteúdos relacionados com eletroquímica (HUDDLE, WHITE, ROGERS, 2000). Os autores propõem a criação de um modelo que não utilize energia elétrica para ser utilizado nas escolas do país com os alunos e no treinamento de novos professores. A experimentação é uma alternativa muito abordada para o ensino de conteúdos eletroquímicos. Vale lembrar que na revisão da literatura que realizamos inicialmente, o eixo de pesquisa para o qual encontramos o maior número de trabalhos publicados foi o que definimos como “experimentação”, o qual engloba todos trabalhos relacionados ao uso da experimentação no ensino de conteúdos relacionados a eletroquímica.

Luiz e Carlos apontam a relativa facilidade de se encontrar os materiais necessários para a montagem de sistemas eletroquímicos, como as pilhas, como um fator positivo ao uso da experimentação. Além disso, eles concordam que a experimentação é um viés interessante para trabalhar com os alunos, pois permite a visualização real dos fenômenos eletroquímicos em nível macroscópico.

A literatura apresenta vários trabalhos que mostram a viabilidade de se construir sistemas eletroquímicos com materiais que são de fácil acesso e de baixo custo, o que corrobora com a fala dos professores Luiz e Carlos. Os trabalhos encontrados na revisão da literatura apresentam alternativas para a construção de pilhas com materiais alternativos (HIOKA et al., 1998; HIOKA, et al., 2000), eletrodos não convencionais (MARCONATO e BIDÓIA, 2003; ALEIXO e GODINHO, 1985; FARIA, 1985), sistemas para o estudo da corrosão dos metais (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011), sistemas para o estudo da deposição metálica espontânea (HARTWIG e ROCHA-FILHO, 1988) e células eletroquímicas em camada delgada (PERNAULT e MATENCIO, 1999). Deste modo, podemos observar que a utilização de experimentos simples para o estudo de conceitos eletroquímicos podem ser realizados, mesmo que sem uma estrutura de laboratório, que é um dos fatos apontados como vantagem pelo professor Carlos.

Portanto, os participantes da pesquisa demonstraram ter conhecimento, e maior contato, com três tipos de materiais didáticos em geral, os livros didáticos, as animações computacionais e a experimentação em geral. Embora nem todos os participantes tenham efetivamente trabalhado conceitos eletroquímicos em sala de aula, todos apontam a importância do papel do professor para contornar possíveis falhas ou insuficiências advindas dos materiais didáticos, especialmente os livros didáticos mais antigos, cuja metodologia utilizada é mais tradicional. Mostram a importância do uso de recursos como a animação computacional e a experimentação, quando são possíveis de se utilizar, por aproximar o fenômeno do aluno e facilitar a visualização dos mesmos.

TEMÁTICAS PARA A PROBLEMATIZAÇÃO DA ELETROQUÍMICA

Um dos fatores negativos apontados pelos participantes da pesquisa com relação a qualidade dos materiais didáticos, especificamente aos livros didáticos, é o fato de alguns deles – os mais tradicionais – não explorarem bem a aplicação ou a ocorrência dos fenômenos eletroquímicos no dia-a-dia. Eles apontaram que quando esses aspectos aparecem no livro, normalmente são apresentados após o desenvolvimento do conceito químico, de forma desconexa com o mesmo. Com isso, decidimos questionar aos participantes, como

problematizar melhor a eletroquímica nas escolas e quais as temáticas seriam relevantes para tal finalidade.

A professora Bianca foi a primeira a se manifestar nessa discussão. Para ela, uma forma interessante de se problematizar a eletroquímica seria com o uso da experimentação. Ela aponta que o uso de experimentos de caráter investigativos, para que os alunos tenham que raciocinar e buscar informações seriam uma forma de trabalhar conceitos eletroquímicos mais fundamentais para então poder desenvolver outros mais complexos.

Profª. Bianca: Problematizar eu acredito que com a experimentação mesmo, tipo, fazer um experimento que instigue os alunos a pensar [...] e aí tentar buscar explicações, e eu acredito que os conceitos básicos de oxidação e redução, são bem simples de serem observados e você já abre um leque de discussão muito grande dentro do campo da eletroquímica.

Embora a professora Bianca tenha deixado clara a sua preferência pelo uso da experimentação, não ficou explícito qual temática poderia ser utilizada para abordar os conteúdos de eletroquímica, mesmo que seja pelo viés da experimentação. Mais uma vez, o fato de ela não ter trabalhado conteúdos de eletroquímica e, conseqüentemente, ter pouco contato com o tema, pode ser uma possível explicação para ela não ter expressado sua concepção com relação à temática que seria interessante de se utilizar.

O professor Luiz aponta duas temáticas muito interessantes que podem ser utilizadas como temas geradores para a problematização da eletroquímica. Algo que vale a pena destacar é a preocupação de Luiz em partir de um tema que seja relacionado ao dia-a-dia do aluno. O primeiro tema que ele cita é o descarte das pilhas.

Prof. Luiz: Eu acho que existem coisas do próprio dia-a-dia do aluno que podem ser utilizadas, claro que eu não acredito que só isso, mas um conjunto de fatores que podem colaborar, por exemplo, a questão do descarte de pilhas.

Luiz ainda explica como esse tema poderia ser utilizado para problematizar a eletroquímica em sala de aula, bem como seria possível desenvolver alguns conceitos eletroquímicos a partir do mesmo.

Prof. Luiz: Daí você vem com o assunto da pilha recarregável, da pilha que não é recarregável, você consegue fazer essa diferenciação utilizando a questão da eletroquímica. Eu acho que é um viés porque tudo mundo sabe que você não pode sair jogando pilha no lixo comum, mas nem todo mundo sabe o porquê disso.

Ainda relacionado ao mesmo tema geral, as pilhas, Luiz mostra outros possíveis meios de se problematizar a eletroquímica. Na discussão sobre os materiais didáticos foi argumentado o fato de não se relacionar a pilha de Daniel com as pilhas e baterias do dia-a-dia, e esse é o outro viés que Luiz indica. Ele aponta as baterias do celular como outra possibilidade para abordar os conteúdos eletroquímicos.

Prof. Luiz: [...] todo mundo hoje tem celular, então por que a gente recarrega a bateria do celular? Qual é o mecanismo?

Ao final da fala de Luiz, o professor Carlos faz o seu primeiro comentário, propondo um fenômeno mais simples de visualizar e explicar como tema problematizador.

Prof. Carlos: Ou até outros mais simples né, uma esponja de aço enferrujando. Molha ela e deixa ali de um dia pro outro né.

Após essa intervenção de Carlos, Bianca fez um comentário muito pertinente sobre o último tema gerador que Luiz propôs que foi a bateria de celular. Ela comenta que este tema, a bateria dos celulares e o seu funcionamento, é um tema complexo para ser utilizado como tema gerador no ensino de eletroquímica.

Profª. Bianca: Eu só acho que usar a pilha, ou a questão da bateria de celular, acho que já começar disso, talvez, seja muito complicado. É muito complexo pra chegar... pra explicar todos os conceitos de eletroquímica até chegar nesse ponto, acho que já partir desse ponto talvez seja bem trabalhoso.

É possível entender a fala da professora Bianca, não como uma aversão à ideia de utilizar esse tema para problematizar a eletroquímica, mas sim, como um tema que deveria ser utilizado quando alguns conceitos já tivessem sido abordados anteriormente com situações mais simples. O que é uma posição muito válida, pois a forma de funcionamento das pilhas e

baterias, inclusive as de celulares, é mais complexa para um aluno que estaria sendo iniciado em eletroquímica.

O professor Carlos conta uma passagem que aconteceu com ele em sala de aula, em que uma aluna fez uma pergunta, por curiosidade, e que a partir dessa pergunta poderiam ser trabalhados conceitos de eletroquímica.

Prof. Carlos: Uma vez uma menina veio me perguntar uma coisa, ela me perguntou sobre a questão de jóias [...] ela tinha um brinco, e a bijuteria deixava tudo escuro assim na orelha dela, e por que se ela usasse um brinco de ouro não “empretejava”.

Ele continua sua fala, contando empolgado, sobre como essa pergunta seria um tema interessante para problematizar alguns conceitos de eletroquímica.

Prof. Carlos: Olha isso cara... Isso numa aula, dentro desse contexto, se o aluno fizer uma pergunta dessa dentro da sua aula você tem toda uma problemática. Por que o ouro não oxida? E daí você vai definir o que é uma oxidação. E por que o ferro oxida tão facilmente? Então eu acho que é uma problematização tão simples pra eles, porque eles veem, eles sabem que isso acontece [...] você vai iniciar um assunto, e pra mim, eu acho um assunto relevante de ser trabalhado. Uma reação de oxi-redução, que é uma das reações que eles estudam, e tentar compreender o porquê de algumas acontecerem tão espontaneamente e outras não. Isso já abre um leque pra depois você trabalhar potenciais, estudar outras coisas que também são importantes, como as pilhas, a eletrólise, espontaneidade ou não.

A fala de Carlos é muito valiosa. Além de trazer uma situação real, possível de acontecer em sala de aula, traz também a capacidade dele em observar uma pergunta como um potencial tema gerador para problematizar a eletroquímica. Embora já tivesse se pronunciado, Luiz retoma sua fala mostrando mais uma possibilidade de temática para abordar os conceitos de eletroquímica.

Prof. Luiz: Uma outra questão que pode ser... É que eu não acho que seja tão viável... Mas em cidades próximas ao mar, tem a questão da maresia também. Aqui talvez não seja tão viável porque, talvez, nem todo mundo conseguiu observar esse fenômeno, mas num local que seja possível observar, numa

cidade praiana, é uma forma... Pra se falar disso também, o menino convive com isso aí e aí você pode problematizar facilmente.

Luiz mostra um tema interessante de ser utilizado como fonte problematizadora para o ensino de eletroquímica. Além disso, ele reforça a sua fala inicial, a qual afirmou que o tema problematizador deve vir de algo que seja próximo do dia-a-dia dos alunos. Por isso, faz a ressalva de que esse tema funcionaria muito bem como tema problematizador em cidades litorâneas e não em cidades no interior, visto que no último caso, é possível que alguns alunos não tenham tido contato com o fenômeno.

O professor Thiago retoma brevemente a discussão sobre os livros didáticos na sua fala. Ele retoma esse aspecto porque alguns dos temas mencionados pelos outros professores são presentes na maioria dos livros didáticos, mas, a abordagem que é dada pelos mesmos é uma abordagem voltada principalmente para o conteúdo e as temáticas são meramente exemplificações. Mais uma vez Thiago elogia a forma de abordagem dos conceitos químicos feita no livro de MACHADO e MORTIMER, 2012.

Prof. Thiago: Então o que a gente falou aqui, tem nos livros. Tem, se você for olhar tem lá no livro, mas é... A abordagem do livro é a abordagem do conteúdo só. [...] no livro da Horta é um pouco diferente, porque ela trabalha com temáticas.

Antes de citar um possível tema problematizador para o ensino de eletroquímica, Thiago usa uma expressão muito importante: “conhecendo um pouco a turma”. Essa fala de Thiago está relacionada com o que Luiz já havia ressaltado, a temática deve estar presente no dia-a-dia dos alunos, caso contrário ela ficaria ausente de sentido para os mesmos. Thiago dá um exemplo muito interessante para complementar o seu conceito de “conhecer a turma”.

Prof. Thiago: Então, inicialmente, eu acho que a gente pode começar, conhecendo um pouco a turma né, por exemplo, se eu for dar aula de eletroquímica lá no Maranhão, lá tem rio e lá tem mar. Por que você pode usar essa tralha aqui no rio e não tem problema, e se você for usar a mesma carretilha e a mesma tralha no mar ela vai enferrujar e estragar? Então, tipo assim, é um problema local massa. Então aqui em Uberlândia não tem como você falar disso.

Ao final de seu relato, Thiago coloca outro ponto importante. Mais até que importante, podemos dizer determinante com relação ao uso de temáticas para a abordagem de determinado conceito químico.

Prof. Thiago: Eu acho que se a gente estudar um pouquinho e saber com o que a gente está trabalhando ali, aí tem inúmeros eventos, porque a gente está cercado de fenômenos de oxi-redução o tempo todo.

Este aspecto colocado por Thiago é importante, pois mostra parte de sua concepção sobre a formação do professor. Pela fala do professor podemos observar que ele acredita no professor que se mantém atualizado, que se preocupa com o contexto no qual está inserido para trabalhar, preocupa em se preparar para ministrar as aulas e em dominar o conteúdo que irá ministrar. Essas qualidades são fundamentais para um processo de aprendizagem satisfatório, não são as únicas variáveis que afetam o processo, mas são fundamentais sem dúvida.

A professora Bianca, embora não tenha proposto uma temática específica para problematizar a eletroquímica, afirmou que utilizaria a experimentação como ferramenta. E já discutimos no item anterior, sobre os materiais didáticos, que experimentos são muito viáveis para o ensino de eletroquímica. Os experimentos aproximam o fenômeno do conceito químico e permitem uma visualização mais clara dos mesmos do que a forma como ocorrem no cotidiano.

O professor Luiz, em sua primeira colocação, aponta o descarte de pilhas como um possível tema problematizador para o ensino de eletroquímica. A partir desse tema geral, ele propõe que possa ser dada uma sequência aos conceitos de pilhas comuns, pilhas recarregáveis ou de por que não podemos descartar esses materiais de qualquer forma.

Esse tema tem um grande potencial para ser utilizado no ensino de eletroquímica. Pesquisadores publicaram um trabalho abordando as definições e a constituição de diferentes tipos de pilhas e baterias (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000). Todo funcionamento das principais pilhas e baterias mais comumente utilizadas em nosso dia-a-dia é descrito de forma didática e esclarecedora, utilizando-se de esquemas, ilustrações, e representações químicas. Até mesmo as baterias de íons lítio, utilizadas em celulares em geral, são discutidas no trabalho, assunto também proposto por Luiz e o qual Bianca disse ser muito complexo para ser o tema inicial do aprendizado em eletroquímica. De fato, não seria o modelo de sistema eletroquímico mais claro e simples para um aluno iniciante em eletroquímica.

Além das definições de diversos dispositivos eletroquímicos, os autores também se preocuparam em discutir o descarte dos mesmos, mostrando a importância da preocupação com o impacto ambiental gerado pelo descarte irregular (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000).

Outro possível tema proposto por Luiz foi utilizar o fenômeno da maresia para iniciar a discussão de conteúdos eletroquímicos. Sanjuan et al. (2009) realizaram um trabalho utilizando exatamente o mesmo tema para problematizar a eletroquímica em sala de aula. Os pesquisadores desenvolveram e implementaram uma unidade temática sobre eletroquímica, utilizando, como tema central, o fenômeno da maresia.

Segundo os autores o assunto é de relevância para o entendimento do mundo físico e torna possível o estabelecimento de relações concretas com o cotidiano do aluno, suas experiências diárias e seus conhecimentos prévios. Além disso, possibilita trabalhar um conteúdo que é considerado de difícil compreensão por parte dos alunos e também por parte dos professores (Sanjuan et al., 2009).

Quando Luiz menciona esse fenômeno como possível tema problematizador para o ensino de eletroquímica, ele faz uma ressalva de que, embora seja um tema relevante, pelos fatores mostrados anteriormente, é um tema que deveria ser utilizado em cidades litorâneas apenas, para que ele pudesse ser explorado e aproveitado da melhor forma no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos.

Esse aspecto também foi abordado no trabalho realizado pelos pesquisadores. Eles implementaram a mesma unidade temática em duas cidades diferentes no sul da Bahia, uma no litoral e outra distante setenta quilômetros. Embora o trabalho desenvolvido tenha apresentado resultados positivos, em geral, os pesquisadores relatam uma maior dificuldade de compreensão e assimilação dos alunos da cidade situada longe do litoral. Isso corrobora com a afirmação de Luiz, em que o fenômeno seria melhor compreendido por alunos que tenham contato direto com o mesmo.

Carlos cita um exemplo de fenômeno muito mais simples para iniciar o desenvolvimento de conceitos eletroquímicos. Como a eletroquímica se baseia principalmente na oxidação e redução de espécies de um sistema, seria muito positivo partir de um simples fenômeno de oxidação. Carlos mostra dois exemplos interessantes. Primeiro ele cita o fenômeno que ocorre em uma esponja de aço molhada deixada ao ambiente, na qual ocorreria a formação de ferrugem, processo que também conhecemos como corrosão. Outro exemplo bastante presente no cotidiano dos alunos foi, inclusive, perguntado à Carlos por uma aluna.

Ela questionou o porquê de bijuterias escurecerem com o tempo e o ouro não escurecer tão facilmente. Mesmo que os exemplos propostos por Carlos sejam aparentemente simples, são extremamente viáveis para iniciar a discussão de conceitos relacionados à eletroquímica.

Encontramos na literatura um trabalho que teve como objetivo explicar melhor o fenômeno da corrosão, inclusive mostrando que a corrosão não é um processo que ocorre exclusivamente em metais, mas também em polímeros orgânicos, concreto e outros (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2004). Neste trabalho, os autores argumentam a importância de se compreender o processo de corrosão, pois o mesmo pode causar prejuízos econômicos, desperdícios de investimentos sem falar que ele pode causar prejuízo à vida em acidentes, contaminações e poluição.

Os autores mencionados, em um trabalho mais recente, mostram a utilização de sistemas experimentais simples para abordar o fenômeno da corrosão em metais (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011). Neste trabalho, mais uma vez, reafirmam a relevância do tema, pois o mesmo pode causar a deterioração de utensílios domésticos e eletrodomésticos, no mobiliário urbano, monumentos históricos e outros. Mostram, também, a riqueza do tema com relação às possibilidades de conceitos químicos que podem ser abordados partindo-se do mesmo tais como reações químicas, equilíbrio químico, cinética química, oxirredução e eletroquímica.

Thiago apresenta uma proposta diferente dos demais no grupo. Ele pensa no uso de materiais para pesca em um rio e no mar. Devido à presença dos íons no mar alguns materiais, utilizados normalmente em águas doces, teriam o seu tempo de vida útil reduzido pelo processo de oxidação. É um exemplo extremamente rico e criativo, que tem suas justificativas muito próximas aos outros temas apresentados pelos professores Luiz e Carlos. Thiago também reforça o fato de que o tema deve estar diretamente relacionado com o cotidiano dos alunos para que ele seja explorado da melhor forma possível.

Ele acrescenta algo importante, relacionado à formação do professor. Segundo o professor, cabe ao profissional docente estudar para saber realmente os conceitos que deve ministrar e, além disso, deve tentar conhecer bem a turma com a qual irá trabalhar, de modo que se tenham condições de fazer uma boa escolha do tema problematizador. Sanjuan et al. (2009) aponta a frágil formação dos professores como uma das causas de os conteúdos de eletroquímica serem geralmente deixados à segundo plano, o que corrobora com a afirmação de Thiago. Também podemos observar na prática essa falta de preparo, ou falta de contato com o conhecimento científico, na fala da professora Bianca. Embora ela tenha tido espaço e

liberdade para poder se expressar, ela não propôs uma temática para problematizar a eletroquímica. Isso pode estar relacionado a formação frágil da professora com relação aos conteúdos de eletroquímica.

Todos os professores concordam que deve se partir de um fenômeno simples e comum ao dia-a-dia do estudante. Os professores Luiz, Carlos e Thiago mostraram opções muito válidas e criativas de temas que podem ser utilizados para problematizar o ensino da eletroquímica. Eles apresentam as opções que utilizariam e descrevem, resumidamente, quais os conceitos eletroquímicos que poderiam ser trabalhados a partir destes temas. A professora Bianca não propôs um tema específico para problematizar a eletroquímica, ela apenas disse que, provavelmente, utilizaria o viés da experimentação com um caráter investigativo. Os professores também ressaltam a necessidade de o tema proposto ser realmente presente na rotina de vida dos alunos, e que para isso, é fundamental a preparação do profissional que atuará como professor em sala de aula, tanto com relação ao conhecimento científico que deve ser ensinado quanto em relação a conhecer bem a turma na qual irá trabalhar.

A COMPLEXIDADE DOS CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA

Como apontado por Sanjuan et al. (2009) os conteúdos de eletroquímica são considerados complexos tanto por professores quanto pelos alunos. Os autores afirmam que alguns professores assumem deixar os tópicos relacionados à eletroquímica para o último semestre, pois sabem antecipadamente que não terão tempo hábil para poder trabalhá-los.

Além disso, diversos trabalhos mostram a dificuldade de compreensão dos conteúdos eletroquímicos por parte dos alunos, o que geram concepções diferentes das aceitas pelo meio científico, conhecidas como concepções alternativas (SANGER e GREENBOWE, 1997b; SANGER e GREENBOWE, 1999; NIAZ e CHACÓN, 2003; SANGER, GREENBOWE e WINDSCHITL, 1998; HUDDLE, WHITE e ROGERS, 2000; GARNETT e TREAGUST, 1992; SANGER e GREENBOWE, 1997a).

Levando em consideração os fatores apontados acima questionamos aos participantes da pesquisa como eles consideram os conteúdos de eletroquímica com relação a sua complexidade. A discussão sobre esse tópico foi iniciada por Thiago. A fala de Thiago foi extensa e abordou uma série de assuntos relacionados ao tema em discussão. Como ele

apresentou muitos fatos e opiniões, os outros participantes contribuíram com falas curtas por concordarem com a fala de Thiago em geral.

Para Thiago, a complexidade dos conteúdos relacionados à eletroquímica inicia no fato de que esse ramo da química aborda fenômenos que envolvem conceitos mais abstratos. O conceito de átomo, por exemplo, que é fundamental para a compreensão dos conceitos eletroquímicos, é um dos que Thiago considera de maior complexidade.

Prof. Thiago: Eu não acho fácil. Mas eu também não acho que seja o mais difícil na química. Eu acho que os conteúdos mais difíceis na química são modelo atômico, pra mim é um dos mais difíceis de ensinar, minha opinião. Eu tenho dificuldade, falando sério. Modelo atômico, conceito de átomo... Os conceitos básicos da química pra mim são todos os mais complicados.

Embora ele não acredite que os conteúdos de eletroquímica sejam os mais difíceis, o professor afirma que é de uma complexidade considerável por estar dependente de outros conceitos mais complexos.

Prof. Thiago: [...] eu acho que é aí que começa a dificuldade da eletroquímica. Porque a eletroquímica, ela se baseia em conceitos que são extremamente complexos de serem dados, porque se eu falei que é difícil você entender reação, você entender transformação química, você entender rearranjo de átomos através de quebra e formação de ligação... Você entender transporte de elétron?

Thiago continua sua fala apresentando vários fatores que são complexos quanto pensamos nos fenômenos relacionados à eletroquímica como a identificação de átomos, a dinâmica e a cinética nos processos de transferências de elétrons. Embora seja um trecho um pouco extenso, é tão rico de expressões e informações que achamos válido coloca-lo na sua integridade nesse momento.

Prof. Thiago: Você falar em quem perde e quem ganha elétron, sendo que você deixou bem claro que é tudo um emaranhado de matéria completamente “desordenada”? Porque é muito difícil de você ver ordem, e aí você falar que esse cara aqui tá com um elétron a mais que esse, e ponto! “Ah professor, mas e os outros que estão em volta? Não?” Então, tipo assim, esse elétron ele entra? Ele sai? Quanto tempo ele tá lá? Quanto tempo ele fica lá? Então o cara ganhou acabou? O “Na” é “⁺” e ponto? Onde ele estiver no universo ele

vai ser Na^+ ? Por que ele vai ser Na^+ ? Por que ele não pode receber e depois doar? Por quanto tempo? Porque isso aí, a gente ensina pros cara como se fosse um monte de foto saca? É atemporal o ensino de química! A única ideia de tempo que você tem relacionado à reação é o fator cinético lá mas é muito macroscópico sabe, quanto tempo demora pra uma aspirina dissolver? Quanto tempo demora pro prego “coisar”? Mas os fenômenos da forma que acontecem... muito difícil você falar! Falar de trânsito de elétron? Falar de polarização? Você não vai falar de polarização, mas você tem que representar aquilo de alguma forma. E você vai criar uma ideia entende, e essa ideia, ela tem que ser fiel, mas ele não pode gerar uma ideia errada no futuro. Porque assim, ela tem que ser fiel porque se o cara quiser estudar aquilo ali lá na frente, a ideia que ele já teve não encontra o que ele compreende. Porque é o que acontece comigo. Hoje eu estudo química teórica, e esse negócio de falar “o elétron é seu” e ponto, ou “o elétron é meu, eu perdi acabou”, quando você coloca tempo... isso não existe! Porque o elétron, tipo assim... eu tô mais positivo mas é por questão de fenton segundo ali ó, segundo atrás de segundo. Eu posso perder, posso ganhar elétron, o cara vem e me polariza, aí a energia aumenta, aí eu saio pra... Então, tipo assim... tudo bem, o que eu aprendi vai um pouco contra isso, mas tem que ver até onde vai contra, porque... por isso que eu acho difícil, por isso que eu acho complexo.

Talvez o fato de a fala de Thiago ter sido tão longa e abrangido tantos fatores diferentes seja o motivo de os outros participantes terem se pronunciado pouco posteriormente. Fica clara a preocupação de Thiago em mostrar a complexidade dos fatores que coexistem em um fenômeno eletroquímico como a transferência de elétrons. Mas o professor apresenta outro aspecto importante a se considerar no final de sua fala. Ele questiona o modo como a eletroquímica vem sendo trabalhada tradicionalmente, porque os aspectos que ele apresenta anteriormente, não são abordados no método de ensino tradicional da eletroquímica. Com isso ele faz uma crítica à forma como, geralmente, se trabalham os conceitos de eletroquímica nas escolas.

Prof. Thiago: Se fosse ensinar da forma como é, da forma como tá sendo o padrão, não é difícil! De forma nenhuma! Tô falando sério! Umas regrinhas que você passar, CRAO, calcular o N_{ox} , se o N_{ox} aumenta é isso, se o N_{ox} diminui é aquilo... acabou! Nesse sentido seria fácil.

Mas o ensino de eletroquímica, ainda da forma tradicionalmente trabalhada nas escolas, é complexo para a maioria dos alunos. Mesmo sendo o ensino de fórmulas, regras e alguns esquemas de memorização, ainda é complicado para os alunos. Thiago entende isso e complementa ainda mais a sua fala.

Prof. Thiago: Mas só de você falar N_{ox} , você já tá usando o conceito de N_{ox} . N_{ox} que o cara já viu há um tempo, e como o cara viu? Por isso que eu acho difícil. Acho que o ensino de eletroquímica é complicadíssimo por estar baseado numa série de conceitos que são difíceis de ser abordados.

Os outros participantes mostram concordar com o que Thiago apresentou durante sua fala. Mas, como já mencionado, talvez o volume de informação que ele expôs tenha sido tão grande e abrangido tantos aspectos, que a fala dos outros participantes acabou sendo muito curta. Logo após Thiago terminar sua fala os demais participantes assim se manifestaram:

Profª. Bianca: Acho que o Thiago falou muito bem!

Prof. Carlos: Falou tudo!

Prof. Luiz: Eu, particularmente, tenho dificuldade com esse assunto [...] Se você não tem os conceitos básicos lá, como é que você vai compreender os outros, não adianta, se você não entende nem lá a base!

Thiago ainda continua fazendo uma comparação entre o ensino de química orgânica, da forma como normalmente é ensinada na educação básica, com a eletroquímica. Para ele, ao contrário de alguns conteúdos, a eletroquímica é extremamente específica com relação aos fenômenos que ocorrem por transferência de elétrons, o que torna o seu ensino tão complexo.

Prof. Thiago: Por isso que eu falo, a química orgânica é mais fácil que a eletroquímica porque se baseia em menos conceitos do que a eletroquímica. Porque a química orgânica, da forma como ela é apresentada, ela é descritiva. Ela descreve diferentes funções e, mais ou menos, como elas se comportam. Mas a eletroquímica que é extremamente específica para os fenômenos de transferência de elétrons... Muito difícil cara! Muito complexo!

Depois da fala de Thiago, perguntamos novamente aos outros participantes se alguém mais gostaria de se manifestar, pois eles poderiam ter ficado de certa forma, até intimidados com a extensa fala do colega de grupo. A professora Bianca se manifestou concordando com o que Thiago havia exposto e acrescentou algo importante, o fato de que nem sempre se é o professor da turma desde o primeiro ano do ensino médio, momento no qual os conceitos iniciais em química são trabalhados com os alunos.

Prof^a. Bianca: Em relação à complexidade de se ensinar eletroquímica eu acredito que o Thiago já colocou muito bem, a questão de que é muito difícil trabalhar os conceitos iniciais de eletroquímica, ou de química em geral né [...] Isso realmente é difícil, até porque às vezes, você pega uma turma que já aprendeu tudo isso aí e na verdade não aprendeu.

É unânime a concepção de que os conceitos relacionados à eletroquímica são complexos para se aprender e para se ensinar, visto que todos os participantes da pesquisa concordam com a ideia exposta por Thiago.

A necessidade do cuidado da simbologia e linguagem química, materiais didáticos (livros, animações, modelos) que tornem os fenômenos eletroquímicos mais fáceis de serem compreendidos, ou o uso de experimentos (com materiais alternativos ou tradicionais), novas propostas de metodologias para o ensino de eletroquímica, todos esses objetivos partem de um problema em comum, a dificuldade no ensino e no aprendizado da eletroquímica. Independente do nível de ensino, se na educação básica ou no nível superior, a eletroquímica tem sido assumida como uma parte da química de extrema complexidade para ser ensinada e aprendida. Isso corrobora com a finalidade de nossa pesquisa e assim como também corroboram as concepções dos participantes da mesma.

A FORMAÇÃO EM NÍVEL SUPERIOR NO APRENDIZADO DE ELETROQUÍMICA

Os sujeitos de nossa pesquisa são egressos do curso de licenciatura em química da UFU. Logicamente, os participantes que aceitaram fazer parte de nosso trabalho passaram pelo curso de licenciatura em Química da UFU e cursaram a mesma grade curricular. Durante

a formação inicial estes profissionais cursaram diversas disciplinas de áreas específicas do conhecimento químico, química analítica, físico-química, química inorgânica e química orgânica. Como estamos investigando a concepção dos professores sobre eletroquímica, decidimos questionar, como a formação em nível superior impactou o aprendizado de eletroquímica dos mesmos.

Como um dos critérios de seleção dos participantes da pesquisa era a universidade na qual se graduaram como licenciados em química e serem todos do mesmo currículo, as falas apresentaram muitas similaridades nessa discussão. Entretanto, ainda houveram outros fatores, como o fato de nem todos terem cursado as mesmas disciplinas na mesma época ou terem concluído o curso em épocas diferentes, que enriqueceram as informações.

A professora Bianca foi a primeira a falar sobre o tema, e foi bem direta em sua colocação. Ela reconhece que a sua formação relacionada à eletroquímica é falha, pois o que ela aprendeu de eletroquímica foi o que lhe ensinaram no ensino médio. Ela reforça o fato de que não foi oferecida nenhuma disciplina específica de eletroquímica durante a sua graduação, mas sim apenas alguns poucos conceitos em disciplinas que abordavam físico-química.

Prof^a. Bianca: A nossa turma não teve nenhuma matéria específica pra ensinar eletroquímica, às vezes em físico-química entrava alguma coisa assim, um pouquinho dos conceitos de eletroquímica. Eu considero que o que eu aprendi de eletroquímica é o nível de ensino médio. [...] A eletroquímica é uma parte que ficou muito falha na minha formação de química.

Bianca segue falando de sua insegurança com relação aos conhecimentos de eletroquímica e mostra preocupação com o momento, possivelmente, que ela tivesse que ensinar eletroquímica, pois ela afirma que teria que estudar muito antes. A professora ainda reforça a complexidade dos conceitos de eletroquímica e, novamente, deixa claro em sua fala a ausência do aprendizado de eletroquímica em sua formação superior.

Prof^a. Bianca: Eu não tenho muita segurança na parte de eletroquímica. Pra ensinar eletroquímica, se eu pegasse uma turma e tivesse que dar eletroquímica, eu acho que eu teria que estudar muito. [...] é muito complicado, muito complexo. [...] Mas no nível superior eu acho que faltou muita coisa de eletroquímica, ou faltou tudo né!

O professor Thiago cursou a maioria das disciplinas juntamente com a professora Bianca. A principal diferença entre eles com relação ao aprendizado de eletroquímica é que Thiago, por já ter trabalhado como professor em diversas situações de ensino, já teve a necessidade de se preparar para ensinar eletroquímica. Thiago mostra que o pouco de eletroquímica que ele teve contato no nível superior, abrangia conteúdos extremamente complexos e afirma que se tivesse que trabalhar eletroquímica nesse nível de ensino ele iria gastar muito tempo para preparar suas aulas.

Prof. Thiago: É, o que eu sei foi o que eu estudei pra dar aula, porque você tem que saber pra dar aula, mas num sei também não, muita coisa a gente fala sem saber mesmo. [...] Quando você começa as aulas de eletroquímica no nível superior, e você começa a envolver energia livre de Gibbs, todos aqueles $\ln$ lá, você começa a falar em equilíbrio nas reações e processos com transferências de elétrons, meu amigo, aquilo lá... cara... não tem lógica [...] preparar aula de eletroquímica no nível superior deve ser uma coisa que eu acho assim, vai tomar três aulas pra cada aula. Eu vou precisar de três vezes cinquenta minutos estudando firme pra dar conta de fazer um plano assim.

Thiago faz um comentário interessante com relação à importância de ter conhecimento sobre alguns conceitos relacionados à eletroquímica para a formação do profissional. E levanta um ponto importante, de que a formação profissional dos graduandos em química da UFU, na grade curricular na qual os participantes da pesquisa se formaram, não cumpre, em sua totalidade, o seu papel. Mas ele não atribui a culpa apenas ao curso ou a grade curricular, ele também afirma que o próprio professor no ensino superior pode não saber bem o conteúdo que tenta ensinar.

Prof. Thiago: Se a gente soubesse eletroquímica da forma como deveria, se a gente entendesse os processos a nível de entropia, a nível de entalpia, a nível de transferência de energia, de transferência de elétrons, se a gente entendesse isso aí, ou seja, se a nossa formação cumprisse o papel dela, eu acho que a gente conseguiria ser um profissional professor muito melhor. [...] Mas tipo assim, nós não sabemos, às vezes o cara também nem sabe.

O professor ainda continua sua fala, com um aspecto positivo com relação a formação de professores nos dias atuais. Segundo ele, a má formação dos profissionais que lecionam no nível superior, fatalmente, pode gerar uma formação deficiente dos futuros profissionais, o

que ele chama de “uma bola de neve”. Mas Thiago lembra que sua geração de professores é a geração que começa a tentar romper com os modelos educacionais mais tradicionais. Como exemplo, ele cita que a nossa geração de professores é uma geração que começa a pensar mais no aluno nos processos de ensino e aprendizagem, o que não acontecia anteriormente.

Prof. Thiago: [...] é uma bola de neve. Porque a gente agora é o elo que tá quebrando, a gente tá quebrando uma série de movimentos [...] A questão do professor. A nossa geração de professores já é uma geração que pensa no aluno. A geração de professor que deu aula pra mim, não tinha a noção de ensino e aprendizagem, do processo, de nada. [...] a geração de professores que estão sendo formados, pelo menos, já tem essa ideia aí já, de pensar no aluno, já é um passo assim, ótimo, excepcional.

Luiz terminou a sua graduação em um momento diferente de Bianca e Thiago, passando por experiências um pouco diferentes. Além disso, ele havia cursado, por um curto período de tempo, um curso de engenharia de controle e automação na PUC. Nessa situação, teve contato com algumas disciplinas de química, as quais, segundo ele, englobavam bastantes conceitos de eletroquímica. Mas segundo Luiz, a parte experimental foi a única que acredita ter ajudado no seu aprendizado de eletroquímica, pois a parte teórica era baseada no uso de “regrinhas” para memorização. Ao ingressar na UFU, no curso de licenciatura em química, a situação que vivenciou com relação ao aprendizado de eletroquímica foi a mesma relatada por Bianca e Thiago. Uma diferença foi o fato de Luiz ter trabalhado durante três anos com eletroanalítica em sua iniciação científica (IC), e que nesse processo, ele acabou entendendo alguns conceitos eletroquímicos que não compreendia.

Prof. Luiz: Quando eu entrei na PUC a disciplina de química era basicamente eletroquímica, que foi onde eu aprendi as regrinhas [...] A parte experimental de lá eu acho que me deu uma base muito boa, mas na parte teórica você vai aprender que o cátodo “cata todo elétron”. [...] Aqui no ensino superior, já na UFU, depois que eu larguei lá a PUC, concordo com o que o pessoal disse e tive um contato fazendo iniciação na eletroanalítica. Então algumas coisas eu comecei a entender. Mas a eletroanalítica é uma pontinha de um negócio muito maior.

Ele afirma que devido ao tempo de trabalho e estudo em eletroanalítica, durante sua iniciação científica, ele aprendeu algumas coisas, mas ao final de sua fala ele mostra que o seu aprendizado em eletroquímica não é satisfatório.

Prof. Luiz: [...] acaba que alguma coisa você vai aprendendo, claro, eu fiz três anos de IC lá, então alguma coisa eu tenho que ter aprendido né. Então eu tenho isso na minha formação. Mas daí falar que eu entendo eletroquímica, e que eu sei eletroquímica? O pouco que eu falo que eu sei, que é pouquíssimo, eu acho que foi quando eu estava na IC.

Com o professor Carlos o relato é um pouco diferente. Durante a sua graduação ele teve a oportunidade de ser monitor de uma professora na disciplina de química geral para um curso de engenharia. Nesse momento, Carlos diz ter realizado um experimento para estudar os potenciais de redução de alguns metais, e foi nesse momento de sua graduação que ele diz ter aprendido algum conceito relacionado à eletroquímica.

Prof. Carlos: [...] a gente punha um monte de bequerzinho lá, béquer não, tubos de ensaio contendo soluções de sais de metais, e colocava os metais trocados nos béqueres, pra gente ver qual que oxidava, qual reduzia espontaneamente ou não. E a partir dessa observação a gente ia procurar um referencial com os potenciais pra tentarmos então entender, através do estudo desses potenciais [...] foi quando eu fui monitor numa turma de engenharia.

Mas quando retomamos a pergunta para Carlos, além dessa situação que ele nos relatou, sobre como foi o seu aprendizado de eletroquímica no ensino superior a sua fala foi, também, muito parecida com as dos demais participantes.

Prof. Carlos: Eu não conseguia entender nada. Pra mim um “E” com outro “E” com uma bolinha cortada na frente, aquilo ali pra mim era uma tragédia. Um “E” que tem uma bolinha cortada no meio que até hoje eu não sei pra quê serve, e tinha um outro “E” lá que você tinha que achar pelo $\ln$, pô meu, quê que é $\ln$!

Fica claro pela fala de Carlos, que assim como relataram os outros participantes, o pouco de eletroquímica com o qual ele teve contato na universidade durante sua graduação, não foi aprendido, ou ensinado, da melhor forma. Quando ele se refere ao “E” com a bolinha

cortada à frente, ele se refere à simbologia adotada para representar o potencial padrão de redução ou oxidação de uma substância, um conceito fundamental em eletroquímica que Luiz comenta logo após a fala de Carlos. Mas Carlos continua sua fala, mostrando que é um conceito que ele não compreende.

Prof. Luiz: É o “E” padrão. A bolinha cortada só identifica que é o “E” padrão...

Prof. Carlos: É? E que quê é o padrão? O quê que é o outro cara? Eu não sei fazer isso aí não!

Ao final da fala de Carlos, Luiz retoma uma ideia que havia sido expressada por Thiago anteriormente, com relação à dependência de outros conceitos químicos para conseguir compreender melhor a eletroquímica.

Prof. Luiz: Esse é o tipo de coisa que, voltando no que o Thiago falou, que é o básico, que você precisa ter como base pra entender eletroquímica a gente não teve. [...] porque se você tem todos os conhecimentos básicos firmes, chegar lá na eletroquímica e outros conceitos vira uma consequência. Vai se formar uma coisa mais lógica e mais palpável. [...] se você não tem a base lá, aí você vai aprender mecanicamente como fazer aquela conta lá, você vai decorar como.

As falas dos participantes da pesquisa mostram uma situação muito preocupante com relação à formação dos professores de química pelo antigo currículo de licenciatura em química da UFU, quando o assunto é eletroquímica.

É possível observarmos que os participantes tiveram sim algum contato com conteúdos eletroquímicos durante a sua graduação, mas notamos uma superficialidade muito grande pela fala dos professores. Todos eles relatam que não houve uma disciplina específica para tratar de conceitos relacionados à eletroquímica, o que é no mínimo questionável. Na antiga grade curricular do curso de licenciatura em química da UFU de período integral, existem disciplinas dedicadas às áreas específicas do conhecimento químico como química inorgânica, química orgânica e química analítica. Alguns desses campos do conhecimento são até abordados em mais de uma disciplina como nos casos da química orgânica, dividida em

três disciplinas, química analítica, dividida em duas (quantitativa e qualitativa) e inorgânica, dividida em três disciplinas, sem mencionar a parte experimental da maioria delas era trabalhada em outras disciplinas isoladas. Lembrando que no currículo ao qual nos referimos neste trabalho, todas as disciplinas são de regime semestral. Por que três semestres dedicados ao estudo de química orgânica e nenhum semestre dedicado exclusivamente ao estudo da eletroquímica?

No antigo currículo, como mencionado pelos professores, a eletroquímica aparecia fragmentada na disciplina de Físico-Química 1. Uma pequena porção de conceitos relacionados à eletroquímica também era abordada nas disciplinas de Análise Instrumental 1 e 2, mas estas eram oferecidas na modalidade de bacharelado, o qual os alunos tinham a opção de cursar juntamente com a licenciatura ou escolher uma opção entre as duas.

Se o curso de licenciatura visa, principalmente, preparar professores capacitados para exercer sua função na educação básica, deveria fornecer todas as ferramentas necessárias para o futuro profissional. A eletroquímica é um conteúdo presente nos currículos escolares, de modo que o professor, ao trabalhar na educação básica, precisa conhecer o conteúdo e saber as melhores formas de abordá-lo para o melhor aprendizado dos alunos. Se na formação deste professor, que poderá atuar na educação básica, ele não adquiriu bagagem de conhecimentos suficiente sobre os conteúdos relacionados à eletroquímica, se torna ingênuo acreditar que o mesmo terá total capacidade de exercer seu papel enquanto educador.

ANALOGIAS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE ELETROQUÍMICA: EM FOCO, A TRANSFERÊNCIA DE ELÉTRONS EM UMA CÉLULA GALVÂNICA

A pilha de Daniel, por exemplo, é um dos principais sistemas eletroquímicos estudados na educação básica. Nesse sistema, as duas semi-células são separadas uma da outra, mas, são interligadas através de um fio que conecta os eletrodos e pela ponte salina, que fecha o circuito. É comum ouvirmos expressões como “elétrons saem de um eletrodo e vão para o outro” ou “os elétrons passam de um eletrodo para o outro”. Pensando nisso, questionamos aos participantes, como ocorre a transferência de elétrons de um eletrodo para outro, numa célula galvânica como a pilha de Daniel?

O professor Bernardo foi o primeiro a se manifestar e, embora tenha feito um breve resumo do funcionamento do sistema em questão, não ficou claro a sua concepção sobre como ocorre a transferência dos elétrons de um eletrodo ao outro.

Prof. Bernardo: [...] por uma diferença de potencial, a gente chama por padrão de potencial de redução, que a gente pode falar que o cobre tem um potencial de redução maior que o zinco. Isso quer dizer que, a gente costuma falar muito no ensino médio, que ele tem um maior poder de redução, maior facilidade de atrair espontaneamente elétrons para si. E claro, se ele atrai os elétrons do zinco espontaneamente, o zinco perde elétrons, oxida.

Thiago explicou inicialmente, e mais detalhadamente, o que ocorre em nível sub-microscópico.

Prof. Thiago: Eu acredito que ele ocupa uma banda de condução dos metais que estão sobrepostos, e aí, quando ele ocupa essa banda sobreposta, aí gera estabilidade no orbital molecular que é o orbital dessa banda que se forma ao longo do fio. Aí outro elétron, que tá em outro lugar, pra diminuir a energia, ele passa para onde está ocorrendo o processo de redução.

Essa explicação embora correta, segundo Thiago, poderia ser muito complicada para explicar no nível médio de educação. Quando ia falar qual seria a forma que ele utilizaria para explicar o fenômeno no ensino médio, Carlos antecipou:

Prof. Carlos: Mangueira cheia de água.

O professor Carlos se referia a uma analogia muito utilizada por alguns professores quando tentam explicar a simultaneidade da oxidação e redução em um sistema eletroquímico. Consiste em propor que o aluno imagine uma mangueira, completamente cheia de água, e que então ele a conecte em uma torneira e abra a corrente de água. Exatamente no instante que as primeiras gotas de água entrar pela mangueira, outras deverão sair na outra ponta, pois a mesma está completamente cheia de água. Com isso, com a mediação do professor de modo a impedir a formação de obstáculos epistemológicos, poderia ser analogicamente explicado que a transferência de elétrons não é um processo isolado. Também

seria possível ressaltar que os elétrons que entram no fio em uma das semi-células, não são, necessariamente, os mesmos que saem na outra ponta. Então o professor Thiago continua.

Prof. Thiago: Mas ainda que eu falasse da mangueira [...] eualaria da questão do elétron não ser o mesmo [...] eu ia tentar deixar bem claro isso aí e falar da questão do mar de elétrons, remetendo ao mar de elétrons.

Como o próprio professor Carlos sugeriu a analogia da mangueira cheia de água, ele se manifestou em seguida dizendo utilizar o mesmo exemplo para explicar o fenômeno da condução de corrente elétrica nos metais. Mas ele também ressalta a importância da mediação do professor ao utilizar desse tipo de recurso, as analogias, para que não seja criado um obstáculo epistemológico para o aluno.

O professor Luiz também mostra concordar com o que foi exposto pelos professores Bernardo, Carlos e Thiago. Ele concorda com a forma que os elétrons são transferidos de um eletrodo ao outro e também concorda que usar o exemplo citado pelos professores Carlos e Thiago, o exemplo da mangueira cheia com água, é uma boa forma de se explicar para os alunos que não existe um mesmo elétron que sai de um eletrodo e vai percorrendo o fio condutor até chegar ao outro.

Prof. Luiz: Mas é basicamente isso [...] eu concordo com o que os meninos falaram, e não vejo outra forma de tentar explicar isso pros alunos de ensino médio. [...] pelo exemplo da mangueira mesmo, pra tentar deixar claro, que não é uma bolinha que saiu daqui e que foi caminhando isso aqui tudo pra chegar lá.

Em um de seus trabalhos, Lopes (1997) trata do processo de mediação didática da ciência. Segundo a autora, o processo de mediação didática deve ser encarado como:

[...] um processo de constituição de uma realidade através de mediações contraditórias, de relações complexas, não imediatas, com um profundo sentido de dialogia. (LOPES, 1997, p.564).

Alguns pesquisadores utilizam o termo transposição didática. Para Lopes, esse termo não representa bem o seu significado, pois tende a ser associado à ideia de reprodução, movimento de transportar algo de um lugar ao outro, sem alterações. Na mediação didática, o uso de metáforas e analogias é uma importante ferramenta. Estes recursos didáticos são muito

comuns no ensino de química, mas, se utilizados sem cuidado, podem se tornar uma grande fonte de obstáculos epistemológicos.

Os participantes da pesquisa usam a analogia de uma mangueira cheia com água para dizer da instantaneidade do transporte de elétrons de um eletrodo ao outro na pilha de Daniel. As analogias e metáforas devem tornar uma nova informação mais concreta e fácil de imaginar. Uma boa analogia sempre tem um aspecto metafórico de surpresa, o que confere a boa característica como ferramenta de ensino (LOPES, 1997). Contudo, as analogias apresentam desvantagens. Segundo a autora, uma analogia nunca possui equivalência absoluta com o objeto alvo, as diferenças entre os mesmos podem ser fontes de enganos. A analogia deve ser muito bem conhecida pelo aluno, pois o que for mal compreendido na analogia será, também, mal compreendido no objeto alvo. Além disso, o uso de analogias no ensino nunca é espontâneo, o que significa dizer que é necessário uma considerável orientação.

Como observamos pelas falas dos participantes, podemos perceber que os mesmos sabem das limitações de uma analogia, assim como reconhecem e compreendem as vantagens e desvantagens da mesma, bem como a necessidade do cuidado durante a mediação do professor.

A partir das falas dos participantes e do que a literatura apresenta, percebemos que eles têm a concepção correta sobre a transferência de elétrons pelo fio condutor na pilha de Daniel. Eles se baseiam, principalmente, na forma de movimentação de elétrons na ligação metálica, existente no fio condutor. Além disso, vemos que os participantes se preocupam com o uso de analogias para o ensino de tal conceito químico. Embora todos concordem que analogias como a da “mangueira” possam ajudar no entendimento do fenômeno, eles também mostram o cuidado que deve ser tomado na mediação do professor, para que essa analogia não venha substituir o real fenômeno e, desse modo, distorcer o conceito científico. Podemos ver também que existe a preocupação com o uso inadequado da linguagem, de simbologias e de materiais didáticos que não apresentem o conceito científico de forma clara e livre de interpretações incorretas.

COMPREENSÃO ACERCA DA DIFERENÇA DE POTENCIAL E DA PONTE SALINA NAS CÉLULAS GALVÂNICAS

Durante a fala de um dos participantes, em um dos temas anteriormente discutidos, foi utilizado o termo d.d.p. (diferença de potencial). Portanto, questionamos os participantes sobre o que é essa diferença de potencial.

Nessa discussão a professora Bianca não expressou sua opinião. Talvez pelo fato de ser um tópico com o qual ela não teve muito contato, pois ainda não trabalhou ensinando eletroquímica e, como vimos ao longo das discussões, não aparenta ter sido impactada com conteúdos de eletroquímica em sua formação na educação básica e em nível superior. Então podemos notar uma dificuldade, por parte da professora, em discutir sobre temas mais específicos da eletroquímica.

Os professores Luiz, Carlos e Thiago, expressaram ideias parecidas sobre a d.d.p. Abaixo seguem alguns recortes dessas falas.

Prof. Luiz: [...] a gente toma um padrão e comparado à esse padrão você tem os potenciais de cada um dos eletrodos e a diferença entre os potenciais desses eletrodos seria a d.d.p..

Prof. Carlos: [...] é um parâmetro que é criado né [...] Foi feito de diferentes metais com relação ao padrão, que no caso foi o de hidrogênio. Então a partir do momento que a gente vai fazendo essa comparação, a gente cria um mecanismo de uso, algo criado para depois nós compararmos esse poder.

Prof. Thiago: [...] é uma convenção, convencionou-se em relação ao hidrogênio [...] Mas quando a gente fala potencial de redução, quando a gente fala potencial de oxidação, por exemplo, e isso aí tem um número, um valor, em relação ao hidrogênio e tudo mais, a gente expressa isso daí lá na sala de aula como a tendência daquela substância em oxidar ou reduzir.

A diferença de potencial em um sistema eletroquímico, ou a força eletromotriz (fem), é a força que move os elétrons através do condutor externo de uma célula eletroquímica. (FELTRE, 2004). Essa força pode ser calculada a partir da diferença dos valores dos potenciais de cada eletrodo que constitui o sistema eletroquímico. Contudo, não é possível medir um potencial de eletrodo sem adotar um padrão, uma referência.

Nas falas dos três professores mencionados anteriormente, podemos perceber que existe a concepção de que a diferença de potencial é algo que depende de um padrão, ou que é algo criado, convencional, tomando algo como referência. Sabe-se que a série eletroquímica é construída em relação ao potencial do eletrodo padrão de hidrogênio, que possui valor igual à zero em todas as temperaturas (ATKINS e JONES, 2006). Marconato e Bidóia (2003) discutem em seu trabalho a natureza arbitrária e relativa dos potenciais dos eletrodos. Eles demonstram que é possível construir uma série eletroquímica utilizando um eletrodo não convencional produzido com material alternativo. Embora os valores obtidos sejam discrepantes dos encontrados na literatura a ordem da série eletroquímica é respeitada.

O professor Bernardo definiu a d.d.p. de um sistema eletroquímico de uma forma diferente das colocadas pelos demais participantes da pesquisa. Para ele, a d.d.p. pode ser considerada como a energia que uma célula eletroquímica, por exemplo, pode fornecer.

Prof. Bernardo: [...] é a representação da voltagem de uma célula galvânica né [...] é a energia que ela fornece pra um sistema, pra um determinado aparelho. E a d.d.p. dessa pilha de Daniel que a gente tá falando, 1,1 V, quer dizer que esses 1,1 V é a energia que ela vai dar pra um aparelho funcionar. [...] Então é uma representação da energia de uma célula galvânica.

A colocação do professor Bernardo também é muito coerente. Hioka et.al (2000) mostram como é possível construir pilhas utilizando cobre e magnésio a partir de materiais de fácil obtenção. Além disso, os autores do trabalho destacam que essa pilha não convencional pode sim fornecer energia suficiente para funcionar alguns pequenos aparelhos como um carrinho elétrico, um rádio portátil ou um relógio de parede, aparelhos que utilizam normalmente pilhas do tipo AA com 1,5 V.

Dessa forma, vemos que, de fato, a d.d.p. de uma pilha pode ser considerada como a quantidade de energia fornecida para que um aparelho, por exemplo, possa funcionar.

Interessante refletirmos que utilizamos pilhas e baterias frequentemente em nosso dia-a-dia, e muitas vezes os professores, ao trabalharem pilhas nos conteúdos de eletroquímica, não conseguem fazer a relação entre esses materiais e a pilha de Daniel, que é o exemplo de pilha mais utilizado para trabalhar os conceitos de eletroquímica em células galvânicas. Durante a discussão o professor Thiago comenta sobre essa situação.

Prof. Thiago: Só que tem um negócio, na pilha a gente fala assim né, na pilha de Daniel, cara, a gente não trabalha outra, vamo falar a verdade aqui, eu nunca vi nenhum professor trabalhando com outro tipo de pilha.

Um trabalho relevante foi publicado sobre o funcionamento das pilhas e baterias que mais utilizamos comumente no nosso cotidiano (BOCCHI, FERRACIN e BIAGGIO, 2000). Dentre outros sistemas, os autores explicam o funcionamento de baterias utilizadas em automóveis e até mesmo baterias de íons lítio, muito utilizadas em aparelhos celulares e outros eletrônicos. Portanto, seria possível utilizar esses sistemas do nosso dia-a-dia para mostrar aplicações mais práticas dos conceitos de eletroquímica que são ensinados na educação básica, mesmo que o funcionamento de tais sistemas seja mais complexo que o da pilha de Daniel.

Podemos afirmar que os participantes da pesquisa apresentam a correta concepção sobre a d.d.p. de um sistema eletroquímico, tanto com relação à diferença dos potenciais dos eletrodos do sistema, quanto em relação a padronização e o uso do eletrodo de hidrogênio como referência para a medida dos demais potenciais. Apenas a professora Bianca não se manifestou durante essa discussão o que pode estar relacionado ao pouco contato com este conceito, tanto durante a sua formação em nível médio e superior, quanto pelo fato de ainda não ter tido oportunidade de ensinar tais conteúdos ou ainda pode ser que a professora tenha concordado com os demais participantes e com isso não tenha se pronunciado.

O último tópico colocado em discussão para os participantes da pesquisa foi relacionado a um componente da pilha de Daniel, a ponte salina. Perguntamos qual é a função desse sistema (que pode ser substituído por uma membrana porosa) e como ele atua no sistema eletroquímico.

O posicionamento de todos os participantes foi muito parecido, embora nem todos tenham pronunciado. Os professores Luiz e Carlos, e a professora Bianca, foram complementando ou acrescentando novas observações sobre as falas dos outros, mas sempre em acordo com as ideias colocadas. Eles argumentam que a ponte salina tem a finalidade de manter o equilíbrio de cargas nas duas semi-células da pilha de Daniel. Apresentamos abaixo recortes das falas dos professores Bernardo e Thiago, os quais se pronunciaram de forma mais expressiva.

Prof. Bernardo: [...] a ponte salina tem a finalidade de manter o equilíbrio de cargas, tanto de um lado da célula quanto de outro [...] ou seja, o Cu^{2+} que

está lá na solução, ele está recebendo elétrons e está depositando como cobre metálico, está tendo uma falta de cargas positivas ali. Então qual é a finalidade da ponte salina? É lançar, passar alguns cátions também, se for o KCl, por exemplo, lançar alguns K^+ pra solução ali pra manter esse equilíbrio de cargas tanto de um lado como de outro. Do outro, como teria falta de ânions, lançaria íons Cl^- para manter esse equilíbrio de cargas.

Prof. Thiago: Eu estou com o Bernardo, nessa de que é pra manter o balanço de cargas. Porque se você explicou o processo de transferência de elétrons de uma forma interessante, como a gente já discutiu né, aí a gente vai ver que está relacionado com os processos de oxidação e redução, certo? E aí então ele está adicionando cargas positivas à solução e aí tem que haver esse balanço de cargas. Da mesma forma, na outra célula que está acontecendo concomitantemente, está havendo ao mesmo tempo[...]

O professor Thiago, ao mencionar os processos simultâneos de oxidação e redução, ainda ressalta a complexidade do entendimento desse fenômeno por parte dos alunos, uma vez que, embora as semi-células sejam separadas, são processos que ocorrem ao mesmo tempo.

Prof. Thiago: [...] isso que é outra coisa complicadíssima, não tem diferença de tempo quando você tem uma pilha, porque é a velocidade do elétron [...] a gente separa em semi-reação, mas isso é fácil de fazer, é fácil de conversar. Na hora que você fala que um processo não ocorre sem o outro, eles tem que ocorrer ao mesmo tempo ali.

Hioka et al. (1998) definem a ponte salina como um sistema formado por um tubo de vidro na forma de U invertido, contendo solução de ágar-ágar saturada com um eletrólito forte ou apenas solução aquosa saturada de eletrólito, tapadas nas extremidades por chumaços de algodão. Para os autores, a ponte salina tem a finalidade de fechar o circuito elétrico numa pilha de Daniel, pois a mesma é condutora de corrente elétrica. Além disso, a ponte salina deve permitir a eletroneutralidade do sistema, ou seja, não permitir que ocorrerá uma polarização da pilha devido ao excesso de cargas positivas em um dos compartimentos e excesso de cargas negativas no outro, uma vez que ocorre o fluxo de elétrons de um semi-célula para a outra. O livro didático de Química, Feltre (2004), apresenta basicamente a mesma definição sobre o que é a ponte salina, contudo, a sua utilidade é exposta de forma bem mais simplória. Os autores do livro apontam a função da ponte salina apenas como a de

permitir a movimentação de íons de um compartimento ao outro. Segundo Atkins e Jones (2006) a ponte salina é tipicamente um gel contendo uma solução aquosa concentrada, colocada em um tubo em U invertido. Para os autores, a função do sistema é permitir o fluxo de íons que não alterem as reações envolvidas no processo e completar o circuito elétrico.

De acordo com as definições encontradas na literatura sobre a função e a forma de atuação da ponte salina, podemos concluir que os participantes da pesquisa apresentam concepções e conhecimentos que vão ao encontro do conceito científico. Embora nem todos tenham se pronunciado com a mesma intensidade, a posição sobre o assunto foi praticamente homogênea. Dessa forma, podemos concluir que não há nenhuma distorção ou erro conceitual sobre o tema discutido por parte dos participantes da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conteúdos de eletroquímica abrangem uma variedade de conceitos químicos em nível fenomênico que apresentam relevância social, ambiental e científica. Diversos desses fenômenos são presentes no dia-a-dia das pessoas como a corrosão, o desgaste de materiais metálicos em geral, o uso da energia elétrica, o descarte de pilhas e baterias, o uso de reações eletrolíticas para cromar objetos e outros.

Na educação básica, os conteúdos de eletroquímica são presentes no currículo, contudo, pesquisas revelam que os mesmos são deixados para segundo plano, ou são abordados e trabalhados superficialmente. Sabe-se que, dentre outros fatores, a falta de preparação do professor pode ser um dos fatores para que isso aconteça. Esses conteúdos são considerados complexos pela maioria dos estudantes e também por professores, que provavelmente possuem uma frágil formação com relação a tais conceitos químicos.

Entendendo e reconhecendo a importância dos conceitos químicos relacionados à eletroquímica, decidimos investigar as concepções de um pequeno grupo de professores, egressos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Uberlândia, sobre a eletroquímica. A pesquisa teve como norte a pergunta: Quais as concepções dos professores egressos da licenciatura em química sobre eletroquímica? Sobre quais pressupostos teóricos essas concepções se fundamentam?

Num momento inicial, realizamos uma revisão na literatura com o objetivo de encontrar trabalhos publicados nos periódicos de maior veiculação nacional e internacional, os quais tivessem alguma relação com a eletroquímica em geral. Desta revisão encontramos trabalhos que discutem o uso da experimentação, materiais didáticos, propostas ou metodologias para o ensino e aprendizagem, concepções dos estudantes, impacto ambiental e definições e conceitos em eletroquímica. Nesta revisão não encontramos trabalhos que tivessem como foco o professor no ensino de eletroquímica o que corroborou com a pergunta norteadora da pesquisa.

Tomando como referência os assuntos discutidos nestes trabalhos, encontrados a partir da revisão da literatura, elaboramos um roteiro que foi posto em discussão com os cinco egressos do curso de Licenciatura em Química da UFU que convidamos para participar da pesquisa. Essas discussões foram gravadas em áudio e vídeo, tiveram as falas transcritas e posteriormente analisamos as mesmas buscando entender as concepções dos professores sobre cada tópico discutido.

Investigamos, primeiramente, as concepções dos participantes sobre ciência. O professor Thiago e a professora Bianca entendem a ciência como um conjunto de conhecimentos voltados a desenvolver as coisas, uma concepção já identificada por Firme e Amaral (2008). A concepção de ciência como um conjunto de informações cujo objetivo seja responder ou solucionar questões de interesse na vida do homem em diferentes períodos expressa uma concepção de ciência como uma produção intelectual capaz de dar respostas aos questionamentos humanos. Os professores Bernardo e Carlos, mostram uma concepção de ciência como produção humana, a qual possibilita a leitura do mundo pelo homem e para o homem, pois compreende a ciência como um conjunto de conhecimentos que não se constituem de forma isolada e estagnada (FIRME e AMARAL, 2008). Luiz apresentou uma visão diferente das outras expostas pelos demais participantes na qual a ciência se configura como um discurso, algo que você pode conhecer e optar por utilizá-lo ou não conforme seus interesses ou necessidades.

Quando questionados sobre os materiais didáticos existentes para o ensino de eletroquímica, os participantes demonstraram ter maior contato com três tipos de materiais didáticos em geral, os livros didáticos, as animações computacionais e a experimentação. Todos os participantes apontam a importância do papel do professor para contornar possíveis falhas ou insuficiências advindas dos materiais didáticos. Embora nem todos tenham efetivamente trabalhado eletroquímica em sala de aula, conhecem e apontam a importância do uso de recursos como a animação computacional e a experimentação, quando são possíveis de se utilizar, por aproximar o fenômeno do aluno e facilitar a visualização dos mesmos.

Com relação à problematização da eletroquímica na educação básica a maioria dos professores concorda que deve se partir de um fenômeno simples e comum ao dia-a-dia do estudante. Os participantes apresentaram possíveis temas para problematizar a eletroquímica explicando quais os conceitos eletroquímicos que poderiam ser trabalhados a partir dos mesmos. A necessidade de o tema proposto ser realmente presente na rotina de vida dos alunos também foi algo muito debatido pelos participantes, assim como a preparação do profissional que atuará como professor em sala de aula, tanto com relação ao conhecimento científico que deve ser ensinado quanto em relação a conhecer bem a turma na qual irá trabalhar.

Todos os egressos participantes de nossa pesquisa acham os conteúdos de eletroquímica complexos, tanto para o seu ensino quanto para o seu aprendizado. Eles apontam que essa complexidade se deve ao fato de os conceitos eletroquímicos serem

diretamente dependentes de outros conceitos químicos de difícil compreensão, como modelos atômicos, estrutura atômica e ligações químicas. A revisão da literatura que realizamos nos mostrou que os trabalhos, sejam relacionados a materiais didáticos, experimentação, concepções dos estudantes ou à propostas de metodologias de ensino, tem como principal objetivo suprir ou corrigir alguma dificuldade ou insuficiência nos processos de ensino e de aprendizagem de eletroquímica, o que corrobora com a concepção dos participantes.

Parte de nosso trabalho de pesquisa teve o intuito de investigar como foi o aprendizado de eletroquímica dos egressos no nível superior no qual se graduaram. Um curso de licenciatura em Química, cujo principal objetivo deve ser preparar o futuro professor para a real situação de sala de aula, deve fornecer todas as ferramentas para o aluno, de modo a tornar sua formação sólida e mais completa. Observamos que os egressos do currículo de Licenciatura em Química em período integral (hoje já extinto), oferecido pela UFU, não tiveram durante sua formação um momento, ou disciplina, dedicada ao estudo da eletroquímica especificamente. Os participantes relatam que o pouco que foi apresentado de eletroquímica ocorreu em outras disciplinas, como Físico-Química ou Química Analítica. A fala dos participantes também nos mostra que a formação dos egressos no nível superior não impactou o aprendizado de eletroquímica dos mesmos, pois eles relatam que o pouco que sabem de eletroquímica é produto do aprendizado deficiente no ensino médio, contato com os conceitos eletroquímicos em outras situações ou pelo estudo durante a preparação de aulas nas suas experiências profissionais.

Também investigamos os conceitos que os professores apresentam sobre três tópicos específicos de conceitos eletroquímicos, o processo de transferência de elétrons numa célula galvânica, a diferença de potencial e a ponte salina utilizada em sistemas eletroquímicos.

Pela análise das falas dos participantes percebemos que eles têm os conceitos corretos sobre a transferência de elétrons pelo fio condutor na pilha de Daniel. Eles explicam o fenômeno da movimentação dos elétrons utilizando conceitos sobre a ligação metálica, existente no fio condutor. Os participantes utilizam analogias para o ensino desse fenômeno, mas preocupam com o uso das mesmas, pois ressaltam que deve ser tomado muito cuidado na mediação do professor, para que essa analogia não venha substituir o fenômeno causando uma distorção do conceito científico. Podemos ver também que eles se preocupam com o uso inadequado da linguagem, de simbologias e de materiais didáticos que não apresentem o conceito científico de forma clara e livre de interpretações incorretas.

Os participantes da pesquisa também apresentam o conceito correto sobre a d.d.p. de um sistema eletroquímico, tanto com relação à diferença dos potenciais dos eletrodos do sistema, quanto em relação à padronização e o uso do eletrodo de hidrogênio como referência para a medida dos demais potenciais. Analisando as falas dos participantes sobre a função e a forma de atuação da ponte salina, podemos concluir que eles apresentam concepções e conhecimentos que estão de acordo com o conceito científico. Embora as falas dos participantes tenham sido bastante diferentes em duração e quantidade de argumentos a posição sobre o assunto foi praticamente unânime. Portanto, concluímos que os participantes não possuem distorção ou erro conceitual sobre o tema.

Em suma, os egressos do curso extinto curso de Licenciatura em Química da UFU que participaram de nossa pesquisa são professores que possuem compreensões importantes sobre o ensino e a aprendizagem de eletroquímica. Os professores revelaram um aprendizado com muitas dificuldades, tanto no ensino médio quanto no ensino superior. Na educação básica eles tiveram um aprendizado fundamentado em regras para memorizar esquemas e formas de resolver alguns exercícios de forma mecânica, um ensino não problematizado, e em maioria com estratégias de ensino tradicionais. No ensino superior os participantes mostraram ter tido um aprendizado de eletroquímica muito deficiente, pois não havia na grade curricular uma disciplina destinada especificamente a tratar os conteúdos eletroquímicos. Com isso, o aprendizado e o conhecimento dos mesmos sobre eletroquímica parecem ter sido muito restritos ao que aprenderam no ensino médio ou ao que aprenderam em situações onde foram forçados a estudar sozinhos para poder ministrar aulas de tais conteúdos, para os que já tiveram a oportunidade de lecioná-los. Vemos que a formação em nível superior não afetou ou acrescentou muito aos conhecimentos dos participantes sobre eletroquímica. Mesmo com tais dificuldades no aprendizado, os professores apresentam concepções sobre conceitos específicos que estão em acordo com o conhecimento científico. Além disso, percebemos uma concepção de educação preocupada com o processo de ensino e de aprendizagem nas falas dos professores. Os participantes conhecem a necessidade de um ensino problematizado, que vise a formação do aluno, que seja dinâmico e enquadrado na realidade do aluno. Mostram também ter conhecimento de diferentes recursos didáticos possíveis de se utilizar para o ensino de eletroquímica, bem como as suas limitações.

REFERÊNCIAS

ACAR, B.; TARHAN, L. Effect of Cooperative Learning Strategies on Student's Understanding of Concepts in Electrochemistry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 5, n. 2, p. 349-373, 2006.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.

ALEIXO, L. M.; GODINHO, O. E. S. Uso do eletrodo de cobre metálico em potenciometria e titulação potenciométrica. **Química Nova**, Campinas, p. 113 -115, 1985.

AYDOS, M. C. R.; ZUNINO, A. V. Prática de ensino de química – uma experiência educacional dialógica. **Química Nova**, [S.l.], n. 17, v. 2, p. 172 – 174, 1994.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 11, p. 3 – 9, 2000.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, C. D.; SANTOS, M. A. Aplicações da técnica do grupo focal: fundamentos metodológicos, potencialidades e limites. **Revista da SPAGESP - Sociedade de Psicoterapias Analíticas Grupais do Estado de São Paulo**, São Paulo, n. 1, v. 6, p. 74 – 80, Janeiro – Junho, 2005.

BUCAT, R. Pedagogical content knowledge as a way forward: Applied research in chemistry education **Chemistry Education: Research and Practice** 2004, vol. 5, n. 3, p. 215 – 228.

BURKE, K.A., GREENBOWE, T.J. & WINDSCHITL, M.A. Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 75, p. 1658 - 1661, 1998.

CAMPOS, M. R. Ator ou protagonista? Dilemas e responsabilidades sociais da profissão docente. **Revista PRELAC: O docente como protagonista na mudança educacional**. Santiago, Chile: UNESCO, n.1, p. 6 – 23, jun. 2005.

CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier o que tem sido apresentado em livros didáticos? **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 32, n. 2, p. 107-119, 2010.

CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**. v. 1, Editora Moderna. 2011.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** – 2ª Ed. – Tradução de Raul Fiker – São Paulo: Brasiliense, 1997.

CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino?** - 2.ed. - Canoas: ULBRA, 2004.

ESTEVE, J. M. Bem-estar e saúde docente. **Revista PRELAC: O docente como protagonista na mudança educacional**. Santiago, Chile: UNESCO, n.1, p. 117 – 133, jun. 2005.

FARIA, R. B. Eletrólises com eletrodos ativos: uma aula prática de química geral. **Química Nova**, Rio de Janeiro, p. 167 – 170, 1985.

FEIMAN-NEMSER, S. From preparation to practice: designing a continuum to strengthen and sustain teaching. **Teachers College Record**. V. 103, n. 6, p. 1013 – 1055, 2001.

FELTRE, R. **Química** – 6.ed., v.2 - São Paulo: Moderna, 2004.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**. v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FRAGAL, V. H. et al. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 33, n. 4, p. 216 – 222, 2011.

FRANCISCO JR, 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**, [S.l.], n.30, p. 34 - 41, 2008.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 29 (10), p. 1079 - 1099, 1992.

GOMES, S. R. Grupo focal: uma alternativa em construção na pesquisa educacional. **Cadernos de pós-graduação do Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro Universitário Nove de Julho (Uninove)**. São Paulo, v. 4, p. 39 – 45, 2005.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 198 – 202, 2009.

HARTWIG, D. R.; ROCHA-FILHO, R. C. Experiências e analogias simples para o ensino de conceitos em química; III – resultados da aplicação de uma visualização para deposição metálica espontânea. **Química Nova**, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 333-340, 1998.

HIOKA, N. et al. Experimentos sobre pilhas e a composição dos solos. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n.8, p. 36 – 39, 1998.

HIOKA, N. et al. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 11, p. 40 – 44, 2000.

HUDLE, P. A.; WHITE, M. D.; ROGERS, F. Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 77 (1), p. 104 - 110, 2000.

IBANEZ, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos: I – Tratamento de soluções aquosas. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 15, p. 45 – 48, 2002.

LIMA, E. F. **Começando a ensinar: começando a aprender?** 1996. 175p. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, n. 20, v. 5, p. 563 – 568, 1997.

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F.; **Química**. v. 1, Editora Scipione. 2011.

MARCONATO, J. C.; BIDÓIA, E. D. Potencial do eletrodo: uma medida arbitrária e relativa. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 17, p. 46 – 49, 2003.

MATSUBARA, E. Y.; NERI, C. R.; ROSOLEN, J. M. Pilhas alcalinas: um dispositivo útil para o ensino de química. **Química Nova**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 4, p. 1020-1025, 2007.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de química orgânica do ensino médio. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 20, p. 45-48, 2004.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na Escola**, [S.l.], n. 19, p. 11 – 14, 2004.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 57 – 60, 2011.

MÓL, G. S. et. al. **Química e sociedade (Química: coleção Nova Geração)**. São Paulo: Editora Nova Geração, 2003. Módulos 1, 2 e 3.

NIAZ, M.; CHACÓN. E. A Conceptual Change Teaching Strategy to Facilitate High School Student's Understanding of Electrochemistry **Journal of Science Education and Technology**, v.12, n. 2, p. 129-134, 2003.

OLIVEIRA, C. A. F.; RESENDE FILHO, J. B. M.; ANDRADE, L. R. Identificação de ácido salicílico em produtos dermatológicos utilizando-se materiais convencionais. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 33. n. 2, p. 125-128, 2011.

PENA, G. B. O. **O início da docência: vivências, saberes e conflitos de professores de química**. 2010. 215 p. Dissertação (Mestrado em Química), Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PERNAULT, J. M.; MATENCIO, T. Desenvolvimento e aplicação de células eletroquímicas em camada delgada. **Química Nova**, Belo Horizonte, v. 22, n. 6, p. 899 – 902, 1999.

SANGER, M.J. Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 22 (5), p. 521 - 537, 2000.

SANGER, M.J. & GREENBOWE, T.J. Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l.], v. 34 (4), p. 377 - 398, 1997a.

SANGER, M.J. & GREENBOWE, T.J. Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 74, p. 819 - 823, 1997b.

SANGER, M.J. & GREENBOWE, T.J. An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 76, p. 853 - 860, 1999.

SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 190 – 197, 2009.

THOMPSON, J. & SOYIBO, K. Effects of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th grader's attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. **Research in Science & Technological Education**, [S.l.], v. 20 (1), p. 25 - 35, 2002.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **Química**. V. único – 8ª Ed. – São Paulo: Saraiva, p. 784, 2010.

VAILLANT, D. Reformas educacionais e papel dos docentes. **Revista PRELAC: O docente como protagonista na mudança educacional**. Santiago, Chile: UNESCO, n.1, p. 39 – 51, jun. 2005.

VEENMAN, S. El proceso de llegar a ser professor: um análisis de la formacion inicial. In: VILLA, A. (Coord.). **Perpectivas y Problemas de la Function Docente**. Madrid: Narcea, p. 39 – 68, 1988.

VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLES, E. R. Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. **Química Nova na Escola**, [S.l.] n. 15, p. 28 – 24, 2002.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**. [S.l.], n. 22, p. 42-47, 2005.

APÊNDICE A

TRANSCRIÇÕES DOS ENCONTROS

Primeiro Encontro

[Michell] - Pessoal, é o seguinte, antes de a gente começar, propriamente falando eu vou só falar algumas coisas sobre essa metodologia, ou sobre essa técnica que nós vamos utilizar na minha pesquisa, que é a técnica do grupo focal.

Essa técnica nunca foi usada aqui no nosso grupo de pesquisa na universidade, no grupo de pesquisa em educação, então ela é nova para o grupo e consequentemente é nova para mim também, e é nova para vocês também. Acho que vocês são o primeiro grupo de sujeitos que participam do nosso grupo que envolva essa técnica.

Essa técnica surgiu na década de oitenta, basicamente nas indústrias e nas empresas, para fazer pesquisa de opinião com os funcionários. Reuniam-se os funcionários pra discutir aspectos da empresa que precisariam ser melhorados, modificados ou discutidos. E aí com o tempo essa técnica foi sendo mudada para propósitos mais amplos de pesquisas na área das ciências mesmo, tanto nas ciências exatas quanto nas ciências humanas.

Já existem pesquisas no campo da saúde, no campo da psicologia, da geografia, com a técnica de grupo focal e a área de educação está também utilizando esta metodologia. Que se torna muito valiosa porque é uma forma de ter uma interação maior entre os sujeitos do que se investigar sujeitos isolados, pontualmente.

Então ela funciona da seguinte forma, a partir de toda a revisão que foi feita na literatura, dessa revisão inicial que foi feita na literatura pra estabelecer os objetivos e os propósitos da pesquisa, eu elenquei alguns tópicos, alguns temas que eu acho importantes de utilizar como temas geradores para nós discutirmos, para investigar algumas concepções específicas que nós decidimos investigar. Então eu vou trazer para as reuniões esses temas, e nós vamos conversar sobre eles.

O meu papel no grupo é apenas de moderador, então eu não posso interferir nas respostas de vocês e eu não vou dar as minhas respostas sobre essas questões que serão colocadas, o meu papel é simplesmente fazer o elo entre as falas de vocês, para que todos participem, todos se expressem, da melhor forma possível. E aí como é a nossa primeira reunião hoje, eu quero que todos fiquem bem à vontade, então nós vamos conversar bem

tranquilos hoje, talvez seja a reunião mais rápida, essa de hoje, e a primeira coisa que eu quero conversar com vocês, embora eu acho que todos já se conheçam, é que cada um se apresente um pouco. Diga seu nome, sua idade...

[Thiago] – Eu, eu, eu!

[Michell] – [...] e fale sobre a sua situação profissional, se está empregado ou não, sua experiência docente, se tem ou não, caso tenha, onde trabalhou, qual tipo de escola, se foi no estado, se foi particular, se foi cursinho, tudo isso pra gente poder entender melhor cada um de vocês enquanto sujeitos nessa pesquisa. Então o Thiago se manifestou, pode começar.

[Thiago] – Olá, meu nome é Thiago. Eu to nessa vida já tem cinco anos... (risos). Eu comecei a dar aula quando eu tava no segundo período, no primeiro período eu só era monitor na escola, aí no segundo período a gente começou a dar aula no MEP (Movimento Estudantil Popular), que é um cursinho. Um cursinho de cunho “alternativo”, mas que não tem nada de alternativo é um cursinho comum. Aí a gente começou a dar aula no cursinho no segundo período e dei aula até o final do... Até o ano passado, em cursinho. Mas nesse meio tempo também eu dei aula em escola pública, de matemática, por pouco tempo, acho que “foi” aula de matemática eu dei lá na escola pública e na escola particular eu no primeiro, segundo e terceiro lá no colégio Objetivo, em Araguari. Hardcore fi... Lá é hardcore! Lá eles são hardcore fi (falou rindo olhando para o Carlos).

[Carlos] – Eu saí de lá.

[Thiago] – Eu tô ligado.

[Michell] – Você trabalhou lá também Carlos?

[Carlos] – (Faz sinal que sim com a cabeça).

[Thiago] – Mas nós vamos falar sobre isso depois em outras reuniões (risos). Então, eu dei aula na escola particular, dei aula no cursinho, dei aula em cursinhos fora de Uberlândia

também, em Monte Carmelo era extensão do MEP, mas Catalão, Catalão era outra escola lá que eu dava aula no cursinho também. E... E só.

[Michell] – Como professor do estado você trabalhou?

[Thiago] – Trabalhei, dando aula de matemática.

[Michell] – Ah é! E você está com quantos anos hoje Thiago?

[Thiago] – Vinte e três.

[Bernardo] – Você tá velho heim fi (risos)!

[Thiago] – Ah para fi, vai tira outro (risos)!

[Michell] – E você terminou o curso tem quanto tempo?

[Thiago] – Eu terminei o curso tem um ano né? É, quase um ano, não deu um ano ainda não. No fim de julho faz um ano, então tem uns dez meses.

[Michell] – E hoje você está fazendo o mestrado?

[Thiago] – Estou fazendo o mestrado, e eu parei de dar aula porque eu estou fazendo o mestrado, agora nesse momento eu não to dando aula em lugar nenhum, eu parei como cursinho, parei com a escola particular lá no Objetivo, justamente pra poder me dedicar ao mestrado porque fica meio difícil dedicar as duas coisas.

[Michell] – Tá ótimo Thiago. Quem quer falar agora?

[Bernardo] – Uai, pode ser eu, vamos seguindo assim. Pra quem não me conhece meu nome é Bernardo, alguns me chamam de “Bê”, mas sem problemas. Eu dou aula no... Eu comecei a dar aula igual ao Thiago, no segundo período, no cursinho do MEP também. E já fazem cinco anos que eu comecei a dar aula. Eu sempre trabalhei na maior parte do tempo no cursinho

mesmo, mas já trabalhei em escola particular, no Ápice eu comecei sendo monitor e dei algumas aulas de revisão para os meninos também. E a única parte em que eu trabalhei no estado foi quando eu fiz o próprio estágio docente que é do currículo nosso, e é obrigatório. Hoje eu continuo dando aula no cursinho, e trabalho tanto no cursinho pré-vestibular, quanto no cursinho pré-PAAES, que são meninos de escola pública também só que visando passar no PAAES né, que aí não chega a ser escola pública, mas são alunos de escola pública.

[Michell] – Você também está fazendo mestrado?

[Bernardo] – É, eu entrei no mestrado no meio do ano passado, vai completar um ano que eu to fazendo mestrado já, na área de eletroanalítica e é isso aí.

[Michell] – Você ainda está trabalhando?

[Bernardo] – No que no mestrado?

[Michell] – Não, como professor.

[Bernardo] – Sim, no cursinho (MEP).

[Michell] – Joia. Continuando então.

[Bianca] – Então, meu nome é Bianca, tenho vinte e três anos...

[Bernardo] – Ah, eu tenho vinte e dois (risos).

[Bianca] – (risos) Eu acho que de todos aqui, eu tenho a menor experiência profissional porque... em escolas né, porque eu só... as únicas aulas que eu dei no ensino médio foram no estágio obrigatório de PEQ (disciplina do currículo Prática de Ensino de Química 2) que eu dei umas sete ou oito aulas numa escola pública. Só isso.

[Michell] – Você também está fazendo o mestrado?

[Bianca] – Estou fazendo o mestrado há quase um ano. E é isso.

[Michell] – Vocês três (Thiago, Bernardo e Bianca) formaram na mesma época no curso de licenciatura?

[Bianca] – Sim.

[Michell] – Porque eu não tenho certeza se o Carlos também colou grau na mesma época, foi Carlos?

[Carlos] – Sim, foi na mesma época.

[Michell] – Tá. Então já que eu falei o seu nome, se apresente pra nós, por favor.

[Carlos] – Meu nome é Carlos, tenho vinte e nove anos, eu acho que eu sou o mais velho né, o mais experiente né (risos), mais experiente da turma. Eu trabalho... comecei a dar aula no mesmo período que os meninos, segundo período de curso. Por causa desses trabalhos eu fui adiando, deixando de fazer matérias da faculdade porque eu precisava trabalhar. Comecei com monitorias em escolas particulares...

[Thiago] – No segundo período?

[Carlos] – Não, isso foi no terceiro período. No segundo período eu dava aulas particulares para meninos do ensino médio. Depois da monitoria eu comecei a trabalhar em sala de aula, acho que no quarto ou quinto período, quinto período que eu comecei a ter experiência em sala de aula. Eu dei aula em cursinho alternativo também...

[Thiago] – No MAE (Movimento de Assistência Estudantil)?

[Carlos] – Não, no Coliseu. Trabalhei no cursinho alternativo do Coliseu, trabalhei em um outro lá que eu não lembro o nome, depois eu comecei no colégio Mais Positivo, como professor auxiliar, e depois eu peguei uma turma lá em Araguari. Trabalhei no... infelizmente trabalhei no colégio Objetivo de Araguari, trabalho aqui em Uberlândia hoje, trabalho no colégio Nossa Senhora, que é um colégio da rede particular também, já estou lá há quase um

ano, com ensino médio, trabalhei com turmas de nono ano já também, de nono ao terceiro, trabalhei no Teresa Valse aqui em Uberlândia, trabalhei no colégio Universitário aqui em Uberlândia, e... que mais... só. A minha experiência no estado foi apenas durante o estágio obrigatório, então eu não tive experiência como professor do estado, ainda não, mas pretendo ter, quem sabe daqui um tempo. Eu sou o único que não faço mestrado também, queria deixar isso claro. Eu tentei o mestrado uma vez apenas, não consegui passar, e até foi muito bom de não ter conseguido porque naquela época acho que seria muito complicado naquele período. Sou pai, tenho um baixinho lindo demais da conta, o Emanuel, eu vou tentar o mestrado agora, já me organizei, estou estudando para o mestrado e espero que ao final dessa pesquisa eu esteja falando que estou no mestrado, eu espero (risos).

[Michell] – Ok, Luiz.

[Luiz] – Bom, meu nome é Luiz.

[Bernardo] – “Já terminei o meu mestrado” (risos)!

[Luiz] – Não, ainda não terminei o meu mestrado, mas pretendo terminar no meio do ano, pretendo (risos). Sou licenciado aqui pela UFU desde o final de dois mil e nove. Sou bacharel em química também, isso foi uns oito meses depois, foi mais para o final de dois mil e dez. Bom, minha experiência profissional, antes mesmo de eu entrar na universidade eu já dava algumas aulas particulares. De química, física, matemática... Mas bem esporádicas, não tem como te falar o tempo certo... dei aula particular por seis meses, ou por dois anos, porque eram bem esporádicas, quando eu tinha alunos eu pegava as aulas. Minha experiência no estado também se resume a questão do estágio obrigatório. E já dou aula para o ensino superior, em dois mil e dez eu comecei dando aula lá na UFG em Catalão- GO, e agora no meio do ano passado eu comecei a ministrar aulas aqui na UFU. Em Catalão foi durante seis meses e aqui na UFU eu estou desde outubro do ano passado. Tenho vinte e cinco anos, basicamente isso.

[Michell] – De vocês quatro que já estão fazendo o mestrado...

[Thiago] – Ah, eu estou fazendo estágio de docência no ensino superior, aí seria algo a mais de experiência. Eu e a Bianca, ela esqueceu, e eu também.

[Michell] – Sim. Então dos quatro que já estão fazendo pós-graduação apenas o Luiz está fazendo uma pesquisa em uma área relacionada diretamente com a área de educação.

[Luiz] – Isso apenas eu.

[Michell] – Vocês poderiam falar rapidamente sobre a área em que vocês estão fazendo especialização?

[Thiago] – Eu trabalho com físico-química, na subárea de animação computacional, com biomoléculas.

[Bernardo] – Eu trabalho na área de química analítica, na subdivisão de eletroanalítica.

[Bianca] – Também trabalho com físico-química, na área de animação computacional, com simulação de biomoléculas.

[Luiz] – Eu trabalho na área de educação em química, e trabalhei com o uso da história e sobre as concepções de professores a cerca da história e da natureza da ciência, diante das aulas de química no ensino médio.

[Michell] – Então acho que conhecemos um pouquinho mais de cada um aqui. Tenho certeza de que muitas coisas que foram faladas nós não sabíamos. A primeira pergunta que eu quero colocar para vocês é uma pergunta muito ampla e eu queria que vocês expusessem o máximo que puderem sobre esse tema, que é o que levou vocês a escolherem o curso de licenciatura em química?

[Thiago] – Nossa essa é difícil! Bom, eu particularmente... foi uma decisão que... química sempre esteve entre as minhas áreas preferidas, sempre gostei mais. Mas quando eu fui prestar vestibular eu estava muito em dúvida sobre química, geografia, ciências sociais e ciências da computação. Tipo, tudo haver... maravilhoso né, viu que eu gosto de uma coisa bem assim,

ampla né (risos). Aí geografia foi o primeiro que eu cortei. Já de cara eu vi que não era bem o que eu gostaria, que eu gostava mais era do professor mesmo. Computação eu não cortei não (risos). Mas não vou fazer também, só depois que eu aposentar. Química a gente teve professores muito bons né, e um dos meus professores foi meu inspirador assim, no meu interesse de dar aula.

[Michell] – Você é o Bernardo estudaram juntos durante quanto tempo no ensino médio?

[Thiago] – Dois anos e meio, começamos a estudar juntos no meio do primeiro ano do ensino médio. Uma época que era massa.

[Carlos] – Vocês estudaram onde?

[Thiago e Bernardo] – No Ápice.

[Michell] – Durante esse período foi sempre com o mesmo professor de química, na mesma turma?

[Thiago] – Não, a gente teve quatro professores diferentes de química né...

[Bernardo] – Foi o Carlinhos, o “Japa”, o Fabrício e o Lazinho.

[Carlos] – E qual deles que mais influenciou vocês?

[Thiago] – O “Japa”. O “Japa” mais né, mas foi o “Japa” e em segundo lugar o Carlinhos. Mas o Fabrício teve um papel importante comigo porque...

[Bernardo] – Ele te ensinou fazer piada (risos).

[Thiago] – Ele me ensinou que engenharia química não é química. E que engenharia química ia me frustrar. E ele acertou muito mesmo porque se eu fizesse engenharia química como algumas pessoas me sugeriram eu tinha dançado de mais mesmo, não é nada do que eu gostaria mesmo e eu sempre quis ser professor mesmo, assim, depois que eu entrei na

universidade eu percebi que eu podia ser professor, e que era bom, porque... minha mãe, quando eu falava pra ela que eu ia ser professor ela falava pra eu bater na madeira, porque eu zuava muito os professores.

[Bernardo] – Era medo de voltar tudo pra você (risos).

[Thiago] – (risos) É, mas foi por isso que a gente escolheu, porque eu vi que... primeiro porque eu queria saber como a matéria “funcionava”, pensando com a minha cabeça enquanto aluno de terceiro ano eu achava que a química era a forma mais... que mais me aproximaria de entender a matéria de forma geral, e as suas interações. Por isso que eu também pensei em fazer física, mas física eu desanimei logo que eu conversei com um aluno que fazia física, o cara me desanimou muito. Mas podia dar certo também. Mas aí a química foi melhor nesse sentido. Aí eu percebi também que o papel do professor era muito importante para mim, e eu achei que eu podia ser importante para os outros também, porque o “Japa” até hoje é nosso amigo né. Então além de ser amigo ele é um cara que foi meio que direcionador pra mim nesse sentido. Pra mim né, pro Bernardo eu não sei.

[Bernardo] – Praticamente tudo que o Thiago falou bateu com o que aconteceu comigo assim, essa história de professor, então não vou nem repetir essa parte que foi bem igual mesmo. Quando eu entrei no curso de química, não tem como eu escolher se eu quero fazer bacharelado ou se eu quero fazer licenciatura, então eu falei, já estou aqui eu vou fazer os dois, mas eu não tinha nada definido antes, se eu queria ser professor ou se eu ia pra indústria. E até porque em termos de currículo mesmo, eu sabia que ia ser melhor pra mim fazer os dois, mas não que eu tenha entrado aqui já com o pensamento de ser professor, nem que eu iria para indústria. Com o tempo eu fui vendo que eu não tinha ânimo pra ir pra indústria, que não era o que eu queria, e eu fui vendo que eu queria seguir na área acadêmica mesmo, e eu acho que essa parte de licenciatura, o curso de licenciatura, por mais que seja focado para o ensino médio, podia me auxiliar muito também no meu desenvolvimento pra área acadêmica.

[Thiago] – Ah, tem só um detalhe, quando eu entrei, eu não sabia se eu faria o bacharel ou a licenciatura então eu conversei com os veteranos. Aí um deles me falou assim “ não Thiago, você vai fazer o bacharel certo, mas você faz a licenciatura também porque dá aula é pra não passar fome, aí você fica com a aula lá enquanto você não arrumar emprego na indústria você dá aula que aí você não passa fome porque não tem professor de química”. Aí pra eu sair

desse pensamento eu tive que descobrir que as coisas eram diferentes sabe, porque o cara me passou isso aí, ele era o veterano, ele tem ascensão sobre você, o cara tá ali no curso há muito tempo...

[Bernardo] – Em outras palavras assim, não falando do jeito que ele falou “de passar fome”...

[Thiago] – Mas o cara me falou desse jeito!

[Bernardo] – Não eu sei, mas se falasse que abre um campo maior de trabalho pra você eu até concordo que tipo assim...

[Thiago] – Abre um campo maior. Depois de um tempo eu descobri que eu nunca ia querer ir pra indústria, nunca, nunca, nunca, nunca. E descobri que pelo contrário, que eu fiz licenciatura em primeiro lugar e bacharel é algo que eu vou ter só pra melhorar o currículo porque eu não quero indústria. Mas o bacharel também forma a gente como pesquisador também, e isso aí é importante. Mas a licenciatura me formou mais como pesquisador do que o bacharel, uma das coisas que mais me ajuda na pesquisa é a filosofia da ciência, por exemplo, e outras que vem atrás, e foram feitas porque estavam no currículo da licenciatura e não do bacharelado.

[Luiz] – Filosofia da ciência no currículo antigo é de ambos.

[Thiago] – Ah é de ambos? Ah, beleza, porque você já é mais “old school” né (risos). Mas é de ambos então.

[Luiz] – É, era de ambos, mas hoje em dia não é de nenhum dos dois mais, que dizer, na licenciatura tem de uma ou outra forma, mas, no bacharel mudou o currículo completamente, não tem mais.

[Luiz] – Bom, foi um caminho bastante tortuoso (risos). Porque o que acontece, eu também sempre pensei em fazer engenharia química, a química também sempre foi minha primeira opção só que como engenharia química. Depois de alguns vestibulares frustrados por não ter passado em engenharia química, o que foi bastante bom nesse sentido porque eu também

comecei com outro curso de engenharia de controle e automação, e vi que engenharia não era a minha área mesmo não. E aí fazendo cursinho, conversando com os professores e com os colegas descobri qual era realmente a diferença entre engenharia química e química, e descobri que na química eu seria muito mais feliz como químico do que como engenheiro químico. Quando passei no vestibular tinha o pensamento desde o início de que não queria indústria, mas queria fazer ambos os cursos porque queria mexer com a área de pesquisa e consequentemente a licenciatura também me auxiliaria porque hoje aqui no Brasil se você quer ser pesquisador, quase que obrigatoriamente você tem que ser professor no ensino superior. Então sempre caminhei com a possibilidade de fazer os dois pra agregar valor, tantos os valores da licenciatura quando os do bacharelado pra minha formação, lembrando que nunca quis indústria mesmo, por alguns motivos que eu vejo que quem trabalha em indústria se mata de mais pra fazer, na minha opinião, pouca diferença assim... você acaba trabalhando pros outros e fazendo diferença muito mais pra quem você não precisa fazer diferença do que na licenciatura. Na licenciatura você está formando um profissional, formando outra pessoa, eu acho que isso é ...

[Thiago] – Os valores são diferentes né, na indústria o valor é o dinheiro e na licenciatura são outros tipos de valores né.

[Luiz] – É isso. E até por ver na experiência de meu pai, que trabalhou dois anos em uma indústria, eu vi quanto ele se matava pra sustentar a gente, e aí eu falei “ não quero isso pra mim não”.

[Thiago] – Seu pai é formado em que?

[Luiz] – Meu pai é engenheiro mecânico, ele sempre trabalhou ligado às indústrias de cimento, e eu vi o quanto ele se matou e ... assim, é ... um trabalho muito digno, mas não é algo que eu daria conta. Acho que eu não tenho perfil pra isso, desde início. Então por conta disso, sempre quis dar aula no ensino médio e no ensino superior, então tanto a licenciatura quanto o bacharelado agregaram muito à minha formação.

[Carlos] – Pode ser eu? Não, primeiro as damas, eu sou um cavalheiro (risos).

[Bianca] – Bom, química sempre esteve entre as minhas matérias preferidas, quer dizer, não sempre porque no primeiro colegial eu odiava química porque eu tinha um professor que deixava a desejar como professor, ele não tinha muito domínio do conhecimento então... enfim, ele não explicava direito e eu não entendia nada da matéria, eu achava aquilo muito estranho, eu não entendia química aí eu odiava. Até que eu conheci um outro professor que também foi excelente, que é o Jacques, aí eu já consegui realmente aprender química e me interessei muito, e a partir daí sempre gostei de química. Só que, por influência de várias pessoas, sempre que eu falava “nossa eu gosto de química” e pensava em fazer química, tudo mundo falava “não, já que você gosta de química, porque que você não faz farmácia, faz outro curso se não você vai acabar virando professora”. Aí por influência a princípio eu queria mesmo era fazer farmácia, fiz uns vestibulares e não passei, aí quando eu decidi que eu queria vir pra UFU e não tinha o curso, então eu pensei em fazer engenharia química, só que estava no meio do ano então não tinha o vestibular de engenharia química. Aí eu acabei optando pelo vestibular de química. E apesar de tudo mundo falar “não, não faz química não, você vai virar professora” no fundo no fundo eu queria ser professora, só que eu não falava pra ninguém. Aí pra driblar assim o povo falava “não, não faz química” eu falava “não eu posso fazer, tem a opção de eu ir pra indústria” aí todo mundo falava “ah, aí sim” (risos)! Aí todo mundo já concordava melhor com o que eu queria fazer. Só que desde que eu entrei no curso a indústria nunca foi o meu foco, apesar de eu ter feito o bacharelado também o bacharelado foi minha segunda opção, porque o que eu queria mesmo era a licenciatura, eu entrei focada nisso, que eu queria realmente ser professora, na minha família tem muitos professores, meu pai é professor no ensino médio, e isso de alguma forma me influenciou. Eu sabia que era difícil, eu sei que não é fácil, ainda mais porque meu pai dá aula no estado, mas mesmo assim eu achava que valeria a pena, se eu fosse professora. Era mais... assim como o Abílio falou eu via que tinha mais... não sei, pelos meus valores eu sentia que era mais interessante do que eu ir pra indústria porque formar pessoas é ensinar, é passar um pouco do meu conhecimento, então nesse sentido eu sempre quis ser professora.

[Michell] – Seu pai é professor de?

[Bianca] – De matemática. Aí acabei fazendo o curso de química, me apaixonei pelo curso, gostei muito e acho que eu fiz a coisa certa, eu estou muito mais feliz agora, eu sei, do que se

eu tivesse feito engenharia química, eu não estaria tão bem, provavelmente eu estaria frustrada.

[Thiago] – Esse professor que é amigo nosso também, e que nos ajudou, eu e o Bernardo, ele fazia engenharia química e faltando dois períodos pra ele formar ele largou o curso e fez química. Foi fazer química. Aí faltando um período pra ele formar em química ele largou e foi fazer odonto, aí agora ele largou odonto, ele tá só dando aula (risos), ele não é formado em química não. Mas ele pegou da química o que servia pra ele sabe, que era pra dar aula no ensino médio, então na hora que ele percebeu que era aquilo ali mesmo que ele queria ai ele largou.

[Bernardo] – Mas acho que ele chegou a fazer um curso a distância só pra...

[Thiago] – Só pra formar, é...

[Carlos] – O MEC (Ministério da Educação) pede né.

[Thiago] – É fez só pra formar. O MEC pede assim, entre aspas né, porque a gente sabe que se tiver um professor de química formado ele assina o diário pra todos os outros professores de química que não são. Vai Ênio.

[Carlos] – É agora sou eu. Gente então, eu acho que não muda muita coisa, mas algumas coisas são bem diferentes dos meninos. Eu tentei vestibular uma vez pra engenharia química, duas vezes eu tentei pra engenharia química, mas o motivo pra eu ter tentado era pelo fato de eu não saber a diferença entre engenharia química e química. Química eu sempre fui apaixonado, desde o nono ano, no nono ano quando eu comecei a ter aquelas primeiras concepções sobre a química eu já achava aquilo fascinante. E eu vibrava mesmo. No nono ano eu tinha uma professora que não gostava de mim, eu sempre falo isso, ela não gostava de mim, até hoje ela me vê e ela fecha a cara. Eu também não gostava dela, era muito recíproco, e aí eu xingava ela acho que ajudava ela não gostar de mim (risos). Mas ela fazia de tudo pra tirar nota minha, mas ela não conseguia, eu fechava as provas dela todas e ela dava um jeito de mudar minhas notas, mas enfim. Não tinha como, não tinha argumento pra ela tirar nota minha porque eu sempre estudava muito, eu gostava muito daquilo. No primeiro ano eu fechei

com quase cem em química, eu amava, no primeiro ano eu achava aquilo muito legal, por mais que era chato eu achava muito legal. Segundo ano eu dei uma “desviadinha” um pouquinho. No terceiro ano também fui muito bem. Mas eu sempre gostei muito de química. Eu brinco muito com meus alunos, eu falo assim que a química fez parte da minha infância. Quando pequeno eu, eu sou filho único, então eu brincava muito sozinho em casa. E eu falava pra minha mãe, eu fazia experiência. Eu misturava óleo com vinagre, com remédio que eu achava na rua, eu pegava e triturava, pra ver se aquilo fazia alguma coisa, se acontecia alguma reação. Eu nem sabia o que era uma reação, mas eu já usava esses termos. Então assim eu acho que, é uma coisa mesmo de infância. Não tive influência nenhuma pra isso porque meus pais são analfabetos, minha mãe semi e meu pai é analfabeto. Então, o estudo, eu sempre busquei muito sozinho as coisas, as informações eu busquei sozinho, não tenho tios, não tenho ninguém que me influenciou nesse campo, foi mesmo a paixão. E desde o início eu comecei já falando “eu vou fazer química”. Me veio essa “jogada” fazendo esses dois vestibulares que eu prestei pra engenharia química, e eu não sei nem porque eu prestei, até hoje eu não sei o porquê. Um dos porquês que eu acho é por eu não saber a diferença entre os dois cursos a medida que eu soube a diferença eu já deixei de lado.

[Michell] – O que é uma dúvida muito comum na verdade né.

[Carlos] – Acho que um pouco também é a questão de status que o engenheiro dá.

[Michell] – Eu acho que as pessoas que ficam na dúvida, sabem que querem fazer química mas se veem diante desse leque de cursos, engenharia química, licenciatura, bacharelado, química industrial, acho que é muito complicado saber a diferença entre todos esses currículos e todos esses profissionais para poder escolher.

[Thiago] – Isso é matemática básica, assim ó, química e engenharia química, opa tem uma coisa a mais aqui, deve ser melhor. A gente já pensa assim sabe.

[Carlos] – E hoje até eu aproveito isso pra orientar meus alunos. Direto eu estou conversando, ontem mesmo eu estava em aula e tive um tempo de bate papo com uma aluna que estava com essa mesma dúvida, então eu tentei explicar pra ela a diferença entre os três cursos pra... pra orientar um pouco no sentido de fazer a escolha dela. Agora, quando eu entrei na

universidade, eu comecei a trabalhar no segundo período, antes mesmo de iniciar o segundo período eu comecei a trabalhar com uma “iniciação científica”, não posso dizer assim porque eu não sabia nada, mas eu estava me iniciando literalmente na coisa com a professora Yaico, na área de tratamento de resíduos. Até no dia que voltou as aulas, a primeira vez que ela foi dar aula pra gente ela falou que eu trabalhava com ela e o pessoal olhou pra trás estranhando porque ninguém se conhecia direito ainda. Só que, eu trabalhei com ela eu acho que um semestre ou dois, e comecei a conhecer a professora Rejane, da área de educação em química, e ela me apresentou uma proposta e foi algo, um trabalho que eu gostei muito. Então eu comecei a trabalhar com educação em química praticamente no terceiro período, do terceiro pro quarto período eu comecei já a trabalhar com educação em química. E eu me apaixonei, porque eu vi que era aquilo que eu queria. Eu me sentia realizado quando eu ficava pesquisando, lendo as coisas. E foi aí então que eu comecei a trabalhar em escolas, como eu disse, entre o segundo e o terceiro período eu comecei a trabalhar em escolas com monitorias. E foi aí que eu falei “se é o que eu quero, então eu tenho que buscar a melhor forma de iniciar esse negócio”, porque eu deixar pra “pronto, formei, estou com meu diploma, agora vou entrar em sala de aula. Bom dia gente, oi, sou o Ênio” eu ia me frustrar. Então eu preferi no começo do curso já ir apanhando, tomando tombo, e... esquecer as coisas (risos) falava pros meninos “pessoal só um minutinho que vou dar uma pesquisada que eu não tenho certeza desse dado”. Aconteceu isso comigo uma vez, não sei se aconteceu com vocês.

[Luiz] – Sempre acontece né.

[Carlos] – Acho que sempre acontece com tudo mundo e vai acontecer ainda né, que a gente ainda não está com esse tempo todo não. Então assim, sabe aqueles momentos que a gente tem de sonhos, acordados, que a gente pensa e projeta a nossa profissão, que a gente se vê “ah, vou estar fazendo assim”, eu nunca me vi na indústria, gente eu nunca consegui me ver de jaleco branco fechado num cômodo, ou com aqueles equipamentos, com máscara... eu não conseguia me ver assim, sabe. Nunca consegui. Eu sempre, nesses sonhos, se é que eu posso assim falar, eu me via no meio da “molecada”, e eu falava com eles “gente ó, eu gosto é de vocês, eu gosto de estar no meio da “muvuca”, gosto de estar aqui com vocês... né, de conversar, de... e essa questão que os meninos falaram da formação, eu acho ela muito interessante, poder contribuir com o outro. Eu sempre falo pra eles o seguinte: “olha gente, não sou o melhor professor, não tenho essa pretensão”, não tenho mesmo, porque eu acho que

a partir do momento que o professor recebe esse título ele muda o caráter que ele tinha de pesquisar, ele deixa de buscar, ele deixa de mudar a sua aula, então eu não quero esse título nunca. Mas eu sempre quando eu entro em sala, eu entro pra tentar fazer o meu melhor, se é o melhor pra eles aí também eu não vou preocupar com isso, mas, eu faço o que eu gosto, eu sou apaixonado no que eu faço, gosto muito de química e gosto muito de dar aula. Então, é aquilo que eu escolhi pra mim, e eu quero me pós-graduar agora, vou iniciar o mestrado agora na área de educação, e estou sofrendo por antecipação porque aqui tá difícil né... mas eu vou, eu vou fazer com o Guimes que é da área de físico-química, mas ele vai me orientar, e vou tentar também na faculdade de educação. Se eu conseguir lá eu até posso ir pra lá. Ou eu vou uma coordenação com Goiânia, tem uma professora lá... eu recebi pra trabalhar em Goiânia, pra fazer o mestrado lá, com bolsa, eu tinha que classificar lá... lá é separado a área de educação, então assim, as vezes chega até sobrar vagas. Eu não fui por causa do meu bebê, eu descobri a presença dele né, que ele estava... que a minha esposa estava grávida, então eu não quis ir, fiquei com medo mesmo de ir pra uma cidade estranha, mas o projeto estava todo aprovado, seria uma experiência muito legal pra mim... agora eu vou tentar correr atrás aí de alguma coisa por esse projeto. Se eu conseguir... talvez até agora eu tenha condições de ir pra lá, fazer o mestrado em Goiânia, então eu vou tentar aqui, se eu não conseguir aqui eu vou tentar pra lá também, mas eu quero me pós-graduar, e fazer o meu mestrado em educação, que é o que eu quero. Já tomei a decisão e eu falo isso até com orgulho, de ser professor. Eu sou professor e essas frases aí de... igual o Thiago disse, eu já ouvi isso demais e quando eu as – ouço eu não concordo com elas de jeito nenhum e eu dou minha posição sempre, porque o professor que entra em sala e faz isso daí ele tem que ser repreendido, porque eu não me tornei professor, eu escolhi ser professor e eu acho que faz uma diferença muito grande. Então assim, eu espero continuar nessa... nessa labuta, é difícil mas a gente gosta desse “trem”. E eu quero dar aula também no ensino superior, trabalhei com técnico, ensino médio, nono ano e agora eu quero ir pro ensino superior. E se Deus quiser eu vou conseguir.

[Michell] – Vai sim. Gente, olha que interessante, a gente falou de currículos diferentes, de licenciatura, bacharelado...

[Carlos] – Ah, um detalhe... eu fiz só a licenciatura, eu escolhi não fazer o bacharel.

[Michell] – Ta. Falamos de licenciatura, bacharelado, química industrial, engenharia, mas sobre tudo, de química. Somos profissionais da química. Como a gente poderia definir o que é química? Como que a gente pode ensinar sobre uma coisa que a gente tem dificuldade de conceituar?

[Luiz] – Assim, num sentido mais amplo, ou menos amplo na verdade, mais restrito da palavra química, o que é química... eu tenho como uma ciência e pra mim, minha concepção, toda ciência é um discurso. Então a química seria um discurso, no caso, sobre a matéria, sobre as transformações, algo do tipo. Então, como um discurso, você pode ou não querer utilizá-lo na sua vida, você pode também optar por não querer a química. Então, eu tenho muito por mim, a física, a filosofia, as religiões, pra mim são discursos, então você vai dentro dos diversos discursos elencar aqueles que você queira pra você. E eu como escolhi ser químico, eu aceito o discurso químico como um daqueles que eu quero ter dentro da minha vida. E sendo professor, e tenho que tentar facilitar ou explicar ao máximo o que é esse discurso, no que se constitui esse discurso, para que se o aluno, futuramente, quiser utilizar desse discurso, ele tenha condições de falar: “eu sei que na química, se eu for pensar isso aqui de uma forma química, é desse e desse jeito”. Claro que ele pode escolher: “não, eu não quero... eu quero utilizar o discurso alquímico”, se ele tiver conhecimento pra isso, eu acredito nisso, é uma opção dele, mas eu tenho que tentar facilitar e explicar o que seria esse discurso pra ele.

[Thiago] – Eu queria começar igual o Luiz mesmo. Eu não vejo a ciência como um discurso não, até é uma forma nova de eu pensar agora, de verdade.

[Michell] – É, é até interessante o Luiz ter falado isso e a gente estar retomando, porque se a gente quiser deixar a discussão mais rica ainda, a gente pode pensar no que é ciência?

[Luiz] – Então, como eu disse, pra mim é um discurso.

[Thiago] – Então, o Luiz disse que é um discurso, isso pra mim é... eu acho interessante a opinião do Luiz, mas o que eu conceituava como ciência, eu acreditava que era um conjunto de conhecimentos e concepções que eram voltados a escrever, explicar ou desenvolver alguns tópicos, algumas coisas. O que o Luiz falou, no caso da ciência, é a matéria e as suas transformações...

[Luiz] – No caso da química né!

[Thiago] – É no caso da química, desculpa, eu falei errado. No caso da química é a matéria e suas transformações e outras coisas mais que a gente acaba indo além desse sentido, mas, pra mim seria isso. Então, química pra mim é um conjunto de conhecimentos, um conjunto de saberes, que se unem convergindo pra desvendar, explicar alguns fenômenos da natureza, no caso fenômenos específicos da matéria e suas transformações. Só que, acho que a gente poderia, talvez, resumir isso que eu disse como sendo um discurso, que é o que eu estou pensando agora, pode ser. O Luiz depois me convence, ou não né (risos).

[Carlos] – Eu acho que... essa concepção é extremamente abstrata. Cada um tem um pouco... todos vão falar a mesma coisa: “é uma parte da ciência que estuda a matéria e suas transformações”... e... quando a gente pensa no que é ciência, eu sempre fico perguntando pros meninos, e na verdade eu falo pra eles que essa é uma pergunta que eu não sei totalmente a resposta dela, e se alguém aqui sabe a resposta...

[Luiz] – E se você souber me fala que eu quero descobrir!

[Carlos] – É o que eu ia falar, se alguém souber, vocês me falam. Porque quando nós pensamos em termos de ciência, ou vamos discutir o que é ciência, teoricamente é um conjunto de conhecimentos, concepções que giram em torno... a gente sabe dessas coisas todas. Mas aí eu sempre pergunto pra eles o seguinte, a ciência, pra mim, agora é a minha postura, o que eu acredito, ela é sim um conjunto de saberes, como o Thiago falou, mas ela é também uma forma de investigar aquilo que existe. Porque a ciência não foi criada em um dia, a gente sempre discute isso, e eu pergunto pros meninos e sempre um ou outro falam, e até citam nomes de criadores da ciência, porque professores das áreas de humanas, às vezes, falam pra eles que a ciência foi criada em tal ano... já tive alunos que falam até ano e nome do criador da ciência...

[Thiago] – Ó esse aí manja heim! (risos)

[Carlos] – Ai até um aluno falou pra mim: “nossa, mas esse aí foi “batata” né”! Porque quando nós pensamos em povos né... povos antigos, eles tinham costumes, eles tinham conhecimentos, que eram passados de pais para filhos, e que se a gente for pensar, isso é ciência, porque era uma forma que eles tinha de mudar o meio no qual eles viviam. Então a ciência na verdade ela é , uma forma... ou é a forma mais pura que o homem tem de tentar modificar o seu meio, e... eu acredito muito em Deus, acredito na ciência e acredito em Deus também e acho que as duas coisas não são separáveis, e... a concepção do modificar é na verdade uma ação vinda dessa parte de Deus no homem, né... de compreender o seu mundo, compreender o seu lugar e de tentar modificar e é isso que, historicamente, gerou e culminou na ciência.

[Thiago] – Eu acho até que quanto mais... o pessoal imagina que quanto mais você caminha com a ciência mais você afasta de Deus, eu acho o contrário!

[Carlos] – Eu também!

[Thiago] – Acho que quanto mais se caminha com a ciência mais se compreende Deus. Sabe como eu vejo isso aí, por exemplo, na época lá dos primórdios da humanidade você tinha um deus pra cada coisa, por exemplo, caía um raio, eu não sabia explicar, por exemplo, como é que caía aquele raio, então aquele raio foi algo que veio de Deus. Hoje a gente consegue explicar como é que veio aquele raio? Consegue uai, as nuvens vem e tal, beleza, consegue explicar exatamente como é que é, que tem que ser uma descarga de corona pra poder ser transportada pelo ar... ta beleza! Ta! Mas ainda tem coisas que a gente não consegue explicar e aí a gente recorre a Deus, por exemplo, da onde veio a matéria, do que foi criada a matéria? A o universo veio do Big-Ban. Ta, e antes do Big-Ban? Ah, era só o universo só que ele tava comprimido aí agora ele tá em expansão aí depois ele vai comprimir... ta ok! E antes? E antes? Aí a gente chega num ponto que a gente não consegue explicar mais e aí a gente chama de Deus. Quando a gente vai expandindo a ciência a gente vai expandindo esse encontro que a gente chama de Deus. Eu acho que é isso.

[Carlo] – Então, continuando, a química torna-se, ou, se tornou como um conjunto desses conhecimentos, que o Luiz chamou de forma muito massa de discurso, porque...

[Luiz] – Mas eu ainda acho que a minha concepção é um pouquinho diferente, porque discurso... não sei te falar que ele foi avançando e foi culminando... não sei, ele pode retroceder pra mim, não necessariamente ele tem que avançar entendeu.

[Carlos] – Eu também não disse que ele vai avançando, o que nós temos hoje é que ele avançou.

[Luiz] – Ai é que ta, eu não sei se avançou.

[Carlos] – Em alguns aspectos a gente percebe que ele avançou.

[Luiz] – Ele tem explicações, mas se isso é um avanço ou não, a gente... principalmente a gente que ta de dentro...

[Bernardo] – Retroceder não retrocede, porque por mais que apareçam outras teorias eu acho que isso é pro avanço.

[Thiago] – É eu também acho que promove o avanço Luiz, independente se essa teoria seja correta ou não. Por exemplo, a gente tenta explicar... a física clássica, pra explicar o espectro do corpo negro, não funciona. E daí quer dizer que ela foi um retrocesso porque ela não foi suficiente, não, foi uma forma de avanço, ela serviu de base pra nascer uma outra teoria nova. E se a quântica estiver errada? E se a da relatividade estiver errada?

[Bernardo] – Então, o próprio modelo atômico é um exemplo. Quantas teorias que não condizem com o que a gente vê hoje que não foram suficientes pra explica, na época... não foi o suficiente pra explicar o que é hoje, mas pra aquela época lá foi um avanço muito grande, mas tiveram alterações.

[Luiz] – Aí eu discordo também, porque você não abandona os modelos antigos...

[Bernardo] – Não abandona! Então foi um avanço, por isso eu estou falando que foi um avanço.

[Luiz] – Então, mas existem coisas que, às vezes, você pode abandonar, e que não necessariamente é um avanço.

[Bernardo] – Mas não é um retrocesso também, você concorda?

[Luiz] – É, eu não sei se é um retrocesso, talvez retrocesso não seria uma palavra muito boa.

[Michell] – Seria mais um desuso talvez.

[Luiz] – Não, eu acho que...

[Carlos] – Acho que uma busca né.

[Luiz] – É difícil pra gente que está dentro da ciência, vamos dizer assim, falar se ela está avançando ou não. A gente vai... os cientistas geralmente vão falar: “não, a gente está avançando”... mas não sei. Não sei se a gente avançou. Quanta gente que ainda passa fome? Será que isso é um avanço? A ciência teria como sanar esse problema? Se ela desenvolvendo novas formas de plantio, essas coisas? E aí? A gente não faz! Então a gente tá avançando? Não sei.

[Thiago] – Então, mas é igual eu falei, tomando como referencial o mundo, tomando como referencial como o tudo, eu acho que a gente está sempre avançando. Em algum ponto ou outro. Por exemplo, Luiz, a gente não compreende como a meningite A funciona...

[Bernardo] – Espera aí, o que é a ciência avançar pra você?

[Thiago] – Pra mim a ciência avançar é a ciência conseguir explicar algo que não havia sido explicado antes, por exemplo. Ou desenvolver algo que pode facilitar de alguém, em algum lugar, de alguma forma.

[Carlos] – Ou conseguir investigar ao que não conseguimos investigar ainda.

[Thiago] – Pode ser um exemplo. Isso pra mim é avanço. Eu concordo, a ciência poderia acabar com a fome no mundo? A própria ciência política poderia. A gente pararia de comer

carne, pegaria toda a soja que a gente dá para as vacas comerem e começava a dar para as pessoas que passam fome. Acabou! Já poderia resolver de alguma forma. Ainda mais que soja demora pra estragar, você pode levar pra África, pra onde você quiser, por vários tempos ... beleza! A ciência já tem a até a resposta, por exemplo, ou uma sugestão. Ai se em algum ponto a química produziu algo que em algum lugar do mundo vai ajudar alguém, de alguma forma, pra mim isso ai foi um avanço.

[Michell] – Espera aí, deixa eu interromper só um pouco pra gente não fugir muito da questão inicial, porque o Bernardo e a Bianca ainda não se manifestaram ainda. Vocês tem alguma opinião diferente ou complementar sobre a definição de ciência e química?

[Bernardo] – É... você quer falar primeiro?

[Bianca] – Posso? Porque eu não sei interromper, não sei se vocês perceberam então eu espero o meu momento de falar. Então... não sei, acho que não diferente mas, às vezes complementar com relação ao que os meninos falaram. Pra mim é muito difícil definir o que é ciência, acho que realmente não existe apenas uma definição, porque essa própria definição poderia ser modificada pela ciência, mas não vem ao caso. Pra mim, eu tentando aqui definir ciência, pra mim é a busca das explicações. Explicar o que? Explicar os nossos sentidos, ou seja, o que a gente está vendo, o que a gente está sentindo, ou tentar explicar o que a gente está pensando também numa forma de ciência um pouco mais abstrata. A ciência relacionada aos sentidos, no tentar explicar o experimental, eu acredito que ela tem as explicações, que de certa forma são limitadas aos nossos próprios sentidos e limitadas ao experimento. Se eu conseguir fazer um outro experimento, uma outra observação, se eu conseguir fazer algum outro experimento que de alguma forma não concorde o que foi feito antes, então ai a ciência já tem que definir os conceitos. Então a ciência ela tem que redefinir seus conceitos, ela é moldada conforme o que se necessita para explicar, ou seja, pra mim ela é a busca das explicações, e se aquela explicação não foi adequada para aquele experimento, se é alguma coisa que vá contra, ai ela deve reformular essa explicação.

[Thiago] – Pra continuar buscando.

[Bianca] – Isso, então é uma busca... é algo inacabado, porque as explicações sempre vão mudar conforme a época, conforme o pensamento, conforme o poder das observações, pra mim seria mais ou menos isso. A química seria uma ciência, ou seja, buscaria explicações para a matéria e as suas transformações, como os meninos já tinham falado. Ou seja, tudo que compete ao mundo material mesmo, o que eu estou vendo, sentindo, pegando, ou que vai além disso, que compõe isso, ainda que eu não possa ver, pra mim isso está relacionado ao conhecimento químico. É muito difícil eu definir até onde vai o conhecimento químico, até onde vai a matéria, porque ela pode acabar se confundindo com outras ciências, por exemplo, a física, a explicação da matéria em si, o átomo, é uma explicação química, é sobre a matéria, mas também é uma explicação física pra explicar como é o comportamento desse átomo, mas esse comportamento também é um comportamento químico... então não tem uma divisão exata, isso é química, isso é física, isso é... num sei, às vezes outra ciência também relacionada.

[Michell] – E aí Bernardo, quer falar alguma coisa?

[Bernardo] – Então, vou só falar rapidinho, assim, eu acho que a ciência sempre existiu. Pra mim tanto a área da física, química, filosofia, a área que for, tudo engloba ciência porque tudo busca ajudar a sociedade de alguma forma, eu acho que a ciência é isso, quando você consegue de alguma forma por uma área, que seja a química, um movimento que contribui de alguma forma com a sociedade eu acho que é o avanço da ciência.

[Carlos] – Mas nem sempre é pra sociedade.

[Luiz] – E eu acho que esse sentido de contribuição é meio complicado, porque fica essa imagem de que ciência só contribui, não acho que só contribui.

[Thiago] – Você acha que atrapalha?

[Luiz] – O desenvolvimento da bomba atômica contribuiu pra quê?

[Thiago] – Contribuiu para as usinas nucleares. (risos)

[Luiz] – Então, muito pelo contrário, contribui pra matar muita gente então...

[Michell] – Uma coisa que a gente tem que pensar também é além da contribuição da ciência o uso da ciência. O uso dos conhecimentos fornecidos pela ciência.

[Thiago] – Então eu penso mais ou menos como o Michell ta falando. O conhecimento por trás da bomba atômica, nós podemos utilizar para fazer outras coisas...

[Luiz] – Sim, com certeza.

[Thiago] – Nós... aí muda, é o papel da ciência e o papel do cientista.

[Bernardo] – Isso!

[Thiago] – A explosão da bomba atômica não foi culpa da ciência, foram dos cientistas, porque a ciência já existia. Já existiam outros conhecimentos científicos pra chegar até lá, então eu ponho a culpa no homem. Mas ciência e homem se confundem também

.

[Bianca] – Posso interromper? (risos) Acho que você (Thiago) quando fala... no seu discurso eu percebo que você diz que a ciência avança, mas o que pode retroceder é o cientista. Eu acho que a ciência é a ciência, o que avança em relação a ciência é o cientista.

[Luiz] – Eu acho que assim, como eu falei, na minha concepção de discurso, a ciência é um discurso e você pode utilizar esse discurso de diversas maneiras. E claro, esse discurso se modifica assim como nosso discurso se modifica, pelo seu próprio relato que a gente viu aqui você pensava a química de uma forma, hoje você pensa de outra, o seu discurso, o seu pensamento muda.

[Carlos] – Eu achava também que na universidade eu ia ver um átomo. (risos) É sério gente, eu pensava que eu ia vim pra universidade e que eu ia ver um átomo, num aparelho, que eu ia ver um átomo lá. Eu era inocente.

[Luiz] – O discurso muda, mas eu não sei se é avanço ou retrocesso, e não sei se a gente consegue falar se estamos avançando ou regredindo, a gente está modificando esse discurso...

[Bianca] – É, eu também acho que esse negócio de avanço e retrocesso depende muito do ponto de vista, depende muito da ótica, igual a gente falou, se por um lado a bomba atômica avançou no sentido de desenvolver ciência nuclear, de usinas atômicas, sei lá o que, ela retrocedeu no ponto de vista de uma guerra que matou muita gente, então isso depende muito do ponto de vista. E pro país que está ali na guerra e que usou a bomba pra conquistar, então pra eles a bomba também ajudou a avançar, então é muito do ponto de vista. Não posso definir se avançou ou retrocedeu.

[Luiz] – Ele modifica, isso eu concordo, mas se ele avança ou retrocede...

[Bernardo] – Isso depende muito do ponto de vista.

[Luiz] – Depende do ponto de vista e eu acho que é muito difícil definir se estou avançando cientificamente, acho que isso é muito... ah , será que estou mesmo? Não sei! Eu modifico, com certeza, eu não acredito que a ciência vai ficar parada ou que a gente vá só acrescentando coisas à ela, ela se modifica, de alguma forma, mas eu não posso falar se ela avança ou retrocede.

[Michell] – Bom, nós já temos uma hora de reunião, e como eu falei que as reuniões durariam entre uma hora e uma hora e meia, vou colocar apenas mais uma questão para discutirmos e encerrarmos a de hoje. Olhem o quanto é complexa e densa essa discussão sobre o que é ciência, então a gente pode tentar limitar um pouco essa discussão. Se a gente pensar nessa discussão somente sobre ciência e química, a gente já viu o tamanho do problema que a gente tem pra refletir. Então eu coloco outra questão pra gente pensar, qual é a finalidade, ou a necessidade, se é que ela existe, de se ensinar química na educação básica?

[Luiz] – Bom, como eu falei no início, você tem mais um discurso, você tem a opção de mais um discurso... o aluno não necessariamente precise utilizar daquele discurso, mas ele tem a opção daquele discurso, assim como eu tenho a opção... eu vou à igreja, lá eu vou adquirir mais conhecimentos, ou mais artifícios para um discurso religioso, seja ela uma religião cristã, budista... independente de qualquer coisa, se eu for... ah, eu vou numa igreja católica, eu vou adquirir mais conhecimentos sobre os estudos católicos...

[Bernardo] – Em outras palavras, eu penso o mesmo que o Luiz está falando. Se ele ouvir um noticiário, algum noticiário de televisão, aí ele tem capacidade de discutir melhor sobre aquele noticiário.

[Luiz] – Ou não. Ou ele pode optar por “não, isso não me interessa”. Eu te dei oportunidade, eu te dei condições pra você conseguir discutir. Pelo menos você sabe o que você pode procurar, quem você pode procurar pra saber um pouco mais sobre aquilo.

[Thiago] – Eu acho que é muito difícil você pensar desse jeito, porque eu pensava assim... ensinar química no ensino médio, você coloca uma proposta, uma proposta de expor uma série de conhecimentos para a pessoa usar ou não, certo? Só que se fosse uma proposta, o aluno poderia escolher, por exemplo, em ter aula ou não.

[Luiz] – Mas aí é que vem o outro ponto. Você está dando pra ele uma outra opção de discurso... ele pode deitar na sua aula e dormir. Claro que esse discurso é influenciado por outros discursos, por exemplo, o discurso político lá do MEC (Ministério da Educação)...

[Thiago] – É mas aí se ele deitar e dormir ele é reprovado na matéria, e aí não vai pra frente... e aí?

[Michell] – Deixem só eu intervir aqui pra tentar facilitar esse probleminha que apareceu aí. Qual é a finalidade de se ter a química no currículo do ensino médio? Não pelo ponto de vista que o Luiz está colocando de “ah, eu quero utilizar o discurso da química pra entender melhor um determinado fenômeno então eu posso usar”. Mas a gente sabe que a química está no currículo das escolas, e é uma disciplina obrigatória, por quê? Qual é a finalidade?

[Bianca] – Vou só tentar complementar um pouco o que o Luiz falou, já que ele falou da questão do discurso, vou usar o mesmo discurso que ele (risos). Eu acredito que seja realmente para introduzir para os alunos um novo discurso, ou seja, um novo conhecimento que eles podem optar em se apropriarem ou não. Ele podem usar desse conhecimento químico ou para interpretar um fenômeno, ou pra fazer disso uma futura profissão, mas para isso ele precisa primeiro conhecer o que seria a química. Então primeiro apresentar para os alunos, passar o que seria os conceitos básicos, tentar explicar o que os alunos se interessem ou não

por aquele discurso. E eu acredito que simplesmente se omitisse isso do currículo, não teria a chance dos alunos conhecerem esse discurso. Só que deixar para o aluno optar por querer ou não o conhecimento sobre isso, acho que ele não teria maturidade suficiente para escolher ou não. E se o aluno pudesse optar, por exemplo, se o aluno nunca foi em uma aula de química e fala assim “ah eu nem quero saber o que é isso”, como é que ele vai optar por querer conhecer uma coisa ou não se ele nem sabe do que se trata. Então acho que é interessante primeiro apresentar para os alunos. Se ele vai optar por trabalhar isso ou não, na sua vida, se ele vai se apropriar disso ou não, isso é pessoal. Se ele vai escolher algum curso, se ele vai se profissionalizar em algo relacionado à química, isso também é uma outra opção que ele pode fazer. Mas primeiro ele tem que ter um conhecimento do que é a química, pra que ela serve, quais são as suas aplicações, propriedades... primeiro ele precisa ter esse conhecimento pra depois optar então por se apropriar ou não desse discurso.

[Luiz] – Mas só voltando a questão do currículo. Claro que isso também, na minha opinião, o discurso da química foi um dos discursos eleitos por... quer sejam políticos, ou pelos formuladores desse currículo, e que seria um discurso, ou uma disciplina, ou uma ciência válida de se ensinar. Se é ou não, eu não sei. Eu acredito que seja.

[Thiago] – Você acredita que sim? Por quê?

[Luiz] – Porque pelo menos pra mim fez muita diferença. Consigo explicar coisas que eu não conseguiria explicar, eu consigo me apropriar desse discurso.

[Thiago] – Então se fez pra você acabou ué... pronto, faz pra todo mundo.

[Luiz] – Mas não necessariamente, entendeu, pode ser. Mas é claro que isso vem de quem formulou o currículo. As pessoas que formularam esse currículo, seja o MEC, Secretarias de Educação, quem quer que tenha sido, elegeu esse discurso, como, por exemplo, poderia que eleito outro discurso... “ah vamos ensinar astrologia”, num é astronomia não, é astrologia... se ele achasse que fosse valido no momento que ele criou aquele currículo, seria assim e a gente teria ai cursos de astrologia e estaria ensinando astrologia. Então eu acho que isso foi uma decisão tomada por aquelas pessoas que de certa forma criam o currículo. E isso é meio imposto mesmo “eu criei o currículo então o currículo vai ser assim e tem que ter química”...

ou tem que ter matemática, ou tem que ter geografia... alguém elegeu certos números de discursos, o que, inclusive, também varia com o tempo. Não adianta eu pensar que esse currículo é fixo, muita coisa vai sendo acrescentada, retirada... e isso é eleito por quem cria o currículo ou pelas autoridades que criam esse currículo, ou que tem influência sobre esse currículo.

[Thiago] – Eu acho que no geral o que a gente aprende na escola, o que tem que estar nos currículos escolares, tem que ser um conjunto de conhecimentos que nos ajudar a suprir nossas necessidades. Só que cada um tem uma necessidade. O Luiz, por exemplo, tem necessidade de entender melhor a matéria...

[Carlos] – É escolha né.

[Thiago] – É, mas a própria escolha dele traz algumas necessidades... porque por exemplo, você tinha a necessidade de ver um átomo e não deu muito certo não (risos).

[Carlos] – O máximo que eu vi foi uma imagem do microscópio de tunelamento, que nem foi na universidade né (risos).

[Thiago] – Já que cada um tem uma necessidade... por exemplo, uma turma de uma escola na num assentamento do MST (Movimento dos Sem Terra) tem algumas necessidades em comum. Uma turma de uma escola como o Messias Pedreiro aqui do lado tem outras necessidades em comum. Os alunos daquela escola de São Paulo, famosíssima e que é caríssima, que só estuda gente ou muito rica ou... sei lá...

[Bernardo] – Ou muito rica! (risos)

[Thiago] – Eles vão ter uma série de necessidade que são diferentes, tem algumas necessidades comuns entre eles, mas possuem outras muito diferentes. Então eu acho que a gente tem que fornecer condições para que as pessoas supram a necessidades dela. Na química eu acredito que a gente pode fornecer informações, conhecimentos, ou um discurso, pra pessoa poder suprir suas necessidades. Por exemplo... “Richard, tem uma notícia lá falando de um vazamento de petróleo e que existe um pozinho lá que ele joga na água que faz o petróleo ficar sólido, e eu quero saber mais sobre isso, mas eu não sei o que é petróleo, não

sei o que o cara falou lá, não sei nada... não tenho base pra saber, não ta suprindo minhas necessidades, eu não tenho o conhecimento”. Então eu acho que esse conhecimento é importante, por isso que a química é importante, pra suprir, em algum momento da sua vida, a sua necessidade. Por exemplo, um amigo do meu pai falou assim “Richard, me venderam esse pesticida aqui e na concentração que ta escrito aqui é tantos ppm e eu preciso usar em x ppm e eu não como é que eu faço, se eu colocar esse muito concentrado eu vou matar minhas plantas, e eu não sei como que eu faço e aí?”. Aí esse tipo de conhecimento o cara poderia ter tido lá na química, mas ele falou “ó eu não estudei” e eu falei “não, senta aqui que eu vou te explicar” e aí a gente fez. Então naquele momento a necessidade do cara era ter conhecimento sobre concentração que a gente aprende lá na química, lá na escola. Mas as vezes a necessidade do cara podia ser “ah, eu preciso fazer uma pomada aqui e eu tenho que misturar glicerina com vasilina, como é que eu faço, tem como misturar ou não? Por que que uma é diferente da outra?” aí o que a gente aprende de polar, apolar lá na frente, mas pra gente aprender isso a gente tem que aprender qual que é a diferença do oxigênio pro carbono, e aí a gente vai voltando em todas aquelas coisas, eu acho que esse é o papel da química. Em algum ponto da vida do sujeito vai ajudar a suprir uma necessidade. Ele pode precisar ou não.

[Luiz] – É o que eu estou falando, foi eleito. Quem criou o currículo é que disse que “tem que estar aqui”.

[Michell] – Luiz, será que sem a química nós teríamos a base de conhecimentos necessários para explicar algumas coisas na educação básica?

[Luiz] – Preciso pensar.

[Bianca] – Eu acredito que dificilmente.

[Thiago] – Eu também acho que não.

[Bernardo] – Por mais que a química ainda seja, bom, isso já foi discutido então não vou retomar muito isso, mas o currículo da química tem que ser muito alterado ainda, ainda tem muita coisa pra ser mudado, mas eu acho que dificilmente sem a química a gente conseguiria.

[Michell] – Carlos, você ainda não falou.

[Carlos] – Vou falar, estou só esperando eles.

[Luiz] – Assim... eu não sei! Você estão falando aí que dificilmente e tal.. eu não sei!

[Michell] – A questão que nós levantamos é interessante, porque se a gente pensar no currículo de química, é realmente uma opção de discurso, uma opção de conhecimentos para explicar algumas coisas. E aí o que vocês colocaram é que a gente pode utilizar esse discurso ou não dependendo das nossas necessidades. Mas será que a gente consegue explicar determinado fenômeno, determinado objeto de investigação sem a base de conhecimentos químicos?

[Thiago] – Algum objeto eu acredito que sim, mas os objetos que alguém já julgou necessário para que na sociedade de hoje, na nossa cultura se compreenda eu acho que não. Por exemplo, me deixaeu tentar ser mais claro. A química no estudo da matemática... um objeto de estudo puramente matemático ou as vezes aquela física matemática lá você não precisa de saber nada de química pra fazer aquilo lá, nada. Mas, por exemplo, na hora que o cara vai falar de biologia ou de alguma coisa relacionada à vida, alguma base química, em vários momentos vai ser necessária. Eu acho que é isso.

[Luiz] – Não sei... aí chega num outro ponto. Por exemplo, ampliando um pouco mais... Quando você era pequeno você tinha dor de cabeça e sua avó ia lá, te dava um chazinho e melhorava, mas sua avó nunca estudou química. Ela precisou da química? E funciona! Hoje em dia a gente sabe, a gente tem o estudo... aquela planta tem um princípio ativo que vai fazer essa reação dentro do seu corpo e vai...

[Carlos] – Por isso que eu falei daqueles conhecimentos que são passados de pais para filhos.

[Luiz] – Não necessariamente a gente precisa da química, e funciona entendeu.

[Thiago] – Eu sei, é justo o que você está dizendo. Por exemplo, hoje a gente ainda tem raras sociedades indígenas que vivem da mesma forma que viviam a milhares de anos atrás do

mesmo jeito. O máximo que eles viam era um avião ou outro passando sem saber o que que estava acontecendo. Pô, esses caras vivem lá de boa ser ter nenhum conhecimento sobre química, nada disso, nada!

[Luiz] – Eles fazem vários fenômenos químicos né.

[Thiago] – São muitas pessoas que vivem totalmente destituídas de conhecimento químico. Talvez, às vezes, o cara vê que passou na televisão alguma coisa, ou em algum panfleto, ou em algum lugar, mas é totalmente destituído certo, beleza. Só que eu acredito que a nossa sociedade de forma geral já chegou num ponto que o conhecimento químico se faz necessário para a compreensão de algumas coisas que ocorrem. A gente já tá num meio que precisa.

[Carlos] – Deixa eu falar só um pouquinho sobre a pergunta inicial, da necessidade de estar no currículo. Tem horas que a gente tem que ser um pouco crítico com as questões políticas né, porque o currículo vai ser montado por alguém, ou por alguns, e o intuito de se estabelecer esse conteúdo todo que vai ser ensinado nas escolas, o maior, é a formação de um cidadão. E aí entra um monte de discursos que a gente pode pensar aqui, pensa na questão da manipulação, pensa na questão da preparação do cidadão, pensa na preparação do cidadão e esse cidadão... será que eu vou fazer um currículo pra escola do ensino médio, um outro pra escola particular, a escola do ensino médio tem uma escola na periferia, tem uma escola no centro, tem outra na fazenda, e são escolas que tem um público alvo totalmente diferente. Então não tem como eles elegerem um discurso... (risos) gostei dessa palavra... não tem como eles escolherem um discurso pra cada um desses. Então o que é necessário fazer, estabelecer pelo menos alguns tópicos que vá trabalhar de uma forma geral alguns conhecimentos que serão necessários para a formação do cidadão. Agora, qual seria essa formação e a importância, aí... é o que eu disse, depende daquilo que cada um pensa. Ou você vai querer manipular, você vai querer instruir, você vai querer gerar pessoas, ou então iniciar pessoas ou jovens num pensamento que possa fazer com que eles venham se tornar profissionais... porque o intuito maior é o desenvolvimento da sociedade, mesmo que a gente pense que nem sempre a gente vai ter um avanço, mas o intuito maior é o desenvolvimento da sociedade pra que o sistema funcione, esse é meu pensamento sabe... que o sistema deve funcionar. Então, o estabelecimento desse currículo para a química, pra mim é justamente essa questão, é de tentar dar continuidade a todo um sistema.

[Thiago] – E a Bianca, tadinha.

[Michell] – Pode falar Bianca.

[Bianca] – Então deixa eu falar já que vocês me citaram. Eu acredito que em relação ao currículo, pelo o que eu percebo hoje, os currículos foram montados tentando apresentar a ciência para os alunos e uma parte importante da ciência seria a química. Se o aluno vai se apropriar ou não desse conhecimento, se vai ter necessidade pra vida dele, isso aí já é outra questão. Inclusive os tópicos de química que foram escolhidos, mas eu não estou falando disso, estou falando da química em geral. Acredito que seja importante para os alunos, eles serem apresentados a esse conhecimento. E em relação também as necessidades, conforme o contexto em que a pessoa vive a necessidade é diferente. Mas apresentar de forma científica o conhecimento químico é sempre importante, porque como o Luiz falou “a avó usa sempre o chazinho e funciona” então ela não precisa do conhecimento químico pra entender isso, mas é importante que o aluno de alguma forma se aproprie porque se alguma vez ele quiser questionar “não, mas o chá não funcionou, será que esse chá vai funcionar pra outra coisa, eu não sei”, talvez se for interessante pro aluno, ou se houver necessidade, ele pode querer investigar a respeito disso, então pra isso, primeiramente ele precisa ser apresentado ao conhecimento químico. Eu acho que pra ciência de forma geral, a apresentação dos conhecimentos, um dos conhecimentos importantes é o conhecimento químico.

[Michell] – Eu quero colocar um exemplo pra tentar direcionar a gente um pouco mais nessa questão. Se a gente pensar na dissolução de um sal, por exemplo, se nós pensarmos na dissolução de um sal... estou colocando esse exemplo mas nós sabemos que no dia-a-dia de todo mundo existem milhares de fenômenos que são visualmente simples que nos cercam. Então estou escolhendo esse em específico só pra gente tentar nos direcionar um pouco mais. Pensando nesse fenômeno, na dissolução de um sal, será que o aluno, enquanto cidadão, tem condição de explicar esse fenômeno sem ter o conteúdo químico na escola?

[Thiago] – De forma correta?

[Luiz] – O que seria correta?

[Bernardo] – (risos) Pois é, era o que eu ia perguntar agora.

[Thiago] – É, porque...

[Luiz] – Dentro do discurso da química, sem a química não, mas dentro de outro discurso talvez sim.

[Michell] – Qual poderia ser esse outro discurso?

[Thiago] – Mas Luiz, por exemplo, o cara chega lá e diz “pronto, botei o sal aqui, vou fazer uma mágica agora aqui Luiz, você ta vendo esse pó branco? Ele vai desaparecer, fica olhando”.

[Luiz] – Se você usar esse discurso pode ser uma explicação sim.

[Bianca] – É mas aí como ele desapareceu?

[Luiz] – Pois é, mas se o aluno quiser se apropriar desse discurso... dentro do discurso da química, dentro da química, isso está correto? Não, com certeza não, a gente sabe que não é isso, não vai desaparecer lá e pronto, sumiu, isso não existe.

[Thiago] – Mas, por exemplo, se o cara pensa assim... uma série de outras coisas...

[Luiz] – Se a gente se basear no discurso químico, no conhecimento químico, está errado concordo. Mas... será que é necessário? Então, entendeu... eu acho assim, explicar quimicamente aquele fenômeno, ele não vai dar conta sem aprender a química, ou talvez dê...

[Thiago] – Ta, mas a questão é o extra Luiz, ele explicando quimicamente ou não, o que isso vai acrescentar na vida dele?

[Michell] – Posso fazer o caminho inverso? Porque nessa proposta que eu coloquei pode gerar essa coisa do imaginário, do ilusório, da magia “eu vou por e vai sumir”. Mas vamos tentar partir de uma outra situação prática na vida dele, ao contrário, o mesmo exemplo do sal.

Algum dia ele pode questionar “o que que é um sal, de onde vem o sal de cozinha” e aí alguém vai e fala pra ele “ah o sal a gente tira do mar”, mas como?

[Carlos] – (risos) Evaporando a água.

[Thiago] – É... como se ele desapareceu quando eu joguei ele na água Luiz, agora eu quero que você explique.

[Luiz] – Aí que vem a questão, o discurso que ele está utilizando, por exemplo, o “desapareceu”...

[Carlos] – (risos) Ele pode falar que apareceu de novo!

[Luiz] - ...pode ser, ou o discurso dele não está sendo o suficiente pra explicar aquilo. Aí o discurso que ele tinha de, por exemplo, desaparecer ter sido mágica, não está sendo suficientes para as necessidades dele, então ele pode se apropriar de outros discursos e nesse caso específico o discurso químico vai nos dar explicações bastante satisfatórias.

[Thiago] – É, então pronto!

[Luiz] – Mas eu não sei, talvez ele nunca se questione também.

[Michell] – Mas vejam só. O fenômeno da dissolução do sal é muito mais “mágico”, como o Thiago colocou, do que o contrário. Porque se você for explicar para o aluno, caso ele pergunte “como se faz para se obter sal a partir da água do mar?”, você não vai pegar uma porção de água do mar, deixar em repouso e aí de repente ali dentro da água vai se formar sal, outra coisa é preciso ser feito primeiro. Por que existe a necessidade de evaporar a água? O que acontece com o que existe dentro dessa água quando ela se evapora? Teria como se explicar isso sem o conhecimento químico?

[Thiado] – Ah... não...

[Bianca] – Ah, eu não acredito, mas explicar sim.

[Luiz] – Sim! Deus quis! Pronto! Seria uma explicação. Dentro da química essa explicação é satisfatória e correta? Não.

[Thiago] – Dentro da ciência né.

[Luiz] – Tudo bem, dentro da ciência então. Seria satisfatória e correta? Não, mas é uma explicação. E funciona, Deus quis!

[Thiago] – Funciona pra tudo!

[Bianca] – Mas se fosse assim a gente não estudava ciência.

[Carlos] – Depende do sujeito para quem você está explicando. Pra mim não funciona!

[Luiz] – Aí é que eu falo, vai depender da sua necessidade. Porque eu posso falar... utilizar a dissolução do sal, voltando ao exemplo da dissolução, e nunca me questionar por quê ...

[Thiago] – Luiz, mas falando assim, em termos menos imaginários. Por exemplo, eu não consigo me imaginar “pegando” qualquer sujeito aqui dentro de Uberlândia, falando que eu vou fazer sal, o pó, desaparecer, qualquer um, qualquer pessoa, acima de uns cinco anos de idade, “não, eu vou desaparecer esse pó aqui ó, coloquei dentro da água e desapareceu”, e a pessoa acreditar.

[Bernardo] – Não, mas aí esse é um discurso que eles podem não acreditar, mas podem ter outros discursos que eles acreditem que não seja o químico.

[Luiz] – É ... aí você assim e ele “ah... o sal não desapareceu, ele ainda tá aí dissolvido mas depois você vai notar. Mas por quê isso acontece?” ainda assim ele pode falar “porque Deus quis”;

[Bernardo] – Igual o Carlos falou, se você falar isso pra ele, ele não acredita. Mas, por que ele não acredita? Por que ele já está dentro do discurso químico e adepto do discurso químico.

[Luiz] – Exatamente, ele já está iniciado nesse discurso. Então essa explicação de que “desapareceu” já não é mais satisfatória pra ele.

[Thiago] – A primeira disciplina da vida do meu filho vai ser filosofia então.

[Bernardo] – Aí é opcional seu. (risos)

[Luiz] – Ou do filho dele né. (risos) Porque isso ai vai depender de qual é a necessidade dele. Hoje, nós, por exemplo, aqui, temos uma necessidade de falar “ó, não é que ele desapareceu, eu tomo a água depois e ela tem outro sabor, ela tem o sabor do sal”.

[Thiago] – Hum... você não sabe, pode ser de Deus.

[Luiz] – Mas aí dentro da química, eu quero, eu escolhi, por opção, fazer o curso de química, qual a explicação que a química dá pra isso? Daí eu vou lá, vou estudar pra compreender “ah acontece isso e isso e isso, e portanto, os íons deste sal que se dissociou...

[Carlos] – Ai vai ter que utilizar um modelo.

[Luiz] – Vai ter que utilizar um modelo, porque a química desenvolve modelos, pra poder explicar aquele fenômeno. Mas ele pode explicar aquilo ali sem a química. Se essa explicação vai estar quimicamente correta, provavelmente não. Mas ele pode explicar aquilo ali sem química. Como eu falei, ele pode falar “Deus quis” ou ...

[Bernardo] – Espera ai que a Bianca quer falar.

[Bianca] – Eu também acredito que você consegue explicar qualquer coisa sem o conhecimento científico. Mas, muitas vezes, pra satisfazer todos os por quês, você vai precisar de um conhecimento científico. Porque se chegar num ponto de falar “ah, é porque Deus quis” o aluno vai pensar “mas por que Deus quis” e aí não vai surgir explicações pra ele que serão satisfatórias. Então ele recorrendo ao conhecimento científico, pra ele seja mais aceitável. Não que seja mais correto, ou não...

[Luiz] – Mas aí ele vai ter necessidade da satisfação dele.

[Bianca] – É vai depender da necessidade de satisfação dele, mas como está a sociedade atualmente, pra satisfazer todos os por quês dos alunos é necessário o conhecimento científico.

[Michell] – Isso que a Bianca coloca é importante e eu ia falar caso ninguém falasse, o que nós temos que ter sempre em mente nessas discussões é que muito raramente um aluno, hoje em dia, no ensino médio, vai aceitar uma resposta de “por que Deus quis”.

[Thiago] – É o que eu falei cara, não tem.

[Luiz] – Tá bom, eu concordo, mas explica.

[Carlos] – Explica. Ele vai aceita ou não... ele pode não aceitar também a explicação química. Ele pode falar “ixa, mas esse cara ta viajando”, eles fazem isso.

[Luiz] – Olha outro exemplo, você pega um escorpião, coloca fogo em volta, o aluno vai te falar “ah, ele suicidou”. Ele suicidou? A explicação científica é essa? Não, não é. Mas ele viu que suicidou, viu que suicidou por causa do fogo.

[Thiago] – Cara, mas eu iria falar “como ele suicidou se o veneno já estava dentro dele?”.

[Luiz] – Mas ele morre por causa do veneno dele. Mas ele não se pica porque ele quer. O que ele faz é, acontece uma desidratação e aí a cauda dele desce e ele se pica.

[Thiago] – Pois é, mas ele morre por ser picado, não?

[Luiz] – Também.

[Thiago] – Quer dizer então que se eu cortar o rabo dele e por fogo nele ele não vai morrer Luiz? (risos)

[Luiz] – Não sei, mas ele vai morrer provavelmente por desidratação. Tudo bem. Mas é isso que eu estou falando, o aluno viu que ele suicidou.

[Thiago] – É a mesma história de jogar sal no sapo e ele morre. E se você jogar açúcar refinado?

[Luiz] – Então... (risos)

[Thiago] – (risos) Eu já joguei açúcar nas lesmas lá em casa e elas não morreram não. Minha avó falou “mas você é otário heim”. (risos)

[Luiz] – Mas pro aluno a explicação do suicídio é satisfatória porque ele viu o escorpião suicidando. E ele suicidou? Não, cientificamente não. Ele morreu por desidratação ou qualquer outra coisa, mas ele... e aquilo é satisfatório pra ele e não é científico, o escorpião não suicidou.

[Thiago] – Então Luiz, mas olha o que eu penso. Eu acho que a explicação científica é mais valiosa pra pessoa em termos da sociedade e da cultura que a gente vive mundialmente.

[Bianca] – Não acho que mais valiosa seja a palavra. Talvez mais satisfatória.

[Thiago] – Mais satisfatória porque se a gente for pensar na forma como a pessoa vai viver o resto da vida dela, ela pode precisar da explicação científica mais do que ela vá precisar de outra explicação. Pensa num emprego.

[Luiz] – Tudo bem, mas...

[Thiago] – Pensa de forma geral.

[Luiz] – Mas se o emprego dela for ser padre, pastor, alguma coisa...

[Thiago] – Beleza então, ela não vai precisar de nada não (risos).

[Luiz] – Não, não é que ela não vai precisar de nada, mas talvez o discurso religioso seja mais importante na vida dessa pessoa.

[Michell] – Aí eu vou interromper ou pouco porque esse é um cuidado muito grande que a gente tem que ter nessas questões e discussões sobre Deus, porque inclusive pastores, teólogos... principalmente dependendo de qual religião estivermos falando, eles tem um conhecimento científico imenso.

[Luiz] – Não, com certeza! Como eu te falei, um discurso não exclui o outro, pra mim é muito pelo contrário. Eles não são mutuamente excludentes, mas, falar que o discurso científico vai ser sempre mais importante, não sei. Que a explicação científica vai ser sempre mais importante, não necessariamente. Eu acho que a gente está numa sociedade que elencou o discurso científico num dado momento como melhor, mas que ele necessariamente vai ser o mais importante, não.

[Thiago] – Beleza, mas você concorda que hoje em dia é o que está eleito como mais aceitável?

[Luiz] – Em algumas sociedades sim.

[Thiago] – É, não de todas. Mas por exemplo...

[Bianca] – Mas na comunidade mulçumana o conhecimento religioso vai ser o mais importante, o mais valioso.

[Luiz] – Naquele exemplo da comunidade indígena lá que você falou, que não tem contato com nenhuma informação, eles conseguem sobreviver muito bem...

[Thiago] – Sim, mas sem a nossa ciência, mas ele tem as ciências dele lá.

[Bernardo] – Eu não lembro que religião que era lá, mas o cara tinha que receber um sangue se não ele não ia sobreviver e aí a mãe dele falou, “não, ele não vai receber esse sangue porque a religião dele não permite ele receber esse sangue de outra pessoa”. Ela colocou um discurso religioso em cima do discurso científico, e pra ela isso é o que prevalece, é o que é o importante pra ela.

[Michell] – Vocês conseguem pensar em um fenômeno que... porque o que eu tentei propor gerou um outro tipo de discussão, então eu coloco pra vocês. Vocês conseguem pensar em algum fenômeno que nós não conseguiríamos explicar sem conhecimentos químicos?

[Bianca] – Você fala, não conseguiria explicar por nenhum outro discurso sem ser o da química?

[Luiz] – Acho que não, é que a gente já está tão viciado no discurso químico que a gente não consegue ver. Mas se você pensar, por exemplo...

[Bernardo] – “Deus quis” entra em tudo se você for pensar.

[Luiz] – É, mas o que eu digo é... a pessoa tem uma doença e médico nenhum consegue explicar o que é aquela doença, não tem cura e não sei o que lá, e aí a pessoa de repente se cura. E aí? Me explica. Que explicação que a gente pode ter pra isso? Não sei, alguns vão falar da questão da fé, outros vão falar ou pensar outra explicação. Mas, às vezes, a química não explica aquilo. Pra gente é muito difícil pensar porque a gente fez uma graduação em química então a gente está com isso muito arraigado...

[Bernardo] – Aí eu discordo porque eu não acho que é a química que explica, acho que é o cientista que ainda não tem capacidade pra explicar aquilo, o discurso que eles tem...

[Luiz] – Tudo bem, e se ele nunca tiver essa capacidade? E aí?

[Bernardo] – Eu ainda acho que é uma limitação do cientista.

[Bianca] – Mas se a química é desenvolvida pelo cientista, então a limitação do cientista é a limitação da química. (risos)

[Bernardo] – Então Luiz, mas eu acho assim, que tudo tem uma explicação, mas os cientistas é que ainda não foram capazes de encontrar essa explicação. Porque, por exemplo, a dissolução do sal, que seja lá... sempre teve essa explicação. Há muitos anos atrás o químico não tinha a condição de desenvolver essa explicação, mas com o tempo ele foi capaz, e hoje é capaz de utilizar o discurso químico pra explicar isso.

[Luiz] – Eu sei, mas não necessariamente o que não é explicado vai ser explicado lá pra frente. Pode ser.

[Bernardo] – Mas que existe uma explicação sim, mas existe a limitação do cientista. Eu acredito nisso.

[Luiz] – Mas não sei se existe uma explicação, se ninguém explica como existe? Se ninguém explica, não existe. Pode vir a existir, eu concordo com você...

[Bernardo] – Por exemplo, aquele caso da doença lá, a pessoa está com alguma doença. Você acha que não existe uma explicação pra essa doença ter sido curada?

[Luiz] – Não, pode existir essa explicação, pode vir a surgir uma explicação.

[Bianca] – Mas até aquele momento a química não explica.

[Luiz] – Pode existir? Pode, mas também pode não existir nunca.

[Bernardo] – Sim, mas que existe uma explicação existe, só que o cientista ainda não foi capaz de descobrir.

[Thiago] – Mas no final então Luiz, o que você está querendo dizer, você e a Bianca que em alguns pontos vocês concordam, é que a química não é importante?

[Luiz] – É dependendo. Depende se você elege ela como importante ou não. A nossa sociedade elegeu a química como importante, tanto é que tem nos currículos escolares, a gente tem curso de química, por quê? Porque é importante, seja pra um desenvolvimento tecnológico, industrial, ou algum outro tipo de desenvolvimento...

[Thiago] – Ah então pronto Luiz!

[Carlos] - É importante pra manutenção do sistema.

[Luiz] - ... pra manutenção do sistema, mas não necessariamente é importante. Hoje elege-se como importante.

[Bianca] – Eu acredito que seja capaz de você explicar qualquer fenômeno sem a química, e inclusive tem várias comunidades como o Thiago mesmo falou, tem vários povos que sobrevivem muito bem sem a química...

[Thiago] – Mas sem energia elétrica também.

[Bianca] – Você não sabe. E se veio o governo e foi lá e pôs luz nas cabanas de todo mundo? (risos)

[Thiago] – (risos) Aí o governo que precisou da ciência, é a mesma coisa.

[Bianca] – Não, mas aquela sociedade ali explica aquela luz de outra forma. Não é da mesma forma que a gente explica. Mas pra nossa sociedade que elegeu o conhecimento científico o mais apropriado para as explicações, então, pra gente isso é muito importante. Mas pra outras comunidades talvez não.

[Luiz] – E sim, claro, traz benefícios.

[Carlos] – São os níveis de explicação, depende do discurso.

[Luiz] – Claro que a gente se beneficia muito. Hoje em dia você tem seu celular, o desenvolvimento tecnológico que a ciência proporcionou te permitiu ter esse celular que você usa, carrega e é útil pra você pra caramba. Mas você conseguiria de uma outra forma viver sem isso? Conseguiria, tanto que muita gente viveu sem isso.

Segundo Encontro

[Michell] – Gente é o seguinte, continuando a nossa discussão aqui, o último tópico que nós discutimos na última reunião foi sobre a finalidade ou objetivo de se ensinar química no ensino médio. E aí a gente escutou muita coisa interessante. Só que aí agora nós vamos aprofundar um pouco mais dentro do tema da minha pesquisa que é quanto ao ensino e a aprendizagem de eletroquímica. Então eu vou mudar apenas um termo nessa frase. Queria saber de vocês, qual é o objetivo ou a finalidade de se ensinar os conteúdos de eletroquímica no ensino médio?

[Thiago] – Uai, eu acho que o Luiz que começa. (risos)

[Luiz] – É eu preciso pensar um pouquinho. Mas, seguindo mais ou menos aquela linha que a gente tinha discutido, eu acho que é um dos conteúdos que foi elencado como importante. Agora, qual a importância?

[Bernardo] – Na verdade eu acho que se a gente for ver, a gente usa esses processos eletroquímicos aí, no dia-a-dia tem muito disso, na pilha, nos próprios... vários processos mecânicos aí tem transformações de energia através de reações químicas né. Então eu acho que é interessante o aluno entender através do conhecimento químico da eletroquímica pra poder, às vezes, enxergar melhor o funcionamento de uma pilha, como é que ela funciona, relacionar um pouco... até um pouco de interdisciplinaridade com a física, relacionar elétrons com química, não deixar apenas reações químicas separado. Como o elétron pode... através de reações químicas, permitir que ocorra uma corrente elétrica e essa corrente elétrica faz com que forneça energia pra algum material ou objeto funcionar. Isso eu acho que é interessante os alunos conhecerem também.

[Carlos] – Uma coisa que é interessante é o seguinte, isso no meu ver... Quando a gente começa no ensino médio falando de química, dos princípios da química, o que é química e tal, e vem toda aquela definição de química que é “a parte da ciência que estuda a matéria e as suas transformações”... então, pensando nesse viés de estudar as transformação da matéria, a eletroquímica é uma das áreas da química que nós vamos entender uma das formas de transformação da matéria. Eu, às vezes, faço essa discussão com os meninos, que quando a

gente vai pensar não transformações, quais são? Então, muitas vezes a gente começa estudando as transformações, como o Bernardo falou, que acontecem com a transferência de elétrons e como essa transferência de elétrons vai causar essa transformação da matéria. E isso tem que ser observado. Eu me lembro de uma aula que eu disse uma vez para os meninos, nessa área, que ... antes de tudo, eu simplesmente deixo eles observarem o que acontecia. Vamos imaginar que eu usei uma solução de sulfato de cobre e coloquei lá uma barrinha de zinco, e pedi pra ele observarem o que ia acontecer naquilo ali. E diante daquela discussão nós fomos, então, tentar entender como que aquilo ali estava acontecendo. Às vezes a resposta final de como aconteceu foi depois de umas duas ou três aulas que a gente teve, que eles conseguiram formalizar uma teoria, chegar numa teoria pra explicar aquele fenômeno que eles observaram.

[Michell] – Após quantas aulas?

[Carlos] – Umas duas. Porque depois que a gente teve toda uma discussão daquela parte teórica, aí que eles foram conseguir explicar totalmente em uma definição formal, mas numa explicação bem formal do que seria. Então eu acho que a importância é que a eletroquímica é da química e que estuda uma das formas de transformação da matéria. Já que a química é a ciência que estuda a transformação, então ela é sim primordial pro ensino de química.

[Michell] – Vou só aproveitar a pausa na fala do Carlos. Essa experiência que você está relatando de sala de aula foi para qual série?

[Carlos] – Segundo ano.

[Michell] – Você era o professor anterior a essa parte do conteúdo?

[Carlos] – Sim.

[Michell] – Você trabalhou com essa turma desde o início?

[Carlos] – Já, eu trabalhei com ela desde o início. Desde o início do ensino médio não, desde o início do segundo ano.

[Michell] – Eu te perguntei porque eu acho rápido inclusive. Com duas ou três aulas conseguir trabalhar a formulação de um conceito pra explicar esse fenômeno, eu acho muito rápido.

[Carlos] – Mas aí entra aquela questão do tempo né, que é exigido da gente. Eu concordo com você que é e eu até acho que andei devagar. Porque quando eu fiz com os meninos e a gente foi discutindo, eu gostaria muito de trabalhar isso mais lentamente pra aprofundar melhor em vários fenômenos, mas, infelizmente a gente tem que cumprir tempo. Quando a gente fala de ensino, principalmente na rede particular, às vezes eles cobram da gente o tempo, tem que cumprir a apostila com todas essas coisas, tem que ter tempo pra resolver exercícios com eles, porque isso é obrigatório que se faça, então, eu concordo com você, mas as vezes a gente tem que nadar conforme a corrente.

[Michell] – Eu fiz esse comentário por causa de uma experiência que eu tive no ano passado quando eu estava trabalhando numa escola estadual, e eu fiz uma experiência similar a essa, só que eu usei alguns pregos de ferro ao invés da barra de zinco e nós gastamos umas seis aulas discutindo pra tentar chegar próximo da explicação desse fenômeno.

[Carlos] – Isso é ótimo!

[Michell] – Porque, no meu caso, como eu não tinha trabalhado com essa turma antes, eu senti uma deficiência muito grande na base de conteúdos deles, por exemplo, no que se refere a estrutura atômica, identificação de átomos, tudo isso era uma deficiência para eles. Então eu cheguei para trabalhar os conteúdos de eletroquímica, era o que o professor disse para eu começar com eles quando eu entrei na escola, e eu tive que fazer uma revisão de praticamente toda parte referente aos compostos iônicos, como ocorre uma transferência de elétrons, tudo isso. Por isso que eu achei muito demorado lá, e acho que pra esse tipo de observação...

[Thiago] – Mas se você tirar a parte que você fez revisão, talvez tenha sido umas duas aulas só da parte de eletroquímica também não?

[Carlos] – É. Mas o que eu estava tentando fazer... o meu foco de trabalho com eles seria a eletrólise, quem trabalharia pilha seria outro professor. Só que aí, conversando com eles, eles

falaram pra mim que estudaram a parte de pilhas e que não estava muito bem... então eu quis propor, fazer um contraponto à pilha né, pra gente tentar compreender isso, pra depois a gente entrar em eletrólise. Então é mais um motivo que eu não podia investir muito tempo. Eu acho que seria uma perda investir muito tempo e eletrólise, na minha opinião, é muito mais complexo de se compreender do que a própria pilha, que é um dos processos. Então, eu tentei só mesmo pra depois a gente fazer aquele contraponto né, porque que lá na pilha, vamos assim dizer, aquilo aconteceu espontaneamente? Será que isso aconteceria também com outras coisas? Pra fazer essas coisas.

[Bernardo] – Eletrólise é um dos assuntos que eu mais tenho dificuldade de passar porque eu acho que é o que eu menos passo bem. Porque os alunos tem muita dificuldade em entender eletrólise e eu não consigo fazer uma contextualização do assunto eletrólise.

[Carlos] – Eu já gosto demais de ensinar eletrólise.

[Bernardo] – Eu não gosto.

[Carlos] – Entre pilha e eletrólise eu prefiro mais a eletrólise do que a pilha, pra conversar com os meninos. Eu não sei se assim... mas eu gosto.

[Bernardo] – Sabe por quê? Aquelas tabelinhas de redução...

[Carlos] – De ordem de descarga...

[Bernardo] – Aquilo lá é cobrado deles, eles tem que saber esse tipo de reação lá. Por exemplo, da água, como é que eles vão saber...

[Thiago] – Eles tem que decorar né, saber é outra história.

[Bernardo] – É verdade.

[Bianca] – Eu estava aqui pensando realmente sobre a importância de se ensinar eletroquímica. E se a gente for pensar na questão das transformações da matéria mesmo, nas reações químicas... toda reação química envolve ali a nuvem eletrônica, e a eletroquímica

envolve as reações com transferência de elétron, então é uma parte importante realmente das transformações da matéria. Talvez por isso seja importante ensinar. No meu ver é um dos conceitos básicos de química que é importante saber pra poder realmente explicar muitos fenômenos que existem no cotidiano, a questão da pilha mesmo, é realmente envolver a química nessa questão da corrente elétrica, que até então parece um conceito muito físico... então, ensinar a parte da química eu acho que seria importante.

[Luiz] – Comparando com a questão da física eu acho complicado. Porque geralmente a parte de eletroquímica no ensino médio vem no segundo ano...

[Thiago] – E a parte dos elétrons está no terceiro na física.

[Luiz] – Está no terceiro, então eles ainda não viram esses conceitos na física. O ideal seria que...

[Thiago] – Mas eu acho que é uma porta de entrada também Luiz.

[Luiz] – É, eu acho que o ideal seria caminhar junto, porque aí você conseguiria fazer uma relação, ou uma ligação, mais forte.

[Thiago] – Mas o problema também é a questão da maturidade, não sei se eu posso usar esse termo “maturidade intelectual”, relacionado ao que o aluno já aprendeu pra dar entrada em outro. Por exemplo, é difícil você ensinar eletroquímica se o aluno não souber conceitos básicos, por exemplo, de que o átomo tem próton, elétron...

[Luiz] – Sim, mas é isso que eu estou falando.

[Thiago] – Às vezes ele já até sabe sobre cargas né...

[Carlos] – O conceito de cargas é... os meninos ficavam meio doidos com essa questão de cargas. Qual que é a diferença de um “+2” que tem lá em cima do “0” que alguns põem? Eles ficavam doidos com esse negócio de cargas.

[Luiz] – Eu acho que assim, às vezes o conteúdo de eletroquímica poderia vir depois entendeu que aí, você caminhando junto com a física, aí você consegue fazer uma relação maior...

[Thiago] – Aí eu vejo outro esquema importante de se ensinar eletroquímica, que eu acredito também que seja interessante. Porque por mais que a gente esteja embasado num discurso químico, querendo ou não, a escola é mais completa e mais complexa que isso, e envolve o ensino de outros discursos como diz o Luiz, inclusive o físico. Então eu acho que a eletroquímica seria também, uma porta de entrada pra essa interdisciplinaridade, pra contribuir para a compreensão de fenômenos que ocorrem de forma corriqueira.

[Luiz] – O menino liga uma lâmpada todo dia!

[Thiago] – (risos) É, todo dia! Só na química não dá pra explicar e só na física também não dá pra explicar, porque, afinal, a energia elétrica que ele utiliza pra ligar a lâmpada vem de um processo físico né, nos processos que ocorrem nas hidrelétricas. Eu acredito que seja nesse sentido aí, acho que é importante pra somar com os outros conhecimentos que já foram elencados como importantes pra que haja uma compreensão. E outra também, eu acho que o cara que aprende eletroquímica ele tem mais condições pra... não é pra viver bem... mas pra.. pra se dar bem na atual sociedade, em algum ponto. Por exemplo, o cara vai trabalhar num emprego de ponta, ele vai ser programador, ou ele vai ser engenheiro, ou ele vai ser qualquer coisa num emprego assim que exige algum conhecimento científico por cima. Tem engenheiro que não sabe eletroquímica e aí ele tá enrolado, porque aí ele não vai saber sobre oxidação e redução, ele não vai saber que ferro ele pode usar pra fazer uma ponte se for um engenheiro civil. Eu acho que, pra formação acadêmica de qualquer pessoa na área de exatas, nesse sentido, de engenharias, de física e tudo mais, o conhecimento de eletroquímica é muito importante. E se o cara não começar com uma base lá no ensino médio, ele não consegue nem entrar na universidade, porque é uma coisa que a gente acaba deixando de lado, mas que é um ponto que a gente tem que considerar. Querendo ou não, o ensino nosso, tem que, de alguma forma, preparar o cara pra viver, mas também, preparar pra universidade. Porque se o cara quiser entrar na universidade ...

[Luiz] – É você tem que dar a base mas você não pode se pautar em “vou ensinar pro menino passar no vestibular”.

[Thiago] – Ah beleza. Você pode até perceber que nas nossas conversas a gente nunca tocou nesse tipo de assunto porque realmente não é o que a gente acredita, mas...

[Luiz] – O que eu acho é, você tem que dar condições para que se ele quiser fazer o vestibular ele tenha condições...

[Thiago] – Tá, mas se ele quiser saber como funciona um ar condicionado a química tem que dar condições, que seja falando de gases ideais, de alguma forma, de ele ir lá e ter condições pra compreender. Então eu acho que é isso, a eletroquímica é importante para dar condições pro cara compreender as coisas ao seu redor num conjunto que ele tem e caso ele precise também, exercer uma profissão futuramente porque ele pode precisar. Eu tenho um amigo que faz programação, ele programa, e aí ele teve que fazer um programa pra ler um aparelho que os médicos utilizam lá tipo eletrocardiograma. Pô... ele falou “véi, eu penei absurdamente pra poder entender o que que tava acontecendo com relação a isso aí, aí eu fui usar eletroquímica e me ajudou”.

[Luiz] – Eu digo por uma experiência minha de quando eu estava na PUC, quando eu fiz um semestre de engenharia na PUC a gente teve química e a ementa da disciplina de química era eletroquímica, era a ementa principal lá. Depois a gente começava a ver alguma coisa de... questão do átomo...

[Thiago] – Química geral.

[Luiz] – É, no final, o início era eletroquímica.

[Thiago] – Ah é? Eletroquímica no início?

[Luiz] – Mas é porque geral era só se desse tempo, o importante mesmo era a eletroquímica.

[Bernardo] – Por exemplo, um engenheiro que vai fazer uma construção, vai por uma janela lá... o conhecimento de eletroquímica pode ajudar ela lá. Qual metal ele vai escolher? Que metal demora mais tempo para enferrujar? Por que que demora mais tempo?

[Luiz] – Ou, o que ele pode fazer pra aquele metal não enferrujar.

[Thiago] – Retardar né.

[Bernardo] – Exatamente, também!

[Luiz] – Ele pode fazer uma galvanização...

[Thiago] – Cara, e é um negócio interessante. Um aluno fez uma pergunta muito interessante, porque o alumínio foi proibido por causa da decapagem, que é aquela camada que forma...

[Bernardo] – É, o óxido de alumínio.

[Thiago] – Então o alumínio oxida muito facilmente, e o aluno percebeu isso aí durante a aula. Eu coloquei a série eletroquímica lá num slide, porque eu falei “eu vou colocar aqui só pra gente ter uma idéia de potencial de redução e potencial de oxidação”. Largei lá e fiquei dando a aula. Aí o cara ficou viajando lá e pensou “pô professor, a janela ali é de alumínio e o alumínio oxida muito facilmente, o potencial de redução ele é muito baixo, por que que a janela é de alumínio?”. Então tipo assim, achei essa pergunta... eu fiz a aula em cima dessa pergunta, foi maravilhoso. E aí eu pensei nisso aí, é importante pro cara saber disso? Muito.

[Bernardo] – O que a gente não quer é que ele saiba os potenciais dos metais, isso aí não é importante.

[Luiz] – É, isso ele tem pra consultar.

[Thiago] – Mas o cara analisou a tabela e fez a pergunta.

[Bernardo] – Isso que é o importante.

[Thiago] – Foi isso que eu achei interessante. Outra coisa que eu achei legal pra caramba nessa mesma aula. Um menino falou assim “eu morei no litoral um tempo, e a pintura do carro lá estraga muito mais rápido, a maresia estraga o carro” aí ele foi me perguntar assim

“mas o sal ta só na água do mar, tem alguma coisa haver o sal com a maresia? Tem alguma coisa haver com o carro oxidar mais rápido ou não?”

[Bernardo] – Isso é uma pergunta muito boa e eu tenho até dificuldade em responder.

[Thiago] – Pois é, eu tive que perguntar pros professores de cá, e graças a Deus na hora lá eu e respondi uma coisa que tava certo. São várias etapas aí, nesse caso tem a questão do sal que é levado e aí a água condensa nele, conduz corrente elétrica... tem isso também... aí eu expliquei essa questão pro cara e ele adorou, pirou! E... eletroquímica!

[Bernardo] – Isso me lembra até de um problema que aconteceu numa indústria que eles estavam tendo problema de corrosão da tubulação lá né, e eles perguntaram pra gente “o que será que pode estar acontecendo?” e nessa tubulação passava muito íon cloreto, e é o íon cloreto um dos maiores responsáveis pela corrosão, tanto no mar quanto nessas tubulações nas indústrias. E por falta de conhecimento do pessoal da indústria ninguém tinha a noção de que o íon cloreto podia estar causando aquilo e eles não sabiam resolver o problema. E aí talvez falta um pouco de conhecimento eletroquímico aí porque se a pessoa utilizasse desde o começo um outro tipo de tubulação, que fosse mais revestido, que fosse mais protegido não tinha esse problema. Então tem muitos meios que ... agora falar rápido assim a gente nem pensa, mas é muito mais amplo daquilo que a gente imagina.

[Michell] – Então eu faço outra pergunta pra gente pensar. Qual é a importância da eletroquímica frente aos outros conteúdos químicos que são trabalhados na escola?

[Thiago] – “Hardcore” essa heim!

[Luiz] – Isso depende muito do conteúdo.

[Thiago] – Isso é muito “hardcore” porque eu acredito que ao mesmo tempo que existem conteúdos que são necessários pra se ensinar eletroquímica e que vem anterior a eles, existem conteúdos que estão no mesmo nível, que você precisa ter as mesmas bases pra compreender, por exemplo, cinética, cinética e eletroquímica você tem que ter uma base próxima pra compreender, tipo assim, a partir de uma mesma base você pode partir pra cinética ou pra

eletroquímica. Eu acho que a gente não tem condições de dizer que eletroquímica é mais importante que cinética.

[Luiz] – Não, com certeza que não.

[Bernardo] – E eu acho que até a ordem que a gente vai passar esse conteúdo, eu acho que a gente tem que tomar um pouco de cuidado também. Às vezes a gente começa falando de soluções, depois vai pra pilha que não tem muito a ver e depois vai pra estequiometria. Eu mesmo tenho um pouco de dificuldade, quando vou dar aula no cursinho, de colocar em ordem os conteúdos que eu peguei pra ministrar, porque a gente procura colocar junto aqueles que a gente tem maior ligação né, maior relação. Agora, a eletroquímica, eu não vejo tanta, tanta relação, porque claro que tem relação, com algum outro conteúdo. Talvez um pouco com balanceamento por oxi-redução, mas fica limitado a isso. Eu não saberia falar corretamente em que momento seria melhor passar esse conteúdo.

[Luiz] – Eu acho que, como o Thiago falou, a partir de... você tem que ter uma base, os conceitos básicos tem que vir no início, não adianta você lá no primeiro dia de aula de química pro menino no ensino médio você...

[Thiago] – “Ah, hoje nós vamos aprender como funciona uma bateria de celular.”

[Luiz] - ... entendeu? Porque tem que ter as bases. A partir do momento que você tem certas bases como as transformações da matéria, o conceito de átomo...

[Thiago] – O próprio conceito de reação química, ou fenômenos físicos e químicos.

[Luiz] - ... a partir de que você já tem uma base formada aí você já pode partir pra, como o Thiago falou, você pode partir pra eletroquímica, pra cinética, ou pra qualquer outro conteúdo. Eu acho que assim, a princípio você tem que ter algumas bases pra ele ter condição de entender aquele fenômeno quimicamente. Mas, falar que ele é mais importante ou menos importante, ou que deve vir primeiro ou depois, aí isso aí...

[Thiago] – Pensa numa situação hipotética tipo assim Luiz ó... Você está num local de trabalho que você não tem tanta liberdade, você está trabalhando numa escola particular, pronto. Aí na escola particular o cara fala assim pra você “ó Carlos, você tem quinze aulas pra você passar isso, isso e isso.”

[Bernardo] – Fala mesmo!

[Thiago] – “Você tem quinze aulas, você se vira aí!” E aí você fica entre eletroquímica e algum outro conteúdo, entendeu? E aí nesse sentido que a gente pensa, se a eletroquímica é mais ou menos importante. Tipo assim, é assim que eu penso, aí depende de qual conteúdo, por isso que eu pensei na cinética. Se eu fosse obrigado a escolher, “ou você ensina eletroquímica ou você ensina cinética”...

[Carlos] – Eu ensinaria eletroquímica!

[Thiago] – “Thiago você pode escolher, ou você ensina eletroquímica ou você ensina química orgânica.”

[Luiz] – Eu teria deixado de ensinar diagrama de Linus Pauling, que não serve pra porcaria nenhuma pro aluno, porque não se falou nada de modelo quântico, então eu teria tirado uma aula dessas...

[Thiago] – Nossa, eu acho que isso aí gera uma confusão nos meninos!

[Luiz] – Uai, mas é lógico que gera ué. Você num ensinou modelo quântico por que você tá falando daquilo lá.

[Bernardo] – E os professores cobram que eles saibam fazer aquele diagrama né.

[Bianca] – Verdade!

[Luiz] – Mas o que eu falo é assim, você não falou de modelo quântico, por que você tá falando em orbital s p d f? Você não falou de modelo quântico! Então não faz sentido nenhum.

[Bernardo] – Mas eu acho que não tem condição de você falar de modelo quântico pros meninos no ensino médio.

[Thiago] – Tem!

[Bianca] – Eu acho que tem.

[Luiz] – É, você não vai aprofundar, mandar ele calcular a equação de Schrodinger lá né mas...(risos)

[Bernardo] – Essa questão, por exemplo, da dualidade onda-partícula, a parte mais teórica até que eu concordo.

[Luiz] – Mas é o que eu to falando, você nem ensinou modelo quântico.

[Bernardo] – E hoje, o que a gente não viu já é passado pra eles no ensino médio, eles já viram um pouco de quântica, e não tinha isso na nossa época.

[Thiago] – Os mS, mL lá... os números quânticos lá eu não tive, a minha namorada já teve. E eu até hoje não sei (risos).

[Luiz] – É isso que eu falo, tem algumas questões em que, às vezes a gente tem que ... como você falou, “você tem quinze aulas pra ensinar”, mas tem muito conteúdo que eu acho, que não é que ele seja inútil ou não, mas não é o momento de ser ensinado e ensina-se ele porque no livro vem falando, ou na apostila, ou cobra no vestibular, que não faz sentido nenhum cobrar naquele momento. Talvez depois que você chega lá no final do terceiro ano, às vezes, tem gente que começa a pegar um pouco da parte de quântica, aí sim você vem falar de s p d f, orbital s, orbital p... aí você começa “ah tudo bem, agora eu posso falar de distribuição de Linus Pauling”, mas... você falar isso no primeiro ano, logo depois de falar de modelo atômico...

[Thiago] – Nossa, ainda mais no primeiro ano, pra o mais complicado de tudo, tudo, vem no primeiro ano.

[Luiz] – O menino não tem a base ainda pra compreender aquilo. Então é difícil a gente elencar, por exemplo, a eletroquímica seria mais importante. Do que certos conteúdos eu acho que sim, é mais importante, vai ter mais utilidade.

[Carlos] – Mas a pergunta não foi, qual é a importância não é?

[Michell] – Qual a importância da eletroquímica frente aos outros conteúdos químicos

.

[Thiago] – O Luiz já colocou que entre diagrama de Linus Pauling e eletroquímica...

[Luiz] – Com certeza eletroquímica, porque vai ser muito mais útil pro aluno. Mas é igual eu falei também, não adianta você achar que a eletroquímica é a salvadora da pátria, que você tem que ensinar tudo, sem ele ter uma base. Eu acho que frente à base, é preferível ele ter uma base mais sólida e mais forte porque aí depois ele tem condição de correr atrás.

[Bernardo] – Qual que é a relação que a eletroquímica tem com outros conteúdos? Não é querendo fazer o papel do Michell não, mas só pra gente pensar.

[Thiago] – Uai, com estequiometria tem de mais... se você quiser fazer, por exemplo... o pessoal não costuma fazer isso aí, a parte quantitativa da eletroquímica não entra no colegial.

[Carlos] – Foi uma das questões do próprio estado.

[Thiago] – Qual? A parte quantitativa da eletroquímica? Perguntou tipo... numa corrente de tal, e aí quantos...

[Bianca] – É tinha mesmo!

[Thiago] – Beleza! Eu lembro que antigamente, na época do “Gariba”, quando o Gariba dava aula lá no anglo, eles davam isso daí, tinha umas formulaszinhas lá pra você calcular a

corrente pelo tempo pra você saber o número de elétrons que chegou, quantos mols, tinha isso daí e era o bicho. Eu já acho essa parte desnecessária. Eu acredito que você pode utilizar estequiometria... como a gente tava falando, entre eletroquímica e estequiometria...

[Carlos] – É uma relação, a parte quantitativa é primordial pra você entender ...

[Thiago] – Mas eu acredito que...

[Carlos] – Será que é só essa parte? Não.

[Thiago] – Ainda acho que eletroquímica vai ajudar o cara a compreender melhor os fenômenos.

[Carlos] – Não, e outra, não só pensando na espontaneidade dos processos ou não. Algumas reações químicas acontecem com transferência de elétrons. Transferência de elétrons é o ponto principal da eletroquímica.

[Luiz] – Se você pegar, por exemplo, não que a gente chegue lá, mas, por exemplo, pra Lewis, a questão de ácido e base, toda reação ácido-base é uma reação eletroquímica porque tem troca de elétrons.

[Carlos] – É, eu acho que a relação da eletroquímica depende dos pontos. O ensino de eletroquímica da forma que ele é colocado no segundo ano, ele necessita de uma gama de conhecimentos que tem que ser ensinados primeiro, como você falou que teve que entrar com os meninos numa revisão, e tem que ser mesmo, e ela é também uma base para outros fenômenos que são estudados tanto no segundo colegial, que envolve mais esses assuntos, como também no terceiro ano. Você vai falar, por exemplo, de reações de oxi-redução em compostos orgânicos. Por que que o vinho, se você deixar ele aberto ele vira vinagre? Né? É todo um processo que envolve eletroquímica. E tem que ser levado em consideração, porque tem uma importância relativa.

[Luiz] – Aí é aquele negócio que eu falei da base, porque a eletroquímica vai servir de base pra aquele outro conceito.

[Bernardo] – Mas hoje, como é passado, fica muito difícil pro aluno visualizar a relação desses conceitos.

[Luiz] – Com certeza!

[Carlos] – Mas aí cabe a nós né!

[Bernardo] – Cabe a nós!

[Carlos] – Cabe ao professor fazer essa relação.

[Bernardo] – E não é fácil!

[Carlos] – Não! De forma nenhuma. Deixar pra ele decidir isso, você vai ver que numa turma de quarenta, às vezes, vai aparecer um lá que vai fazer a relação “não professor, mas isso daí eu lembro que eu estudei assim...” sempre tem um na sala.

[Michell] – A gente vai precisar, necessariamente, retomar essa discussão aí daqui um pouco, mas agora eu queria ouvir um pouco a Bianca.

[Bianca] – Não, eu fico um pouco assim, analisando as discussões e tem muito a ver com o que eu penso. Eu acho também que a eletroquímica é um conceito que depende de outros conceitos e que muitos conceitos também dependem dela. Então nesse sentido eu acho ela importante pra nortear outros conceitos também na química. Também concordo com o Luiz, que frente à outros conceitos que são passados assim... só...

[Luiz] – Por passar né!

[Bianca] - ... por passar, são conceitos muito importantes que a eletroquímica envolve né, se a gente for pensar nas reações, as reações mais básicas da química, oxidação e redução, são importantes e são uma base para o entendimento de outros fenômenos e tudo... então eu acho realmente importante frente à vários outros conceitos o ensino da eletroquímica.

[Michell] – Bom, no meio da discussão, acho que durante a fala do Carlos, saiu uma frase que eu acho ser o primordial e até é um dos motivos de eu estar trabalhando com professores, que é o “cabe a nós” enquanto professores. Então, entendendo que o papel do professor é fundamental no processo de ensino e aprendizagem, eu diria até vital para o processo de ensino e aprendizagem, eu queria ouvir de vocês como foi o ensino de eletroquímica que vocês tiveram?

[Carlos] – (risos)

[Thiago] – Que eu tive ou que eu não tive (risos)?

[Michell] – O ensino que vocês tiveram no ensino médio!

[Luiz] – No ensino médio eu acho que foi assim... no meu caso, não foi um dos piores mas poderia ter sido muito melhor. Alguns conceitos básicos foram passados, só que na época eu tava meio revoltado também, enrolei pra caramba...

[Thiago] – É mesmo Luiz? (risos)

[Luiz] – É. Mas eu fui, como eu falei, quando eu fui pra PUC que eu fui fixar realmente esses conceitos. No meu ensino médio, essa parte, por exemplo, foi mais visado que a parte de cinética...

[Thiago] – A parte de eletroquímica?

[Luiz] – É, a professora optou por eletroquímica...

[Thiago] – Parece que essa opção é bem geral né!

[Luiz] – Não, eu já vi muita gente que prefere a parte de cinética.

[Thiago] – Não, mas eu falo da opção, em ter que escolher entre esses dois conteúdos.

[Bernardo] – Não, mas como assim? Cinética não é no terceiro ano?

[Luiz e Thiago] – Não, era no segundo!

[Thiago] – Antigamente era no segundo depois que passou pro terceiro. Ixa... equilíbrio era um trem que ficava de fora mesmo!

[Luiz] – Equilíbrio não teve, essas coisas assim! Aí foi assim, a professora focou mais na parte de eletroquímica só que eu, por malandragem, não fixei bem os conteúdos, só quando eu fui pra PUC, como eu falei, que aí a questão da química lá, era muito focada na eletroquímica, que eu fui fixar os conteúdos.

[Michell] – Gente, eu quero que nessa fala de vocês, que vocês se esforcem mesmo pra tentar lembrar como foi o ensino de eletroquímica de vocês no ensino médio.

[Carlos] – Ah Michell, faz tempo meu irmão! (risos) Eu sou o papai da turma aqui! (risos) O ensino médio de vocês foi há quatro anos atrás, o meu foi bem mais...

[Michell] - Luiz coloca com relação a essa escolha que o Thiago já tinha mencionado pra gente. Eu quero que vocês tentem se esforçar um pouco mais pra se lembrarem de como é que foi que vocês foram ensinados em eletroquímica.

[Carlos] – Posso falar? Eu lembro um pouquinho. No meu ensino médio eu estudei na Escola José Inácio, e eu tive uma professora que, infelizmente, ela deveria ser extinta do estado.

[Thiago] – Fala assim não tadinha!

[Carlos] – Não, eu falo, porque ela nunca foi professora. O que tinha era uma mulher que vinha, entrava em sala e falava pra gente ler o livro e fazer resumo... ela nunca me deu uma aula, então eu não tive nada de ... o segundo ano meu foi péssimo. Eu sai de uma escola que tinha um bom professor, que tinha um ótimo professor, e fui pra uma que tinha uma “mulher que entrava em sala”. Então eu não vi nada disso. Aí eu vi que o negócio tava bagunçado e voltei pra antiga escola e eles já tinham visto tudo, ou seja, eu me... ferrei!

[Thiago] – Passou batido em eletroquímica.

[Carlos] – Porque aí eu precisei fazer recuperação e eu não sabia nada. Então, no meu ensino médio eu aprendi a decorar, sabe? O professor mesmo falou isso “decora isso que você faz a minha prova”, porque ele quis me ajudar. Agora, depois do ensino médio, eu precisei estudar pro vestibular. Aí foi o momento em que eu aprendi, que eu tive alguns professores que merecem o título de professor. Um deles é o mestre Gariba, o cara é mestre e eu aprendi eletroquímica com ele, físico-química inteira eu aprendi grande parte foi com ele.

[Thiago] – E como foi isso?

[Carlos] – Aí nesse ponto eu aprendi bem. Só que eu aprendi, naquela questão né, bem superficial. Eu conseguia fazer qualquer exercício de pilhas, eu conseguia fazer vários exercícios porque eu tinha um conhecimento legal, então eu aprendi processos de oxidação, redução, quando era espontâneo, quando não era espontâneo, isso daí eu conseguia enxergar de forma muito clara. Isso na parte de pilhas. Uma parte na eletroquímica que eu tive muita dificuldade no meu aprendizado foi a questão de balanceamento de reações que envolvam eletroquímica. Eu tinha uma dificuldade tremenda, as mais simples eu fazia, mas as mais complexas eu travava muito. E depois a parte de eletrólise... (risos) eletrólise não foi não, sabe? Mesmo com o mestre Gariba sendo bom eu não conseguia... eu não conseguia pelo fato de não conseguir memorizar o quadro lá da danada de descarga. Até que saber fazer eu sabia, mas em questões que não tinham um norte pra fazer essas questões de descarga não ia!

[Bernardo] – Esse balanceamento por oxi-redução aí que às vezes é muito passado no ensino médio assim, eu acho que é muito desnecessário, porque, quando, por exemplo, quando você vai estudar eletroquímica...

[Carlos] – Com certeza!

[Bernardo] - ... você não precisa de fazer o balanceamento sempre por oxi-redução, aquela regrinha toda pra balancear a equação lá.

[Luiz] – Às vezes, dependendo da equação, por tentativa você consegue!

[Bernardo] – Você consegue! E eu não acredito numa contextualização do assunto balanceamento por oxi-redução, aquilo lá é meio que decorado pelo aluno. Então, esse assunto, eu acho desnecessário para o ensino médio.

[Luiz] – Só voltando, já que é pra detalhar...

[Michell] – Deixa só eu explicar pra Bianca o que é que eu pedi novamente pra vocês, porque ela precisou sair um pouco. O Luiz quando iniciou a fala dele, foi relatando toda a experiência dele com relação à eletroquímica até hoje, pelo menos foi o que eu percebi. E aí o que eu quero na verdade, foi o que o Carlos acabou de fazer, é que vocês tentem buscar na memória o que vocês tem na cabeça sobre as aulas de eletroquímica de vocês no ensino médio. Como foi, como que o professor trabalhava, qual foi a impressão que vocês tiveram daquele conteúdo...

[Carlos] – A metodologia eu não falei, e a minha metodologia foi muito legal Michell. O Gariba tem uma música, até depois se você quiser bater um papo com ele, eu tenho certeza que vai ser uma ajuda imensa pra você. Ele tem uma música, e que eu não esqueço, até hoje, tem quantos anos que eu fiz, e ela falava de pilha. E a música é muito legal.

[Thiago] – Canta ai pra nós!

[Carlos] – Eu não, eu não vou pagar esse mico não, pede pro Gariba! (risos)

[Luiz] – Mas... ai como eu tava falando, a questão da metodologia, no meu caso a metodologia lá era “cuspe e giz” mesmo e desse jeito. Mas assim, eu acho que foi uma questão que focou muito no meu ensino médio que foi, primeiro na identificação do que que é uma pilha, o que é o cátodo, o ânodo, esses conceitos né... pra onde vai a corrente, de que lado pra que lado, qual o sentido... a questão das reações, do balanceamento, que eu também concordo que é indigesto de mais, e por isso eu acho que também afundei bastante nessa época, foi por conta disso, e ai o conceito de eletrólise, por também ser um conceito um pouco mais complexo que o conceito de pilha, às vezes, ele foi passado mais superficialmente. Não sei se é porque a turma já estava com um pouco de dificuldade, ou por opção da professora, no caso, mas, era mais focado nisso, na questão do balanceamento que é bastante.... muitas vezes desnecessário, concordo com o que o Bernardo fala, e na questão da identificação, na

questão do por exemplo, a importância da ponte salina, por que tem que haver uma ponte salina, esses conceitos foram bastante trabalhados comigo, a questão da visualização da pilha mesmo, de como ela funciona, e os conceitos em cima dela.

[Thiago] – Well... comigo foi assim, a primeira coisa que o professor fez, foi falar o que que era oxidação e o que que era redução. Aí ele escreveu no quadro, “oxidação: perda de elétrons, aumenta o N_{ox} ”, “redução: ganho de elétrons, diminui o N_{ox} ” desse jeito. Aí ele colocou dois exemplos, alguns exemplos, então ele colocou lá... sei lá... a formação de óxido de zinco com cobre...

[Carlos] – Zinco e cobre, tudo é zinco e cobre!

[Thiago] – Não, mas não foi zinco e cobre não, foi uma reação mesmo assim sabe, que era algo que a gente usava, tipo a oxidação do ferro.

[Bernardo] – Só te cortando um pouquinho, esse conceito de “oxidação: perda de elétrons” é meio relativo né, quando a gente passa pra química orgânica já não é simplesmente perda de elétrons.

[Thiago] – Fi... eu vou te falar, pra mim, eu imaginava que os elétrons saiam voando saca, do nada, e colidiam no outro lado. (risos) Na época, como eu interpretava, era isso aí. Então tipo assim, por exemplo, não foi dito lá na época que eu aprendi a frase “ pra acontecer a oxidação tem que haver redução” não... tipo assim, “se alguém está cedendo elétrons alguém tem que receber”, não, não tinha essa idéia do par redox não. A única idéia de par redox que eu tinha, era que , pra você montar a equação global, você tinha que ter a semi equação de redução e de oxidação.

[Bernardo] – Nossa senhora, e quando eles falavam que “quem oxidava era o agente redutor”, aí o bicho pegava... “nossa o cara oxida e ele é o agente redutor, como assim?”.

[Thiago] – Não, isso até que eu entendia, porque era o contrário, então era só eu falar o contrário e pronto (risos).

[Bianca] – É eu também. Eu não aprendi, eu decorei ao contrário.

[Thiago] – Aí ele colocou alguma reaçãozinha que a gente enxergava, tipo, o ferro enferrujar, ele colocou lá, ferro formando óxido de ferro, aí ele falou “ferro é o ferro metálico que você conhece, e essa daqui é a ferrugem que é vermelha” e colocou mais uma reaçãozinha e ponto, beleza! Essas reações já estavam balanceadas e tal. Depois que ele falou isso, nós entramos em pilhas, aí ele desenhou a pilha de Daniel no quadro, aí você desenha duas bacias, aí você faz uma placa enfiada num lado, outra placa enfiada no outro, aí ele foi preenchendo o desenho e explicando, “ah essa placa aqui vermelha é cobre, essa placa de cá é zinco, aí o que ta acontecendo é que ta ocorrendo uma corrosão, e essa aqui é uma solução de sulfato de zinco, e essa aqui é uma solução de sulfato de cobre, e isso aqui é uma ponte saline, isso aqui é um voltímetro, e pra gente medir qual que é a voltagem da pilha a gente pega as duas semi-reações e inverte uma e soma” aí ele explicou qual que inverte, se inverte sempre a... eu não sei a regra porque eu não decorei na época, ele falava “ah inverte sempre a que tiver o menor potencial”

[Luiz] – O menor potencial de redução.

[Thiago] – É, ele falava “ pega o menor potencial e inverte a reação”. Ta, beleza, pega o menor valor e inverte. Inverte a reação, inverte o valor e soma os potenciais, era isso que ele falou na época lá. E aí ele explicou tipo, “quem ta oxidando perde elétron, aí o elétron sai porque ele perdeu e entra no outro que ta ganhando saca”. E aí eu imaginava sabe, os eletronzinhos num tubo voando...

[Luiz] – É, mas a idéia que passa é essa mesmo!

[Thiago] – Não to zuando fi, sério mesmo! Aí eu imaginava eles voando num tubo assim e aí eles entrevam assim... e aí um dia, esse mesmo professor, eu fiz uma pergunta, não lembro se foi eu ou se foi o Bernardo...

[Bernardo] – Deve ter sido nós dois ao mesmo tempo! (risos)

[Thiago] – E eu perguntei assim, “professor, mas a velocidade da luz, é a velocidade de quando eu desligo a luz e ligo a luz?”, eu achava que velocidade da luz era isso. Então eu pensava assim que a luz era mais lenta quando era essas lâmpadas e que a luz era mais rápida quando eram as incandescentes, porque as incandescentes são instantâneas. Aí o professor falou “não, não é assim não, você imagina uma mangueira de água cheia de água até a ponta, e você abre a torneira. Na hora que você abrir a torneira, a água não vai sair instantaneamente na ponta?” eu falei “é!”, aí ele falou “é a mesma coisa, o fio está cheio de elétrons, aí assim que você liga o interruptor um elétron sai do lado de lá”. Aí que eu imaginei os eletronzinhos tudo assim juntinhos saca, um empurrando o outro e aí depois eles chegavam e viraram luz. Eu pensei isso aí, que é mais ou menos isso, que é idêntico a isso né. (risos)

[Bianca] – Eu estou tentando lembrar realmente como foi o ensino de eletroquímica quando eu tava no ensino médio. Eu não consigo ter muitas lembranças assim, porque foi tudo muito mecânico. O que eu aprendi realmente, que eu mais lembro, é o balanceamento de reações por oxi-redução, isso eu lembro direitinho porque dava um trabalho do caramba ficar colocando os N_{ox} lá e aí tinha que olhar qual que diminuiu qual que aumentou, e tinha vez que eu não via nenhum aumentando ou diminuindo, ou só um variava (risos), e aí tinha que jogar um pra lá e outro pra cá, e o agente redutor oxidava, o agente oxidante era o agente redutor, então eu... realmente foi muito confuso. Quando falava de pilha... eu tinha tanta dificuldade de entender, até por onde passava a corrente elétrica na pilha, e na verdade isso eu só fui aprender no ensino superior. Eletroquímica pra falar a verdade, foi uma parte que realmente eu achei que ficou muito deficiente no meu ensino médio.... no ensino superior...

[Carlos] – Também! (risos)

[Bianca] - ... (risos) também não foi diferente...

[Thiago] – (risos) Ou pior!

[Bianca] - ... e eletroquímica até hoje é um conceito que eu não fico muito à vontade assim, acho que se eu fosse dar uma aula de eletroquímica eu ia ter que estudar bastante. E eu achava tudo muito confuso. Por exemplo, o professor punha lá no quadro e falava da pilha de Daniel

e eu olhava pra aquela pilha que eu conhecia e pensava “não tem nada a ver”. Porque é confuso.

[Thiago] – Não, e o menino imagina que tem uma aguinha em baixo e uma aguinha em cima na pilha.

[Bianca] – Porque qual que é a relação daquela pilha que todo mundo tem e conhece com aquela pilha que ele põe no quadro? Não tem nada a ver! Então, assim, na minha cabeça, “isso aí não é uma pilha, esse professor aí deve estar inventando”, imagina você pegar um radinho e aí ter que por uma aguinha do lado, uma aguinha do outro, por os negócios... então eu pensava assim, “essa pilha que eles ensinam aí é ineficiente, boa é essa daqui ó, essa daqui eu não sei como é que funciona mas...”

[Thiago] – Cara, pilha é um negócio que a gente... hoje mesmo, se eu for dar uma aula pra explicar uma pilha de íons lítio véi... é o capeta de explicar! É o capeta! E os meninos querem saber, é lógico que eles querem saber, “pra quê que eu quero aprender essa pilha aí, eu quero saber é isso aqui ó”.

[Bianca] – É muito melhor que uma pilha de Daniel! (risos)

[Luiz] – (risos) Mas é ué, isso aí ele mexe todo dia ué!

[Bernardo] – Eu não sei, nesse ponto eu até acho que é importante saber a pilha de Daniel pra depois chegar na outra...

[Luiz] – É, mas você tem que chegar, o problema é que não chega!

[Bianca] – Só que nunca chega! Aí você fica na pilha de Daniel e não vê relação nenhuma com essas pilhas...

[Luiz] – Eu concordo que ela serve de base, mas... só fica nisso!

[Bernardo] – É, eu concordo que teria que chegar nas que a gente usa né (risos)! E idéia é essa!

[Bianca] – Então pra mim eletroquímica foi muito ruim meu ensino e ... sei lá, muito obscuro. Pra mim o que eu aprendi mesmo foi decorar as reações lá, os balanceamentos, o que é agente redutor, o que não é, e montar ali uma pilha de Daniel mais ou menos, mas mesmo assim eu ainda tinha dificuldade... e fui, não sei como é que eu tirei nota boa não! (risos) Mas foi isso, foi muita decoreba mesmo.

[Thiago] – É que a Bianca era muito boa pra fazer prova né Bianca?

[Bianca] – Não, assim, no ensino médio eu era muito boa em decorar as coisas.

[Thiago] – Então foi isso, pronto, você já sabe como é que você tirou nota!

[Bianca] – É, eu decorava pra fazer a prova ali, mas falar que eu aprendi, realmente eu não aprendi nada.

[Thiago] – Eu lembro como é que foi o meu de eletrólise. E eu posso resumir como foi a minha aula em duas palavras... o contrário da pilha.

[Carlos] – É!

[Bianca] – Ah, esse negócio de eletrólise, pilha... pra mim, eu não via nem diferença e nem semelhança, porque eu não entendia!

[Carlos] – O contrário da pilha, todo mundo fala isso.

[Thiago] – Não o cara chegou lá e falou “gente, eletrólise é o contrário da pilha”.

[Bianca] – É... eles também ensinam, uma das poucas coisas que eu lembro, é o tal de PIPOCAR...

[Thiago] – PIPOCAR eu não aprendi não, eu aprendi foi o CRAO.

[Bianca] – E eu decorava isso, mas falar que eu aprendi... que eu entendi...

[Bernardo] – Eu lembro que o professor falava, “agora vocês vão aprender o CRAO” e aí todo mundo brincava “ah é o créu, créu, créu”....

[Thiago] – Não, mentira fi, na época nem existia “o créu”, na época era a piadinha do nado CRAO!

[Michell] – Gente, falem um de cada vez porque se não depois fica complicado de ouvir vocês.

[Carlos] – Mas não preocupa não porque quando ta bagunçado assim é zuera deles aqui. (risos)

[Michell] – Pois é, o Bernardo eu não sei como foi o seu aprendizado.

[Bernardo] – Não, eu estudei junto com o Thiago, então tudo o que ele falou serve pra mim também.

[Michell] – Você não teve nenhuma impressão diferente das dele então?

[Bernardo] – Não, eu acho que assim, eu não lembro de muita coisa não pra te ser sincero Michell. Eu lembro que o professor começou uma aula falando da pilha de Daniel, passou a regrinha do CRAO, e ... meio que pra gente decorar, por exemplo, a gente sabia quem reduzia, sabia todos os conceito a partir da regra do CRAO, mas não era bem decorar porque a gente procurava entender por quê que ocorria deposição, onde que reduzia, por quê que a pilha parava de funcionar depois de um certo tempo, isso eu acho que o professor passou muito bem.

[Michell] – Qual foi a maior dificuldade de vocês com esses conteúdos?

[Thiago] – Eu sou péssimo em decorar. Eu não dava conta de decorar, por exemplo, as regrinhas de ...

[Luiz] – CRAO, PIPOCAR...

[Thiago] – Não, a única coisa que eu decorei foi o CRAO. Da pilha foi o CRAO, e outra coisa que eu imaginei também que eu só fui descobrir que eu era uma concepção alternativa quando eu entrei na universidade, porque eu pensava que os elétrons grudavam na placa, e aí a placa ficava gordinha assim, e aí isso era a deposição, os elétrons grudavam na placa.

[Bianca] – Ah, eu acho que todo mundo pensa isso.

[Thiago] – E aí quando o elétron saía ficava tipo o buraco saca? Vêi... aquilo ali... eu pensava claramente que era isso que acontecia entende? Então eles iam nadando na solução, e que eles entravam pelo cano, e que aí eles andavam dentro do ferro e ia lá e encostava na outra placa, e sofria a deposição. Outra coisa que eu não conseguia entender era a ordem, porque o professor lá passava uma ordem pra balanceamento de oxi-redução. Primeiro você acha quem oxida, depois você acha quem reduz, aí você escreve oxidação e faz a variação da oxidação, escreve redução e faz a variação da redução. Aí você inverte. Aí depois você vai pegar esse valor e inverte... aí eu não sabia mais o quê que eu tinha que fazer com esse valor, onde que eu colocava. Aí tinha uma regrinha lá, “você coloca em quem ta reduzindo” ou “em quem ta oxidando”, ou em quem tem maior número de átomos, eu não lembro dessas regras. Eu não lembrava a ordem então eu fazia uma coisa em cima da outra e encavalava tudo, virava um inferno, eu não sabia o quê que eu tava fazendo, eu tinha dificuldade nisso. Outra coisa que eu tive dificuldade... eletrólise. A única coisa que eu sabia de eletrólise era o seguinte, é o contrário da pilha e é o que a gente usa pra cromar as coisas, só!

[Luiz] – Pra carregar bateria.

[Thiago] – Não, eu só sabia que era pra cromar as coisas.

[Carlos] – Eu também só sabia que era pra cromar as coisas.

[Thiago] – Pra cromar as coisas, tipo, “ah você lembra aquela coisa”, aí tipo, lembro, Velozes e Furiosos, porque tinha pára-choque cromado, só lembro disso aí.

[Bernardo] – E quando a gente tinha que falar de potencial de oxidação e de potencial de redução? Hoje é padrão né, a gente só fala de potencial de redução pra não ter esse tipo de confusão. Mas, pra você explicar pro aluno que o potencial de redução do zinco é $-0,76\text{V}$ e que o de oxidação do zinco é $+0,76\text{V}$ é o bicho pegando, porque quando a gente viu eletroquímica no ensino médio tinha duas fórmulas, era o potencial de redução do maior menos o potencial de redução do menor, e você achava um número delta E da pilha lá. Ou você fazia o potencial de redução do maior mais o potencial de oxidação do menor, então, nossa, isso daí era uma confusão. “Como assim tem essas duas fórmulas pra chegar no mesmo valor?” sendo que era a mesma coisa. Então às vezes se fazia muita confusão em cima mesmo do próprio cálculo da fórmula.

[Michell] – Quem mais quer falar de alguma dificuldade específica pra gente?

[Carlos] – Eu quero! N_{ox} ! E por causa dessa dificuldade que eu tive, eu tento, às vezes, ajudar o meu aluno no máximo que eu puder pra ele compreender o que é o N_{ox} . Eu acho que na época N_{ox} era aqueles numerozinhos que a gente punha em cima lá..

.

[Luiz] – É um trem que não existe!

[Thiago] – Pra mim só metal tinha N_{ox} . Quando a gente chegou na química orgânica e o professor falou “vamos calcular o N_{ox} do carbono” eu falei “ah você tá de brincadeira comigo né, como assim? Carbono não perde elétron, porque o carbono só faz ligação covalente.” E daí vir falar de N_{ox} do carbono, aquilo ali pra mim, até hoje eu não engulo. Eu sei que é só um recurso pra gente poder compreender ...

[Luiz] – Mas é só um recurso, não existe N_{ox} .

[Thiago] – É igual orbital vazio também, porque só existe orbital se tem elétron, se não tem elétron não tem orbital. (risos)

[Luiz] – Eu acho que assim, a grande dificuldade que eu tive, também foi essa questão, a parte de balanceamento, acho que era muito indigesto, como o Thiago falou, “ah, tem uma ordem

pra você fazer isso aqui, aí você inverte o número lá...” isso aí era muito indigesto então foi a parte que eu tive muita dificuldade. E como geralmente a parte que era mais cobrada era essa, você acaba...

[Bianca] – Acho que por isso que eu me dei bem, porque essas regrinhas eu sabia todas (risos).

[Luiz] - ... entendeu? Eu sempre achei muito indigesto... claro, também eu não fiz nenhum esforço pra compreender, então eu acho assim, vai de mim também, mas eu acho que é muito indigesto, muito complicado sendo que você pode resolver de outra forma.

[Thiago] – E quando a gente entrou na universidade que a Tia Ângela foi ensinar pra gente balanceamento por oxi-redução em meio ácido... você tinha que adicionar H^+ de um lado e água do outro. Ah, meu amigo, aí “eu vi minha avó de cueca” mesmo. Sorte que era a Tia Ângela né então a gente aprendeu no amor. Mas eu não aprendi não!

[Michell] – Quer acrescentar alguma coisa Bianca?

[Bianca] – Não, eu concordo com todo mundo. É muito confuso mesmo essa parte e eu aprendi porque eu decorava e treinava, mas falar que aquilo fazia algum sentido químico pra mim, não fazia nenhum sentido. Pra mim, eu via muito mais como matemático fazer aquilo, era bem mecânico mesmo.

[Michell] – Então eu vou colocar uma última questão pra gente discutir nessa reunião de hoje, pra não nos alongarmos muito. Quais estratégias que vocês considerariam apropriadas para o ensino e para a aprendizagem de eletroquímica?

[Bernardo] – Eu acho que, como o Carlos falou, que ele fez a prática lá, por exemplo, você faz um experimento talvez, seja numa sala de aula mesmo. Você pega um prego lá, por exemplo, e põe ele numa solução e observa que está depositando alguma coisa ali. E através dessa experiência você começar a investigar o quê que é que está acontecendo ali. Por quê que está acontecendo essa deposição no prego? Por quê que a coloração da solução de sulfato de cobre está diminuindo? Por quê que ela está ficando mais transparente?

[Luiz] – Só que não é fácil de você ver isso não, você tem que depositar muita coisa pra poder ver isso.

[Bernardo] – O Michell já fez isso já! Não fez?

[Michell] – Fiz sim, e é tranquilo. É só a gente usar muitos pregos pequenos numa quantidade pequena de solução muito diluída. Ou se não, você pode usar uma palha de aço, por exemplo.

[Thiago] – Pra mim a melhor reação que tem é essa de por fogo no Bombril.

[Bernardo] – Acho até que foi você Michell, que me falou um tempo atrás que tinha feito essa experiência, e eu acho que é um jeito mais adequado de começar o assunto de eletroquímica. Através de um experimento, investigando, pra eles irem percebendo, “ah, tá ocorrendo uma deposição” e daí eles perguntarem “ah, mais de onde que está vindo esse material que está depositando? Por quê que está perdendo a coloração?”. E eu acho que vai gerar uma discussão muito bacana entre os alunos na sala de aula com essa experiência, e através disso, começar a trazer alguns outros experimentos químicos, da eletroquímica, através da experiência.

[Thiago] – Tipo assim, eu tive uma experiência na graduação que foi muito importante pra mim, especialmente no ensino de eletroquímica, que eu acredito que é o que eu tenho mais dificuldade, porque eu fui ser professor e tinha que ensinar eletroquímica, então a gente procurava ensinar no modelo que a gente já conhecia né. Só que eu via a questão de como eu aprendi, então eu fui suprindo algumas dificuldades que eu mesmo tive né. Por exemplo, como que eu vou mostrar pro cara que o elétron não entra num tubo e vai parar lá do outro lado? Que os elétrons não saem voando pelo espaço no vácuo do nada, entende? E aí eu fui modificando a forma de dar aula pra não criar esse tipo de concepção, mas eu não sei que tipo de concepção eu criei, sabe? Se foi a que a gente gostaria. De forma geral, porque o ensino que eu dava de cursinho a gente não tem avaliação, a gente não avalia o aluno, então você não sabe o quê que o cara tá pensando. Então era a hora que eu descia pro recreio lá, e comia uma bolacha junto com os meninos e perguntava “ou, o quê que você acha disso, disso e disso?”. E aí que eu ia ver a concepção que o cara tava tirando daquilo ali. Então eu fazia uma amostragem, eu conversava com uns cinco ou seis alunos, pra tentar descobrir o que eles estavam pensando e fui modificando a aula nesse sentido. Como que eu acredito que é a

forma mais interessante de você, assim ... que eu acho, de se tratar a eletroquímica... É você fazer uma aproximação que é geral, entende? Então, nós vamos falar de processos químicos gerais. Então, por exemplo, o processo de derretimento do açúcar. Então você vai derreter o açúcar no tacho pra você fazer o doce. Então eu falei pro menino, “imaginem que nós vamos pra uma cozinha, nós vamos pegar um tacho de cobre, colocar ele em cima do fogo, e nós vamos colocar o açúcar, vamos derreter o açúcar, vamos colocar leite, pra fazer doce de leite”. Depois que a gente terminar, vai ficar umas coisinhas verdes no tacho, e aí a gente vai tentar entender isso aí. Então, eu acho que a gente tem que partir de um fenômeno, que não necessariamente precisa ser um experimento como os meninos falaram, pode ser queimar um Bombril, pesar ele antes e depois, pode ser o prego, não importa...

[Bernardo] – Mas isso aí é um experimento (risos).

[Thiago] – Sim, mas eu to falando que pode ser um experimento em sala de aula ou não, porque no meu caso, eu não tinha condição de fazer o experimento porque no cursinho era um semestre pra dar a matéria inteira, então eu tinha que fazer um experimento mental. Mas de qualquer forma, eu acredito nessa aproximação. Então você aproxima de um experimento, ou de algo que seja um fenômeno químico que ocorre, físico também de forma geral, certo, e depois disso aí a gente passa a analisar as partes do fenômeno, aí o cara vem, se a gente começa das partes que o cara já sabe né, falar, por exemplo, do ponto de fusão do açúcar, fala de oxidação essas coisas, mas lá pra frente. Então, você começa falando de ponto de fusão aí você vai ver o processo de derretimento, aí o cara já sabe ... beleza. Aí nós partimos pra outro processo, misturas, então seria o assunto de colóides que a gente já falou, aí depois a gente fala “agora nós vamos lavar o tacho com sabão, aí você já fala de sabão também, e aí que a gente entra na eletroquímica pra explicar os processos que ocorreram na superfície do tacho de cobre. Aí beleza, nós entramos na eletroquímica pro cara enxergar que aquilo não é algo separado do que ele já tinha. Porque é isso que eu tinha. Pra mim as reações eram classificadas assim ó, grupo de reações ácido-base, grupo de reação eletroquímica, grupo de reação orgânica, acabou! Véi, a reação orgânica é a eletroquímica, ao mesmo tempo que é ácido-base, e aí? Então pra mim, isso aí era guardado em caixinhas separadas, então essa forma em que você aproxima do fenômeno é muito importante, pra mim, eu acho, no ensino de eletroquímica. Isso pra gente explicar fenômenos de oxidação e redução, beleza, só! Aí depois a gente vai falar de pilha, aí de pilhas, eu acredito que uma forma legal de a gente

começar é depois que já se falou de solução, de comportamento de íon, de transporte de elétron, essas coisas que você fala lá nos processos de oxidação, que acontece nas superfícies das coisas e tal, que a gente vai falar do alumínio, dos metais, também lá, então eu acho que você pode partir de vários fenômenos pra chegar do conceito que você gostaria. Que é aquele triangulo lá né, você pega um fenômeno, aí você faz uma pergunta em relação ao fenômeno, porque com a resposta dessa pergunta você explica o fenômeno, e pra responder essa pergunta você precisa de um conhecimento químico que explica o fenômeno, então fecha o triangulo. Na pilha de Daniel eu acho que não é tão simples de se fazer isso, pra ensinar pilhas. Porque na pilha, a pilha que o cara tem contato é um avanço tecnológico enorme, então é muito complicado, é muito diferente da pilha de Daniel. A pilha Daniel inicial que o cara fez, ele foi colocando placas de zinco, cobre e alumínio, e algodão entre as placas umedecido de coisa... saca? E nem isso a gente desenha no quadro. Faz arrumadinho, separadinho, mostra o quê é o que, e não é... não é mesmo! E aí que gosto muito de entrar pela parte histórica, porque ai eu acho que a parte histórica entra bem. Porque, às vezes, tipo assim, você não tem como explicar... tipo, explicar a pilha ou a bateria do celular do cara direto, e aí você entra na física, em circuitos, se você quiser falar um pouco disso, aí eu entro na parte histórica. Aí eu falo um pouquinho sobre a produção de conhecimento científico, como é que se faz uma pesquisa, aí eu vou na parte da história explicar como que a pilha de Daniel foi formada inicialmente, e aí eu faço uma aproximação histórica da pilha de Daniel. Aí a gente volta ao desenho normal da pilha de Daniel mesmo, faz o desenhinho normal e explica as coisas buscando, no nosso falar, na prática em sala de aula, evitar a formação desse tipo de conceito de que o elétron sai e que o elétron é depositado, porque eu acho que foi isso, o professor deve ter falado “o elétron sai, e o elétron é depositado”, e isso criou na nossa cabeça a questão do eletronzinho encostando e formando a crosta.

[Bernardo] – Eu nunca pensei isso!

[Thiago] – Cara, eu sempre pensei assim!

[Bianca] – Eu também sempre pensei assim!

[Thiago] – Que elétron é depositado e que elétron é retirado também. Mas eu pensava, “mas o elétron não tem massa, como que o elétron é depositado?”. Aí depois, pensando nesse sentido,

é que eu fui entender “ah não, a reação acontece na superfície lá e aí o metal se deposita por ligação metálica com o outro”. Aí que eu fui sacar, que quando o cara for falar da pilha de Daniel, ele pode fazer o desenho da pilha de Daniel, eu acho importante sim, mas na hora que ele for explicar o fenômeno ele precisa explicar a questão da concentração de metal na solução ao redor da placa, que o elétron.... então é isso aí, esse tipo de coisa. Aí depois disso, beleza. Aí na eletrólise eu volto na questão do fenômeno, e aí a gente pode falar de vários fenômenos, da pilha recarregável, da cromação das coisas, e aí a gente pode fazer aquela brincadeirinha de oxidar a prata e depois colocar a prata dentro de um papelzinho de alumínio pra fazer a volta, explicar essa questão de ida e volta também...

[Luiz] – Eu acho assim, que o Thiago detalhou bem, mas isso aí vai variar muito das condições que você tem pra trabalhar. Então assim, eu acho interessante, como você falou, “ah, vamos lá fazer um doce no tacho de cobre”. É um jeito que dá pra você falar, não só das reações de oxidação e redução, mas também de outros, como ele citou, mas às vezes, se você não tem condição, ou acesso, à um tacho de cobre pra fazer o doce, e você tem acesso à computador, existem alguns modelos de aulas, algumas simulações que dá pra você mostrar ... por exemplo, essa parte da pilha, pra mostrar que é o metal que se liga à outro metal formando a crosta, aumentando a placa né. Existem algumas simulações...

[Thiago] – Do FET?

[Luiz] – Cara, tem tantas, você procura na internet que você vai encontrar simulações que mostram essa parte, que vai quebrar com esse negócio de “ah, então é o elétron que vai depositar lá e tá formando a crosta”. Mas isso vai depender também, de você ter um data show, ter um computador, o acesso à internet, então, o que é importante é, como o Thiago falou, é você pegar o fenômeno, independente de...

[Thiago] – Isso, e um trem que eu não falei que eu devia ter deixado claro também, é que o fenômeno é regional. Nós estamos de doce porque faz doce aqui em Minas Gerais, se eu estivesse em Cabo Frio, eu falaria do fenômeno de corrosão do carro.

[Luiz] – Ah, claro. O importante é que você pegue um fenômeno, e a partir desse fenômeno você consiga destrinchar os conceitos. Seja só no quadro, seja com uma simulação, seja com

um experimento, aí vai variar da condição que você tem, e claro, da maturidade da turma que você está lidando. Porque, às vezes, você tem até condição de fazer o experimento, mas você sabe que os meninos não vão absorver com aquilo porque eles são muito agitados, ou já tem algum impedimento, por isso, então, às vezes, uma simulação no computador seja mais interessante pra eles, ou ir lá no quadro mesmo seja mais interessante. Então eu acho que vai variar do local e de com quem você está lidando. Mas a forma assim, existem n e você tem que tomar a decisão, o que não dá é pra ficar, que eu acho, não dá pra ficar só naquela questão de balanceamento, você lá “amassando barro” em balanceamento e não fazer sentido nenhum pra ninguém aquilo lá. Não que não seja importante balanceamento também, mas eu acho que tem coisa muito mais importante a ser ensinada do que o balanceamento.

[Bernardo] – É questão de prioridade né, porque não dá pra gente passar tudo também, muito detalhado como a gente tem vontade, como caberia a nós passar também, tem essa limitação também. Aí entra no que o Luiz falou, a questão da escolha e da prioridade do que a gente achar que é mais importante, mas quem vai fazer essa escolha somos nós.

[Bianca] – Acho que se eu fosse dar aula de eletroquímica, primeiramente, eu não iria ensinar nada como eu aprendi. Que é assim, tudo muito mecânico, a questão das regrinhas de balanceamento, esse tipo de coisa que eu acho que é muito decoreba, porque isso, se o aluno realmente quiser, ele tem condição de pegar ali as regrinhas e se virar. Agora, entender realmente o quê que está acontecendo, como mais ou menos seria o processo de transferência de elétrons, isso que é muito a base e que eu percebo que é o que mais falta, e que acaba gerando um monte de concepções alternativas nos alunos, eles acabam entendendo tudo menos o que precisa. E a questão também de ensinar pilha. Às vezes eu fico pensando, “gente, que sentido faz ensinar pilha de Daniel se os alunos não conseguem enxergar, aliás, até os professores, nenhuma relação com aquela pilha que o aluno conhece?”, então não faz sentido ensinar pilha de Daniel. Acho que ensinar pilha de Daniel sem nenhuma relação com os outros tipos de pilhas, que a gente conhece atualmente, não faz sentido de se ensinar.

[Thiago] – É só uma base pra você chegar e explicar pro cara “olha, agora numa pilha comum...”

[Bianca] – É eu gostei da idéia do Thiago de fazer uma relação com a história, de falar um pouquinho da história da pilha, explicar um pouquinho pra tentar aproximar aquela pilha porque, o quê que tem a ver aquela pilha com essa aqui, entende? E a questão de muitos conceitos assim, é interessante de serem aprendidos porque os alunos cobram porque se eles pegarem as questões de vestibular pra fazer vai ta lá cobrando agente reduto, agente não sei o quê, mas esses conceitos em si não são tão importantes quanto uma base mesmo para o entendimento de como seria essas reações e tudo... eu acho que é o que é mais deficitário para os alunos entenderem.

[Michell] – Carlos?

[Carlos] – É... essa questão eu acho legal, as estratégias. O Thiago falou um monte de coisas que eu acho massa de mais de usar e eu até uso algumas. A questão da parte histórica da... de falar da pilha de Daniel, eu cito, inclusive eu vou aprofundar porque acho que a parte da história da química eu preciso de ler bastante, sou bem falho nisso. Mas eu sempre cito, na questão da pilha, o porquê do nome pilha, isso daí eu lembro, e acho que é uma estratégia que assim... muito massa pra compreensão. Aí falando então, já que eles falaram de algumas coisas, em alguns aspectos do ensino, eu vou tentar focar em outros que eles não falaram. Eu utilizo, como o Luiz falou também, a questão da ferramenta tecnológica né, já trabalhei com isso um tempo no RIVED, então eu utilizo, depois de formalizar toda uma teoria dos fenômenos, eu utilizo essa aproximação da pilha de Daniel com a pilha comum, e eu acho que uma estratégia muito interessante de se usar é a animação. Eu tenho algumas, e eu utilizo isso pra ver. Porque a gente pega... primeiro eles compreendem na pilha de Daniel, como que funciona aquela transferência e como que se trabalha aquela equação química, então através da animação a gente consegue fazer o contraponto de como esta acontecendo também a reação química e as equações químicas nas pilhas comuns. Eu acho que é uma estratégia bem interessante de se usar. Quanto a gente fala num aspecto que nenhum deles comentaram, e que eu acho que é importante de mais a gente detalhar para o aluno, a questão do potencial. A gente falando da pilha, quando você pega o potencial de redução, pega o potencial menor, e daí você inverte e tal... e esse potencial, de onde saiu esse potencial?

[Thiago] – Ah véi, eu esqueci de falar, é verdade!

[Carlos] – Eu acho super interessante a gente falar, antes de tudo, de onde que vem esse potencial.

[Thiago] – Lá junto com os processos de oxidação e redução talvez né?

[Carlos] – Mas como eles foram feitos? Eu sempre prezo isso, porque o potencial na verdade é uma grandeza que foi feito experimentalmente e fazendo uma comparação. Que é atribuído a um padrão, que é o hidrogênio...

[Luiz] – Mas que poderia ser com qualquer um outro e ...

[Thiago] – Mas a gente fala com relação a isso, quando a gente vai falar que um processo de oxidação não ocorre sem que haja um de redução. Aí a partir desse gancho é que a gente explica pra falar de onde vem os potenciais de redução. Porque, como você sabe o potencial de redução? Quem ta oxidando então? Saca? Aí que a gente fala dos potenciais.

[Carlos] – Então uma estratégia interessante é, primeiro, abordarmos a questão do potencial. E... trabalhando em turmas, assim... que a gente não dá essas aulas, igual, esse ano eu não trabalho esse conteúdo, esse conteúdo é parte do outro professor. E, às vezes, eu fico meio que “alfinetando”, não pra correção do outro professo, mas, às vezes, eu pergunto pros meninos “pessoal, e isso, o quê que é?”, aí eles falam “ah professor é assim e assim...” e aí eu falo “ah, então ta bom!”, porque é uma questão ética né, às vezes, eu não posso também entrar porque eu posso causar uma coisa contra o professor e é um cara que eu respeito muito. Mas quando eu tenho oportunidade de trabalhar, eu sempre tento nesse aspecto, e eu quero ter a oportunidade de trabalhar ainda, pra experimentar especificamente isso. E dentro da questão da eletrólise, eu acho que, como o Thiago falou, eu acho que sempre nós já fazemos isso que é aproximar o fenômeno do aluno, e acho que a questão da animação também é uma ferramenta muito importante. Eu uso ela... só que...

[Bernardo] – Só que a gente tem que tomar cuidado com aqueles negócios das bolinhas e tal...

[Carlos] – Era o que eu ia falar agora. Quando a gente pega a parte da animação, no pouco tempo que eu trabalhei com isso, a gente tem que deixar isso muito claro, que é um modelo,

que a gente ó... que elétron não é uma bolinha, que não é bolinha que vai pra lá e vem pra cá, certo, que ... sabe, eu uso isso mas a gente tem que...

[Luiz] – Mas é igual você falou a gente tem que ver a maturidade da turma.

[Carlos] – A maturidade da turma e a gente têm que especificar o máximo que a gente puder. Se não acaba que a gente não cria umas expectativas, mas a gente cria outros obstáculos epistemológicos.

[Luiz] – Mas aí é já partindo do princípio que você já faz isso desde lá no início. Porque você já começa falando de modelo atômico...

[Thiago] – É, se o cara entendeu o quê que é um modelo ele vai sacar que é um modelo. E você pode falar, “ó esse modelo que a gente ta usando aqui é baseado no modelo de Dalton” pronto!

[Bernardo] – É, exatamente, isso que eu pensei também, o modelo de Dalton.

[Carlos] – Mas se você não fala... vixe, aí eles vão pensar que... igual você pensava que o elétron saia e ia voando... o menino pensa do mesmo jeito.

[Luiz] – Exatamente, você tem que deixar claro, concordo com o que você falou. Mas isso aí vai acompanhando desde o início, porque desde o início você já falou de modelos. Você já começa trabalhando com modelos desde o início e “ó, isso aqui é um modelo, isso aqui não é a realidade” é uma forma de tentar explicar ...

[Bernardo] – Mas com certeza ajuda muito o aluno entender usando as animações sim.

[Luiz] – Só que eu também acho que depende muito da maturidade, porque às vezes também, você vai “ah, então vou utilizar” talvez até você tem condição, mas aí o menino vai lá e vai deitar, e vai dormir, vai entrar no computador lá e vai mexer em outra coisa, então depende muito da maturidade. Pra você escolher a metodologia que você vai utilizar, independente se é química, física, se é primeiro, segundo, terceiro ano, depende da turma que você tem e das condições, e aí você tem que pensar, “pô, às vezes seria mais legal que eu fizesse...”, sei lá, pegar o Bombril e por na solução de sulfato de cobre.

[Thiago] – Cara quer ver um exemplo muito prático disso? Se você for dar aula numa turma de EJA à noite. O cara trabalhou o dia inteiro o dia inteiro, ele tá extremamente cansado, ele chegou pra assistir sua aula de eletroquímica. Na hora que ele entra na sala, e ele já tá cansado, e você desliga a luz e liga uma animaçãozinha... ah meu amigo, aí é a mesma coisa de falar assim “boa noite, dorme bem tá!”. O cara vai deitar e acabou, acabou!

[Carlos] – Por isso que as ferramentas que a gente usa no ensino, a gente tem que analisar muito, nem toda ferramenta é apropriada pra todo tipo de coisa.

[Bernardo] – Mas esse negócio aí eu acho relativo Thiago, não quer dizer que o cara vai dormir, talvez pra ele é muito mais interessante do que se o cara for lá e desenhar no quadro a pilha.

[Thiago] – Sim, talvez desligou a luz, desligou o cara também (risos).

[Bernardo] – Não, eu não concordo com isso aí não!

[Thiago] – Mas igual eu tô falando, depende da turma num total.

[Michell] – Será que é só da turma heim?

[Luiz] – Não, não é só a turma, são vários fatores, e um dos fatores é a turma que você tá trabalhando. Não adianta... o Thiago falou, “depende do local”, falando da questão do doce, e aí você vai falar da maresia aqui em Uberlândia, nem todo mundo teve condição de ir na praia, conheceu...

[Carlos] – Eu não conheço praia.

[Luiz] – Mas é questão de ... às vezes fazer o doce é muito mais... “ah, a minha avó faz doce em tacho de cobre”, às vezes, o visual pra ele tá muito mais próximo dele do que a maresia lá da praia.

[Thiago] – Sem contar que a gente ainda costuma falar “ah, que todo mundo sabe que a maresia...”, não, não é todo mundo não... “eu nunca fui lá ué, e você ta me falando de maresia, você que ta falando aí e eu to acreditando”.

[Luiz] – Então depende da turma, do local que você ta, das condições que você tem, são n fatores, por isso que eu falo que é difícil você falar assim “qual metodologia você utilizaria ou que você acha que é viável?”, depende muito...

[Carlos] – Todas elas são!

[Luiz] – Nem sempre...

[Carlos] – Eu to falando assim, todas elas são, aí cabe a nós escolhermos qual será a melhor pra aquela turma.

[Luiz] – Porque, às vezes, você ta num lugar lá que você só tem quadro e giz, você tem que ir pro quadro, você não tem outra opção. Mas aí você tem que ver “qual a metodologia que eu vu utilizar lá no quadro pra fazer isso”... Ah, pode ser por esquema, fazendo esquemas...

[Bernardo] – E com certeza tem muita influência se você tem uma turma... não por preconceito com os outros alunos, mas se você tem um aluno preparando pra medicina num colégio, e num outro um pessoal que já não estuda há cinco anos, não vai ser a mesma aula pras duas turmas, vai ser diferente, o foco que você vai dar vai ser diferente. Tanto é que numa turma que você tem alunos que tem dez anos que não estudam você vai ter que partir de princípios muito anteriores às vezes, e o tempo também vai ser diferente que você vai focar.

[Michell] – Essa dificuldade, e a maioria de vocês sabem disso, pois trabalham há muito mais tempo do que eu, essa dificuldade você pode ter dentro de uma turma tecnicamente homogênea, por exemplo. Se você pegar uma turma que está estudando especificamente pra um vestibular de medicina você não consegue atingir todos da turma da mesma forma. Então a minha postura enquanto educador, e que eu defendo sempre, é que o único personagem em todo o processo de ensino e aprendizagem que tem condição de observar todos esses fatores e mediá-los é o professor.

[Carlos] – Com certeza. E é o que nós discutimos, porque a gente tem que colocar na balança toda vez, as estratégias de ensino que a gente vai fazer. Porque por mais que você pense que não vai atingir todos os alunos da mesma forma, mas a estratégia é uma, agora como você vai utilizar essa ferramenta que você tá propondo, aí sim é a visão que nós temos que ter. E pra isso nós precisamos de conhecer o aluno... então, você concorda com o que o Luiz falou? Que são vários os aspectos? Você tem que conhecer bem uma turma, você tem que conhecer muito bem uma turma, não é só bem não.

[Thiago] – A realidade da turma, se o cara trabalha, se ele não trabalha...

[Carlos] – A realidade da turma... porque se você, por exemplo, a questão do potencial lá pra discutir... tem menino fi, que você vai desenhar pra ele, pode fazer o que for, que ele não vai conseguir compreender, sabe? Aí é a questão, a sua estratégia tava mal escolhida? Não, ele precisa de um tempo maior pra aprender, então... igual você falou que chegou numa turma e começou lá do que o outro professor tinha dado, você não conhece ninguém! Com certeza a estratégia que você usou, você atraiu porque foi diferente, mas será que você realmente conseguiu influenciar em todos da mesma forma? Nunca! Então o conhecimento da turma tem que ser muito amplo.

[Thiago] – Só se fosse particular né.

[Carlos] – E até mesmo pra alunos de escola particular. Eu dou aula pra uns alunos que você vai conhecer os alunos depois de um monte de tempo, ele começa a falar pra você e você fala assim “você sabia isso?” e ele fala “sabia!” e aí ele te explica tudinho, e você tá ali “massando” a cabeça do aluno com as coisas achando que ele não sabe, e ele sabe.

[Thiago] – E o contrario também (risos).

[Carlos] – (risos) É, o contrário também!

[Luiz] – Por isso que eu falo, não adianta você falar que “essa estratégia é boa, essa metodologia...”, depende pra quem e como.

Terceiro Encontro

[Michell] – Boa noite pessoal. Mais uma vez muito obrigado pela presença de vocês aqui. Hoje infelizmente nós não temos a presença do Bernardo, mas, devido a nossa dificuldade em encontrar data e horário que seja bom para todos, infelizmente teremos que nos encontrar com alguém ausente quando for o caso, como hoje. Bom... nós já discutimos vários aspectos relacionados a ciência química, ao ensino de química, e iniciamos as discussões sobre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de eletroquímica especificamente. Continuando então, a primeira coisa que eu gostaria de perguntar hoje para nós pensarmos é... enquanto professores nós temos diversas opções de materiais didáticos para utilizarmos no preparo e na execução das aulas e como nós estamos falando de eletroquímica, a identificação e a análise desses materiais com relação a estes conteúdos se torna muito importante. Então que queria saber de vocês quais os materiais didáticos que vocês conhecem para o ensino de eletroquímica e se vocês consideram esses materiais adequados para o ensino desses conteúdos.

[Thiago] – Eu vou começar. Eu conheço livros, tipo assim, tem os livros de ensino médio que é o que eu tive contato inicialmente, com esse tipo de material didático, fora os livros e apostilas, acho que de material didático de eletroquímica que eu tenho, eu uso aquele site de animações que chama phet lá... o Phet! Que é do instituto de educação da universidade do Colorado, não sei, eu não lembro... o site é phet e você digita animações no Google... aí tem algumas animações relacionadas, mas só.

[Michell] – Você lembra de qual parte do conteúdo de eletroquímica que são essas animações?

[Thiago] – Não! Eu lembro que estava relacionado à condutividade, porque tem umas simulações lá que você varia as concentrações saca, aí tem uma lampadazinha lá e a lâmpada fica mais ou menos acesa dependendo da concentração do sal. Essa é uma relação, mas isso no computador, pra gente usar lá, colocar no data show, pra gente explicar pros meninos. Mas a gente teria que dar uma olhada lá pra ver, mas geralmente eu gosto daquelas de forma geral, mas que eu já usei em sala de aula mesmo do phet não tinha a ver com eletroquímica né, que era só modelo atômico, polaridade e gases, que eu usei em sala de aula mesmo, eletroquímica

eu não cheguei a usar porque eu não dei aula de eletroquímica não, na escola que tinha o recurso de data show que eu poderia usar.

[Michell] – E quanto aos livros didáticos, que é o que você disse ter mais contato, e acho que é pra maioria, o que você acha de como esses conteúdos são abordados e trabalhados nos livros?

[Thiago] – Ta! Inicialmente, eu não gosto do modelo que é o mais padrão, tipo o do Usberco e Salvador, Feltre, saca? Que eu acho que é bem parecido...

[Carlos] – Tito e Canto.

[Thiago] - ... Tito e Canto, é, eu acho que é bem parecido mesmo e eu não gosto da forma como eles trazem. Quando eu vou trabalhar eletroquímica eu uso o livro do Mol, que é... eu esqueci o título do livro lá...

[Carlos] – Química e Sociedade.

[Thiago] – É, acho que é química e sociedade. E tem um outro livro de uma mulher que tá está sendo colocado agora nas escolas...

[Carlos] – Da Andrea Horta.

[Thiago] – Sim, da Horta. Da UFMG, fico entre Horta e Mol, eu gosto... mas eu fico ali sabe, não vou falar que eu goste mais de um do que de outro não. Eu uso eles como texto base, como um guia de idéias, como um “guide line” ali, mas o esquema eu desenvolvo na hora. Ah, e na última escola pública que eu dei aula lá no Juvenila, lá tinha o... montado no laboratório lá, tinha uns “experimentoszinhas” com a lâmpada, um circuitozinho montado pra você ligar na tomada, ligar na lâmpada e aí o circuito fica fechado pela solução e aí você mexia nessa solução da forma que você queria, jogava açúcar, daí você tirava aquela cubinha lá, lavava e jogava sal... Então, isso aí a gente chegou a fazer. Esse experimento. Eu considero um material didático, mas não pro ensino de eletroquímica, é mais pra soluções, de eletroquímica mesmo de fazer assim... mais nada.

[Carlos] – Eu acho que, não diferente do Thiago... livros, em que eu costumo me basear na preparação das aulas... Na preparação das aulas, às vezes, eu até gosto de usar o Usberco e Salvador, eu gosto de ler ele por causa de algumas coisas, mas como material mesmo pros meninos, eu acho que a forma como ele apresenta o conteúdo não é tão, assim, clara. Ele deixa um monte de lacunas em algumas coisas. Agora, outro artifício que eu uso, no momento eu não estou dando aula de eletroquímica, eu não peguei essa frente, mas numa escola que eu trabalhei, eu trabalhei eletrólise especificamente, somente a frente de eletrólise, eu usei um objeto de aprendizagem que eu mesmo criei. Então assim, depois até se você quiser ter acesso à isso eu te passo Michell.

[Thiago] – Tem que ser por email?

[Carlos] – Não, tem que ser por CD porque é grande. E assim, ficou legal sabe, ficou bem... umas “animaçõeszinhas” em que eu procurei tornar a coisa bem atrativa, é lógico que eu criei assim né... eu idealizei, a parte computacional não foi eu quem fiz não. Essa parte infelizmente eu ainda não domino não. E tem outros também, o RIVED tem sobre pilhas, que eu conheço e que é até legal, trabalha mais ou menos uma simulação da pilha recarregável, da pilha alcalina, da pilha comum, então é legal até pra mostrar pros meninos umas “animaçõeszinhas” das reações que acontecem nessas pilhas, e eu já usei numa aula.

[Michell] – O que você idealizou você focou em qual conteúdo, você lembra?

[Carlos] – Em eletrólise. Especificamente eletrólise.

[Thiago] – É tipo uma história? Ou é tipo um laboratório?

[Carlos] – Não, ele começa assim, você clica e aí tem uma parte histórica, das utilizações da eletrólise, de como é que surgiu, o que significa a palavra eletrólise... e depois na parte do experimento a gente faz uma simulação. Aí lá eu coloquei alguns sais e eletrólise aquosa. E a gente vê os produtos dessa eletrólise, vai vendo a formação desses produtos, um no cátodo, um no anodo, tem uma forma de modelos pra mostrar aquela questão dos íons, qual vai ter a maior facilidade de se descarregar, o ânion e o cátion que tem a maior facilidade de descarga. Aí depois de fazer o objeto eu vi que tem um certo obstáculo epistemológico, mas que

depende muito do professor né, então no caso, como eu que criei e eu que estou usando, eu já deixo claro pros meninos que é um modelo...

[Thiago] – Mas se você for disponibilizar você vai colocar um texto pra orientar o professor?

[Carlos] – Tem, tem um designer. Porque esse material foi criado aqui e a gente mandou agora, então não está disponível ainda na rede, ele vai estar disponível pelo MEC. Por isso que eu não divulgo tanto assim, porque até então eles tinham falado pra gente segurar um pouco, deixar que eles é que iam divulgar isso na rede. Mas pra mim... eu deixo isso pra eles lá, sempre vai estar disponível. Agora, onde eu trabalho hoje, se eu for trabalhar, por exemplo, a pilha, eu utilizaria uma aula prática, porque lá tem estrutura que eu poderia utilizar pra montar uma pilha, utilizar mesmo a parte de pilhas ou somente pros alunos reconhecerem as reações, se são espontâneas, se não são espontâneas, oxi-redução, quem reduz e quem oxida, como que forma quem... tem até aquele testezinho, mas no momento não tem nem previsão de que eu venha trabalhar esses conteúdos não, porque já dividiram o conteúdo pra esse ano, então só no ano que vem mesmo se a gente mudar.

[Bianca] – Eu vou falar, mas acho que eu não vou falar muito né. Eu nunca dei aula de eletroquímica, então eu não tenho muito contato com o material didático. Assim, só às vezes, em alguma disciplina da faculdade que pediu pra realizar alguma análise de material didático ou alguma coisa, aí sim eu dava uma olhada, às vezes eu dava uma folheada, ou se às vezes eu tinha alguma dúvida, aí eu pego o material de ensino médio pra dar uma olhada na parte de eletroquímica. Mas olhar ele pro ensino assim eu acho que eu não tenho condição de falar. Mas dos livros mais conhecidos, o do Usberco e Salvador, que todo mundo usa, às vezes eu peguei pra dar uma olhada a respeito da eletroquímica e eu acho assim, que tudo é muito... não sei se superficial seria a palavra, mas parece que... não sei, eu não usaria se eu tivesse que dar uma aula de eletroquímica eu não usaria esse material, eu procuraria um outro material ou usaria ele mas com outros recursos, como os meninos falaram, com animações, alguma coisa assim. Porque eu acho que esses livros são muito superficiais mesmo, pro ensino de eletroquímica, parece que não fica muito claro os conceitos, parece que é colocado mais com o intuito de os alunos memorizarem mesmo os conceitos, mas não explica realmente.

[Thiago] – Bianca, você acha que ele é raso, que não aprofunda no conteúdo, ou que ele não é claro, ou os dois?

[Bianca] – Eu acho que os dois. Porque assim, pra gente, com a visão que a gente tem, ele pode até ser claro, mas pra um aluno que vai ser iniciado na eletroquímica, que não sabe nada, aí eu acho que ele não é claro.

[Carlos] – Foi o que eu disse, concordo com ela plenamente.

[Bianca] – Acho que ele não é claro e não explica de forma satisfatória para o aluno.

[Michell] – E aí Luiz?

[Luiz] – Eu também, com o conteúdo, especificamente de eletroquímica, dentro de sala de aula, eu não me lembro de ter trabalhado, a não ser nas simulações de aulas que a gente tem aqui na universidade, de instrumentação...

[Thiago] – Ah, você já deu aula de eletroquímica em IECQ?

[Luiz] – Em IECQ e acho que em PEQ também. E em IECQ... eu acho que a questão da experimentação é uma alternativa bastante viável, porque é relativamente simples achar e montar alguns experimentos, que você possa trabalhar. Ou então montar uma pilha mesmo com aquele “esqueminha” que a gente utiliza mesmo, que a gente vê nos livros, não necessariamente a de Daniel né, porque a de Daniel se você for pensar, é com zinco e cobre, mas até com outros metais é um “esqueminha” relativamente simples de montar. Você precisa de um metal, de uma solução do sal daquele metal...

[Carlos] – Eu tenho vontade de fazer aquele esquema da pilha, da pilha mesmo, que derivou o nome da pilha.

[Luiz] – É, aí já é mais complicado, mas é

[Michell] – Mas também não é tão complicado.

[Luiz] – É mais complicado mas dá pra fazer.

[Michell] – Você encontra na literatura, na revista Química Nova na Escola você encontra um artigo que trata sobre experimentos alternativos de eletroquímica, muito interessante, e um dos experimentos que ele propõe é a montagem da pilha por empilhamento por empacotamento, que eles chamam. E quanto aos materiais que são usados, eu acho que são até mais fáceis de encontrar do que os materiais pra montar uma pilha como a de Daniel. Eu acho um pouco mais simples porque a ponte salina é feita de outra forma.

[Luiz] – Não, mas assim, quando eu propus um experimento o que eu fiz? Você tinha uma plaquinha de cobre, você pode usar um fio de cobre, eu não fiz especificamente a de Daniel, eu peguei um prego. Pega um fiozinho, conecta os dois, que é simples, você pega... essas placas de computador velhas, que não funcionam, você consegue pegar e desencapar o fio, pega um béquer grande, coloca a solução de zinco, ou de qualquer outra coisa, qualquer outro sal, e aí dentro... você coloca uma vela de filtro com solução de sulfato de cobre, que aí a própria vela já serve pra troca, então você consegue fazer... eu achei relativamente simples.

[Thiago] – Ágar-ágar também vende em qualquer farmácia.

[Luiz] – Eu acho relativamente simples. A facilidade que eu teria pra trabalhar, eu não me lembro trabalhado, seria pelo viés da experimentação mesmo.

[Thiago] – E com relação aos livros?

[Luiz] – Com livros didáticos, eu não tenho tanto conhecimento assim, pra dizer sobre esse conteúdo específico né, já que eu não trabalhei então eu não posso falar “ah, esse livro eu gosto da forma como ele trata”. O que acontece é que geralmente dentro de uma escola você já tem um livro escolhido, e é esse livro que é adotado. Então, se aquele livro não trata... você tem que procurar outros materiais que você possa fornecer para o aluno. Ou outros livros que tenha na biblioteca, ou textos, trazer textos, que é uma forma de você... ou a experimentação, como o Carlos falou, as simulações lá, os objetos de aprendizagem, mas isso aí eu acho que depende muito do que você tem lá pra trabalhar. E como eu não trabalhei especificamente

esse assunto eu não tenho como te dizer exatamente quais os materiais. Mas eu, o viés que utilizaria, provavelmente seria o da experimentação, eu acho mais visual.

[Michell] – Você falou uma coisa Thiago, com relação a facilidade de se comprar o ágar-ágar, realmente ele é fácil de se comprar, mas a confecção da ponte salina com o ágar-ágar pode ser um pouco mais complicada do que parece.

[Luiz] – Não, mas você não precisa de ágar-ágar. Um algodão serve. Você pega um tubo em U, enche com solução de cloreto de sódio, ou cloreto de potássio, põe um chumaço de algodão numa ponta e outro na outra, vira e coloca dentro, e funciona da mesma forma.

[Thiago] – Obrigado Luiz (risos).

[Michell] – Acho que a chance de funcionar melhor, sem dar erros, é maior utilizando o chumaço de algodão do que com ágar-ágar.

[Luiz] – Porque eu lembro que quando eu estudava na PUC, a gente montava as pilhas lá desse jeito, com algodão. Funciona, e você consegue fazer eletrólise lá e tudo... você monta facinho.

[Michell] – Eu disse isso porque tem um problema com relação a concentração do eletrólito na ponte-salina que pode gerar problema. Mas a gente vai voltar a falar disso mais adiante. Mesmo que vocês não tenham tido um contato muito profundo com o material didático de eletroquímica, meio que por costume, daquilo que nós já conhecemos, a gente sabe que os materiais didáticos não abordam da melhor forma que deveriam, ou que nós achamos que seja mais eficaz para o ensino e para a aprendizagem de determinados conteúdos. Então a próxima questão que eu coloco pra vocês é, pensando além do material didático, qual seria a melhor forma de se problematizar o ensino de eletroquímica?

[Thiago] – Problematizar?

[Michell] – Isso.

[Bianca] – Eu acredito que a melhor forma de problematizar é com a experimentação.

[Michell] – Pra deixar mais completa a minha colocação, qual seria a melhor forma de problematizar o ensino de eletroquímica nas escolas e quais as temáticas que seriam mais relevantes que poderiam favorecer essa problematização no ensino de eletroquímica.

[Bianca] – Problematizar eu acredito que com a experimentação mesmo, tipo, fazer um experimento que instigue os alunos a pensar “ah, mas por quê que isso ta acontecendo” e aí tentar buscar explicações, e eu acredito que os conceitos básicos de oxidação e redução, são bem simples de serem observados e você já abre um leque de discussão muito grande dentro do campo da eletroquímica.

[Luiz] – Eu acho que existem coisa do próprio dia-a-dia do aluno que pode ser utilizado, claro que eu não acredito que só isso, mas um conjunto de fatores que pode colaborar, por exemplo, a questão do descarte de pilhas. Daí você vem com o assunto da pilha recarregável, da pilha que não é recarregável, você consegue fazer essa diferenciação utilizando a questão da eletroquímica. Eu acho que é um viés porque todo mundo sabe que você não pode sair jogando pilha no lixo comum, mas nem todo mundo sabe o porquê disso. Outra coisa, todo mundo tem celular hoje, então porque a gente recarrega a bateria do celular, qual que é o mecanismo, e aí você poderia tratar a questão da eletrólise também. Eu acho assim, é um viés, claro que não pára por aí, mas uma primeira saída que eu encontraria seria essa.

[Carlos] – Ou até outros mais simples né, um Bombril enferrujando. Molha ele e deixa ali de um dia pro outro né.

[Bianca] – Eu só acho que usar a pilha, ou a questão da bateria de celular, acho que já começar disso talvez seja muito complicado. É muito complexo pra chegar... pra explicar todos os conceitos de eletroquímica até chegar nesse ponto, acho que já partir desse ponto talvez seja bem trabalhoso.

[Carlos] – Uma vez uma menina veio me perguntar uma coisa, ela me perguntou sobre a questão de jóias. Por que o ouro... ela tinha um brinco, e a bijuteria deixava tudo escuro assim na orelha dela, e por que se ela usasse um brinco de ouro não “empretejava”. Olha só cara...

isso numa aula, dentro desse contexto, se o aluno fizer uma pergunta dessa dentro da sua aula você tem toda uma problemática. Por que o ouro não oxida, e daí você vai definir o que é uma oxidação, e por que o ferro oxida tão facilmente? Então eu acho que é uma problematização tão simples pra eles, porque eles vêem, eles sabem que isso acontece, que você vai iniciar um assunto, e pra mim, eu acho um assunto relevante de ser trabalhado, uma reação de oxirredução, que é uma das reações que eles estudam e tentar compreender o porquê de algumas acontecerem espontaneamente e outras não. Isso já abre um leque pra depois você trabalhar potenciais, estudar outras coisas que também são importantes dentro desse contexto, e aí depois a gente explora outros fenômenos pra estudar outras coisas importantes, como as pilhas, a eletrólise, espontaneidade ou não. Tem um objeto de aprendizagem, lembrei aqui, os meninos que fizeram com a Rejane, sobre espontaneidade, eu te passo ele. Pô é muito legalzinho. Ele é tipo um joguinho. Tem um muleque numa balancinha lá assim ó, aí pergunta qual metal poderia ser usado pra cobrir essa corrente, pra ela não enferrujar. Ou, é muito legalzinho o joguinho. Lembrei aqui, eu nunca usei ele não, mas depois eu te passo. Aí eu acho que seria essa, a questão do Bombril e da oxidação de jóias. E isso foi uma aluna do primeiro ano que perguntou por curiosidade mesmo. E aí eu lembrei da pergunta dela.

[Luiz] – Uma outra questão que pode ser... é que eu não acho que seja tão viável... mas em cidades próximas ao mar, tem a questão da maresia também. Aqui talvez não seja tão viável porque, talvez, nem todo mundo conseguiu observar esse fenômeno, mas num local que seja possível observar, numa cidade praiana é uma forma... pra se falar disso também, o menino convive com isso aí e aí você pode problematizar facilmente.

[Thiago] – Acho que o pessoal colocou umas coisas muito gerais que poderiam ser utilizadas quase que para qualquer turma, qualquer escola e tudo mais. Eu acho assim, realmente os livros são menos completos do que a gente gostaria, porque a forma como eles abordam é um pouco diferente, e é a abordagem do conteúdo puramente exemplificando. Então o que a gente falou aqui, tem nos livros. Tem, se você for olhar tem lá no livro, mas é... a abordagem do livro é a abordagem do conteúdo só. Entende? Isso aí é colocado lá como um exemplo e não como forma de...

[Luiz] – Não como forma de problematização.

[Thiago] - ... de problematização, não é problematizado. Na Andrea, no livro da Horta é um pouco diferente, porque ela trabalha com temáticas. Por exemplo, a temática do lixo, aí na temática do lixo ela fala o porquê que você não pode jogar a bateria fora. Aí você vai falar do porquê de não se jogar a bateria fora, aí você fala de eletroquímica. Eu acho isso aí muito bom, eu acho que a gente pode partir nesse sentido. Então, inicialmente eu acho que a gente pode começar, conhecendo um pouco a turma né, por exemplo, se eu for dar aula de eletroquímica para um grupo de pescadores do Maranhão, lá tem rio e lá tem mar, porque que você pode usar essa tralha aqui no rio e não tem problema e se você for usar a mesma carretilha e a mesma tralha no mar ela vai enferrujar e estragar? Então, tipo assim, é um problema local massa. Então aqui em Uberlândia não tem como você falar disso. Mas você pode falar ainda de o por que você vai pescar lá e enferruja o anzol... o anzol não porque é aço inoxidável, mas o por que enferruja alguma coisa. Que são as reações eletroquímicas comuns. Eu acho que se a gente estudar um pouquinho e saber com o que a gente está trabalhando ali aí tem inúmeros eventos, porque a gente está cercado de fenômenos de oxi-redução o tempo todo né, então eu acho isso massa.

[Michell] – Eu acho que o maior problema desses materiais didáticos tradicionais é que, como o Thiago está falando, em qualquer um, mesmo, que a gente pegar e abrir, vai estar lá falando da corrosão dos metais, vai estar falando da maresia, sempre tem algo falando sobre o descarte das pilhas, a questão é que isso não é colocado como um problema, é apenas citado. Geralmente, vem nos inícios de capítulo “ah, no dia-a-dia a gente observa isso e isso e isso, e é por causa da eletroquímica” e acabou! E dali pra frente são fórmulas, são esquemas, são outras coisas. É tudo muito separado.

[Bianca] – O aluno nem consegue relacionar aquilo ali da eletroquímica com os exemplos né.

[Luiz] – E pede pra eles fazerem conta.

[Michell] – Depois que eu comecei a ler um pouco mais sobre materiais de eletroquímica, estudar um pouco mais de eletroquímica, realmente é pouco mais do que o que vocês sabem, pelo tempo que eu estudei, mas fica muito claro muitas coisas que dão pra ser abordadas na eletroquímica. Quando eu comecei a trabalhar na última escola que eu trabalhei no ano passado, as estruturas das cadeiras lá eram de metal... E eu precisava começar a trabalhar a

eletroquímica com uma turma, eu já comentei na primeira ou na nossa segunda reunião, não sei. Então, é uma discussão que a gente já teve em outros momentos, que é uma questão do professor conhecer sobre o que ele vai falar porque as situações pulam aos nossos olhos o tempo inteiro. Então eu vi que algumas mesas que estavam com a pintura descascada estavam totalmente avermelhadas, o ferro, e outras não. Então eu me lembro que eu devo ter entrado na sala, dito meu nome, bom dia, e depois feito essa pergunta, por que o metal dessas mesas que já estão descascadas está com essa cor enquanto que o metal coberto pela tinta vai estar bem mais claro caso a gente tire uma casquinha da tinta e observe

.

[Thiago] – Então você incentivou os meninos a tirarem a tinta das mesas? (risos)

[Luiz] – Incentivou o vandalismo! (risos)

[Michell] – Não porque eles mesmos perceberam que dentre as descascadas, algumas estavam mais deterioradas que outras. Então isso que o Thiago falou eu considero um fato importantíssimo, eu acho não é só a questão de saber qual o fenômeno que a gente pode usar, não simplesmente citar ele, mas usar ele como uma fonte problematizadora pra questão é outra coisa bem diferente.

[Thiago] – Tem um exemplo muito claro disso aí que eu percebi. Lá no Usberco e Salvador, tem um capítulo lá de química orgânica, aí tem um quadrinho lá, tipo, perto das nomenclaturas met, et, prop, but, que conta um pedaço minúsculo da história, é um parágrafo, que fala do Kekulé... quando ele fala que... foi Kekulé que propôs que o carbono era tetraédrico?

[Carlos] – Foi.

[Thiago] – Aí falava lá que outro professor falou que ele estava ficando maluco, que ele tava cavalgando num pégasus voador quando ele imaginou isso porque as pessoas imaginavam que o carbono fazia quadro ligações mas era num plano assim saca? E que as diferenças eram os planos sobrepostos, não conseguiam imaginar em 3D, e o livro conta isso aí num quadradinho minúsculo que quase ninguém lê. Eu falei, “olha que coisa mais rica, que coisa mais maravilhosa”. Aí eu fui pesquisar sobre isso aí, e realmente aconteceu, o cara era um editor da revista e ele colocou isso aí na revista, falando que o Kekulé tava maluco, tipo, um artigo pra

falar de outro artigo saca? Depois ele teve que pedir desculpas públicas pro cara, e ele teve que pedir do mesmo jeito, colocando lá as provas de que era tetraédrico, ele tem o experimento que provou isso, e o pessoal coloca assim. Igualzinho na eletroquímica. Então, às vezes, o quadrinho que eles colocam lá pra ocupar espaço ali no cantinho do livro, e que ninguém lê, é a parte mais legal, a mais emocionante, mais importante do capítulo inteiro. Você podia dar uma aula só em cima daquilo ali e o resto... é inútil. E outra coisa que eu acho que a gente tem que tomar muito cuidado também, eu particularmente tomo, tem muitas coisas nos livros tradicionais aí que são completamente desnecessárias. Quando a Bianca falou que eles são rasos, eu acho que eles até aprofundam de mais em coisas que não precisam enquanto em outros eles são rasos de mais sendo que eles poderiam tratar. Então eu acho que o maior pecado está na forma como ele trata, como ele quer trazer, do que no quanto ele trata. Um dos maiores pecados, esse é o primeiro. O segundo é esse “onde põe mais onde põe menos”. Ta sobrando muita coisa na eletroquímica que eu não acho muito necessário. Por exemplo, o cara tem que memorizar...

[Bianca] – As ordens de passos pra se balancear uma equação.

[Carlos] – A ordem de descarga.

[Thiago] – A ordem de descarga saca? As regrinhas, os “passo-a-passo” pra balancear uma equação eletroquímica que eu acho que não... acho que o cara tem que saber balancemanto, estequiometria? Acho interessante, acho muito bom. Mas o cara ter que ficar sabendo regrinha de ... nossa, pra quê? Eu contexto até o por quê de eles saberem N_{ox} , até acho interessante, mas o próprio conceito de N_{ox} já é um... um... como é que é aquele nome daquele negócio que a gente fala muito lá no laboratório? “Le acoxanbration!” O próprio conceito já é meio “acoxanbrado”, porque depois você começa a ver o N_{ox} do carbono que o cara relacionava com carga, e aí o carbono não tem carga...

[Luiz] – N_{ox} é um trem que não existe na verdade né (risos).

[Thiago] – É vamos ser sinceros, N_{ox} e orbital vazio pra mim é a mesma coisa, porque como é que tem um orbital vazio? Orbital só existe porque tem elétron, porque ele vai ficar naquela região do espaço, se eu não tenho elétron, não tenho orbital! Orbital vazio é só uma forma de

você falar que o átomo ta apto a receber um elétron pra abaixar a energia total do sistema. É uma série de coisas que a gente vai criando pra tentar facilitar, o caso do N_{ox} é esse, ele foi criado pra tentar facilitar e acaba atrapalhando o esquema.

[Bianca] – É verdade. Só que infelizmente essas coisas que a gente acha que é superficial e banal são as coisas que mais são cobradas nos vestibulares, que os alunos querem saber aquilo decorado pra poder fazer a prova. Então, às vezes, não adianta fugir disso e não adianta... “ah, é o melhor livro de didática, todo problematizado”, e aí não traz nada disso. O aluno está estudando isso, ta sabendo disso e cai isso, e ele pega uma equação horrorosa pra balancear.

[Thiago] – Concordo com você, total! Quer um exemplo? Pega esse último vestibular de química da UFU aqui.

[Bianca] – Eu acredito que eles estão até tentando mudar isso.

[Thiago] – Ah Bianca, tem muita “treta” aí, muita coisa complicada saca? Que não precisava ter, mas que os professores daqui fazem questão de ter, e os professores daqui estão desvinculados de como é o ensino lá fora, da forma como tem que ser e aí o esquema vem fudido. Concordo com você. Mas no ENEM já vem um pouco diferente, tem um pouco disso aí mas é bem menos.

[Michell] – São dois problemas enormes e diferentes. Que são o modo como é cobrado e o que seria o realmente necessário de se ensinar na escola. Lembram do que nós falamos na outra reunião sobre os discursos? Do por que se ensinar eletroquímica dentro da escola? Pode ser um discurso que ele vá usar, mas é uma concepção que vai variar de professor pra professor. Pode ser que o Luiz, por exemplo, não ache importante se ensinar eletroquímica e aí ele tira a eletroquímica e no processo seletivo é cobrado, e ainda da forma que a gente sabe que é, que é na base da “decoreba” na maioria dos casos. São dois problemas complicados.

[Carlos] – Caiu uma questão na segunda fase aqui da UFU, que o aluno tinha que saber a reação da hidroxila reduzindo. Saber decorado se não o aluno não fazia a questão. Porque colocaram uma imagem lá com dois tubinhos dentro de um recipiente com um pouco de água e aí tem dois espaços, tem o espaço maior e o espaço menor. Aí eles queriam saber qual dos

dois lados estava o gás oxigênio e em qual estava o gás hidrogênio. Mas não deu nada, não deu nem uma semi-reação nem nada, o menino tinha que saber as semi-reações todas decorado.

[Thiago] – Isso é treta! Isso é treta! O cara saber o que é uma semi-reação, ele compreender uma semi-reação, o cara interpretar uma semi-reação... isso são coisas...

[Luiz] – Válidas!

[Thiago] – ...válidas, saca? Ele não precisa...

[Bianca] - Decorar aquilo.

[Carlos] – Trabalhar com essas semi-reações.

[Thiago] – Meu Deus! Aquilo que se ensina em eletroquímica, o balanceamento por oxidação-redução... o cara saber estequiometria... ele saber o que significa dois pra um, o que significa essa proporção, o que essa proporção tem a ver com a própria reação... porque quando você coloca lá dois e um, a proporção é dois pra um, mas as quantidades molares que vão reagir são totalmente diferentes, e o cara relaciona com aquilo ali, e ele acha que se não tiver dois mols daquilo e um mol daquilo não reage... aí é o tipo de coisa, o cara aprende o “decoreba” lá, aprende umas regras lá, e aprende a balancear qualquer reação. Tem a regra do macho... vocês conhecem? Primeiro balanceia os metais, depois os ametais, depois carbono, hidrogênio e oxigênio.

[Michell] – Essa é nova pra mim! Esse macete eu não sabia não! (risos)

[Luiz] – Num sabia disso não? (risos)

[Carlos] – Não sabia com esse nome de “macho” não.

[Bianca] – Não sabia com esse nome.

[Thiago] – Então ele aprende os macetes e balanceia qualquer equação. Ele sabe balancear? Sabe! Mas fala pra ele, vamos falar de reagente limitante, vamos falar de reagentes em excesso e limitante, é o que mais ferra gente, porque o cara não sabe interpretar, o cara não sabe entender.

[Luiz] – Se você fala que a proporção é dois pra um e aí coloca três pra um, o cara fala que não vai reagir.

[Thiago] – É... ou ele fala que... ah, vai virar uma meleca na cabeça dele! Porque ele não sabe interpretar proporção pra quantidade. Porque tipo assim, quantidades, eu tenho três mols para um mol, certo? São duas quantidades. E aí pode ser seis mols pra três mols, e a proporção continua sendo dois pra um, entende. Então é muita coisa que está envolvida. E aí eu acho que esse tipo de questão aí é já é exagerado saca? O cara saber todas as semi-reações!

[Michell] – Você ia falar alguma coisa Bianca?

[Bianca] – Não, o que eu ia falar acho que não ia acrescentar muito nesse conteúdo, mas esse negócio aí com relação a estequiometria, se é dois pra um, e aí, por exemplo, colocar três pra um ali onde é dois, aí eles acham que não vai reagir...

[Thiago] – Não, se colocar um é que eles falam que não vai. Porque aí é menor saca? Então não vai ter reação não.

[Bianca] – Porque os alunos, eles vêem a reação como acontecendo cem por cento né, que não vai sobrar nada ali dos reagentes, ou então vai transformar tudo em produtos...

[Luiz] – E que reagente ta de cá, e produto ta de lá! (risos)

[Bianca] – Ou então que esses aqui vão tudo sumir e virar outro. Isso daí é muito difícil. Por na cabeça dos alunos que nem tudo é cem por cento, que na reação sobra um pouquinho...

[Michell] – Acho que o cuidado do professor na fala, só o cuidado do professor na fala já é uma coisa que sanaria boa parte desses problemas de má interpretação. Eu passei por uma situação muito complicada numa escola que eu trabalhei agora. A professora já estava

faltando muito às aulas, então o aprendizado dos conteúdos nas turmas estava bem complicado, não tinha nota nenhuma lançada no diário, e aí eu cheguei lá no final do bimestre pra avaliar a nota referente a todo bimestre, em uma turma que eu não conhecia, não sabia quais conteúdos que eles viram, não sabia como ela tinha trabalhado esses conteúdos... E aí uma aluna me mostrou uma questão no caderno dela, que tinha uma equação química representada... e a professora tinha pedido para eles interpretarem a equação. E era um exercício resolvido, a professora passou e resolveu. Aí tinha lá, o nome da substância que reage com outra substância produzindo tal nova substância mais outra nova substância. E a aluna não entendia o que estava escrito. Ela olhava pra equação química, via os nomes das substâncias, lia que estavam reagindo uma com a outra e ela não entendia o conceito de reação química. Então eu acho que o cuidado, às vezes, na hora da fala, da explicação, já solucionaria alguns desses tipos de problema.

[Thiago] – Aí ganha quem fala mais devagar né! (risos)

[Michell] – Ou não!

[Luiz] – Ou quem fala mais claro.

[Thiago] – Mas é que aí dá tempo de pensar.

[Michell] – E aí entra outra questão que é a dificuldade dos conteúdos. E minha próxima pergunta é exatamente sobre isso. Como vocês consideram os conteúdos que eletroquímica com relação a complexidade e por que?

[Carlos] – Pra se ensinar ou pra aprender.

[Michell] – Ambos.

[Thiago] – Eu não acho fácil. Mas eu não acho também que seja o mais difícil na química. Eu acho que os conteúdos mais difíceis da química são, modelo atômico, pra mim é uns dos mais difíceis de ensinar, minha opinião. Eu tenho dificuldade, falando sério. Modelo atômico, conceito de átomo... os conceitos básicos da química pra mim são todos os mais complicados.

Sem brincadeira. Reação química, dar o conceito de reação, de transformação, porque pra mim tinha que vir atrelado aos modelos cinéticos, saca? Aí você tem que compreender um pouco de gases, mas pra você compreender um pouco de gases você tem que compreender um pouco de modelo atômico... Eu acho a organização disso aí o “creu do ...” ah, eu acho muito difícil. Porque se você for colocar da forma como está a gente já sabe que não funciona. A gente já sabe, tudo mundo sabe, que da forma padrão não funciona! Mas outra forma nova pra ser colocada... tá tendo as pesquisas aí pra gente entender, já tem algumas formas que são melhores que a padrão, mas pra mim não é o suficiente.

[Bianca] – Essa forma que você fala, é a organização do livro didático, por exemplo?

[Thiago] – Também, mas depende também da forma que você expõe os conteúdos seus. Suponhamos que eu vou começar química, vou dar a primeira aula de química na vida do cara, o que eu vou falar? Que é no primeiro ano, porque tem o nono ano mais ou menos, mas é bem assim, mais ou menos mesmo.

[Carlos] – O nono ano é na verdade um resumo absurdo de tudo que você vai ver no ensino médio. Escolas particulares hoje tem isso, você fala até de química orgânica pro menino no nono ano.

[Michell] – E isso que o Thiago falou, na maioria dos casos, está atrelado com o que a Bianca falou, com a estrutura do livro didático. Porque a maioria dos professores dá aula do jeito que o livro didático traz. Então se uma das primeiras coisas do livro é o modelo atômico, vamos ensinar modelo atômico. O conceito mais abstrato, o mais complicado, concordo com você Thiago, eu também acho isso, um dos conceitos mais complicados pra você convencer o aluno de que aquilo ali existe. E é uma das primeiras coisas de química que ele vai aprender na escola.

[Thiago] – Tem um menino que eu converso, ele é meu amigo, conheci ele na escola lá, e ele conversa muito devagar e ele tem uma cara de... sabe, uma cara que você olha e pensa “nó, mas ele não tá pensando nada!”. E é o contrário, ele pensa muita coisa. Aí ele virou pra mim e falou assim “Thiago, você tá falando pra mim que essa parede aqui ó, é feita de átomos, não é não fi... se você pegar ela, quebrar um pedaço, pegar uma marreta e macetar macetar macetar,

colocar num liquidificador...” ele falou um milhão de coisas saca? “ Se eu explodir o pozinho depois, se eu... não vai adiantar nada cara, o máximo que eu vou chegar é num pozinho que eu consigo ver no microscópio, então esse trem de átomo é furada!” Aí a gente tava numa roda de amigos e um outro virou e falou assim “larga de ser burro” e queria começar a zuar o outro, e eu falei “não não não cara, isso aqui foi a coisa mais inteligente que eu escutei essa semana” e aí eu comecei a explicar em cima disso. Então eu achei muito massa saca, e a gente tava numa roda de amigos, jogando vídeo game, porque se eu fosse normal eu ia ta bebendo cerveja! (risos) Mas eu achei muito massa isso aí, e eu acho que é aí que começa a dificuldade da eletroquímica. Porque a eletroquímica, ela se baseia em conceitos que são extremamente complexos de serem dados, porque se eu falei que é difícil você entender reação, você entender transformação química, você entender rearranjo de átomos através de quebra e formação de ligação... você entender transporte de elétron?

[Carlos] – O que é elétron cara? (risos)

[Thiago] – Você falar em quem perde e quem ganha elétron, sendo que você deixou bem claro que é tudo um emaranhado de matéria completamente “desordenada”, porque é muito difícil de você ver ordem, e aí você falar que esse cara aqui ta com um elétron a mais que esse, e ponto! “Ah professor, mas e os outros que estão em volta?” Não! Então, tipo assim, esse elétron ele entra? Ele sai? Quanto tempo ele ta lá? Quanto tempo ele fica lá? Então o cara ganhou acabou? O “Na” é “+” e ponto! Onde ele estiver no universo ele vai ser Na^+ ! Por que ele vai ser Na^+ ? Por que ele não pode receber e depois doar? Por quanto tempo? Porque isso aí, a gente ensina pros cara como se fosse um monte de foto saca? É atemporal o ensino de química! A única idéia de tempo que você tem relacionado a reação é o fator cinético lá mas é muito macroscópico sabe, quanto tempo demora pra uma aspirina dissolver? Quanto tempo demora pro prego “coisar”? Mas os fenômenos da forma que acontecem... muito difícil você falar! Falar de trânsito de elétron? Falar de polarização? Você não vai falar de polarização, mas você tem que representar aquilo de alguma forma. E você vai criar uma idéia entende, e essa idéia, ela tem que ser fiel, mas ele não pode gerar uma idéia errada no futuro. Porque assim, ela tem que ser fiel porque se o cara quiser estudar aquilo ali lá na frente, a idéia que ele já teve não encontra o que ele compreende. Porque é o que acontece comigo. Hoje eu estudo química teórica, e esse negócio de falar “o elétron é seu” e ponto, ou “o elétron é meu, eu perdi acabou”, quando você coloca tempo... isso não existe! Porque o elétron, tipo assim...

eu to mais positivo mas é por questão de fenton segundo ali ó, segundo atrás de segundo. Eu posso perder, posso ganhar elétron, o cara vem e me polariza, aí a energia aumenta, aí eu saio pra... Então, tipo assim... tudo bem, o que eu aprendi vai um pouco contra isso, mas tem que ver até onde vai contra, porque... por isso que eu acho difícil, por isso que eu acho complexo. Se fosse ensinar da forma como é, da forma como ta sendo o padrão, não é difícil! De forma nenhuma! To falando sério! Umas regrinhas que você passar... CRAO, calcular N_{ox} , o N_{ox} aumenta é isso, o N_{ox} diminuir é aquilo... acabou! Nesse sentido seria fácil. Mas só de você falar N_{ox} você já ta falando do conceito de N_{ox} . N_{ox} que o cara viu há um tempo, e como o cara viu? Por isso que eu acho difícil. Acho que o ensino de eletroquímica é complicadíssimo por estar baseado numa série de conceitos que são difíceis de ser abordados.

[Michell] – Mais alguém quer acrescentar alguma coisa?

[Bianca] – Acho que o Thiago falou muito bem...

[Carlos] – Falou tudo!

[Luiz] – Eu, particularmente, tenho dificuldade com esse assunto...

[Michell] – Acho que o Thiago colocou as cabeças de nós quatro rodando violentamente agora né!

[Bianca] – (risos) É, eu to aqui viajando.

[Michell] – Essa questão do “atemporal” foi pesada, foi boa!

[Luiz] – Se você não tem os conceitos básicos lá, como é que você vai compreender os outros, não adianta, se você não entende nem lá a base!

[Thiago] – Por isso que eu falo, a química orgânica é mais fácil que a eletroquímica porque se baseia em menos conceitos do que a eletroquímica. Porque a química orgânica da forma como ela é apresentada, ela é descritiva. Ela descreve diferentes funções e mais ou menos como elas

se comportam saca? Mas a eletroquímica que é extremamente específica para os fenômenos de transferência de elétrons... muito difícil cara! Muito complexo.

[Michell] – Se já é complicado pra gente tentar pensar no átomo, imagina nas partículas sub-atômicas.

[Carlos] – E agora chegou mais uma né, o bóson de Higgs. Um menino levantou o dedo na minha aula e falou assim “professor, eu vi lá que aquele negócio que tá lá na França, e que pega a França e num sei mais o que... eu tava vendo lá, bate um próton no outro assim... como é que é o nome daquele negócio?” aí eu falei, pronto! (risos)

[Luiz] – Mas eu acho que assim, hoje em dia, dificulta e facilita esse acesso a informação muito grande. Vai te dificultar num ponto porque o seu aluno tá tendo acesso a informação, então ele vai perguntar, porque todo jornal aí tá falando de bóson de Higgs, e o que é isso? Rede social e tudo... facilita porque você também começa a ter acesso pra procurar!

[Michell] – Sabe o que eu achei interessante? Eu estava revisitando a gravação do nosso primeiro encontro, e tem duas partes da nossa discussão que eu vi muito presente nessa semana que nós estamos agora. Uma é sobre algo que nós falamos aqui hoje, que foi numa fala do Carlos em que ele disse “eu entrei na faculdade achando que ia ver um átomo” quanto mais as partículas sub-atômicas. E a outra foi numa fala do Thiago, em que ele disse que... quanto a gente estava numa discussão muito densa e muito ampla, e acabamos esbarrando na questão da religiosidade e de Deus, e o Thiago falou uma frase muito interessante, e que eu acredito e vi claramente essa semana de novo, inclusive publiquei também nas redes sociais... o Thiago disse o seguinte “quanto mais eu vejo a ciência avançando, mais certeza eu tenho da existência de Deus”. Porque depois que saiu essa notícia, e como o Carlos está falando, talvez até meninos que nem gostam de química virão aquilo, passou no jornal, aí a gente vê um negócio daquele tamanho, com aquela tecnologia, com bilhões e bilhões de ... sei lá quanto de dinheiro investido, pesquisadores que estudaram a vida inteira, morreram e depois vieram outros pra continuar, pra chegar naquilo ali. E o que existia antes então que essa partícula existia? Quem fez essa tal partícula? Se deu tanto trabalho pra fazer ela agora, como é que ela foi feita antes? Estou falando só porque é algo que eu achei interessante, que eu vi naquela nossa conversa, e aí com esse assunto nessa semana, pra mim ficou muito forte.

[Thiago] – Massa. Mas eu acho que a dificuldade da eletroquímica é muita! Não tá exatamente na eletroquímica, por quê? Porque se a gente conseguisse, supondo o ideal, trabalhar os conceitos que são necessários pra eletroquímica, que eu acho que são, átomo, elétron, eletrosfera, reação química... a eletroquímica inteira se você quiser basear em reação, cê tá é doido, precisa! Como é que você vai falar de processos de oxidação e redução, que é uma classe de reações diferentes... se a gente conseguisse trabalhar todos esses conceitos necessários, que eu nem nomeei todos eles todos aqui, porque na hora que a gente vai trabalhando é que a gente percebe que eles vão aparecendo, mas acho que os principais são esses aí... eu acho que eletroquímica ia ser uma consequência, ia ser algo esperado.

[Luiz] – Talvez, não esperado, mas muito mais palpável.

[Thiago] – Mas é isso mesmo, mais palpável. Porque se você falou que um elétron pode sofrer atração pelo núcleo de outro átomo também, ele pode fazer parte da eletrosfera do outro átomo também, acabou! Aí ele vai falar “aaaaaaaah” que é o famoso “ah” que me deixa feliz, porque aí eu sei que ele sacou. “Ah então quer dizer que um átomo pode “pegar” um elétron, e ele pode fazer parte da eletrosfera do outro com maior probabilidade do que dele”... aí ele vai entender eletroafinidade, que ele devia ter entendido há mil anos, que é outro conceito que eu acho complicadíssimo, eletronegatividade, eletroafinidade, que é um trem que a gente fala...

[Luiz] – A gente fala... a gente fala!

[Thiago] – A gente fala e o cara coloca aquilo ali extremamente humanizado, entende? “Não, eu tenho afinidade por uma “mina” então o fulano tem afinidade por elétron”. Então o fulano quer elétron, o flúor quer elétron...

[Michell] – É o cuidado na fala!

[Thiago] – É o cuidado na fala, tudo bem, mas falar diferente é foda!

[Michell] – É como o Carlos falou também, porque o jeito mais simples pra você tentar mostrar pro aluno como que acontece a diferença de eletronegatividade, como você

conseguiria mostrar a variação de eletronegatividade... é o que a gente faz, da esquerda pra direita e de baixo pra cima! É difícil fugir disso.

[Carlos] – Você tenta pensar. Eu tentei fazer isso gente. Eu tava trabalhando com a tabela periódica, entrando em propriedades, pra ver se os meninos enxergavam, “vamos tentar discutir”. Eu gastei duas aulas pra falar de energia de ionização, e usando modelos, por quê? Fazer eles entenderem aqueles modelos, e a gente entender aquela porcaria... não vai!

[Thiago] – Eu falo uma coisa pra vocês, com a experiência que eu tenho de sala de aula, que eu já tive e que eu tenho. Tem umas perguntas dos meninos que são coisas, que dá vontade de parar a aula e falar “não, espera aí que eu vou aí te dar um abraço e depois a gente continua”. Teve um menino uma vez que me perguntou “professor o carbono é tetraédrico num é?” é ué! “O carbono faz quatro ligações não faz?” Faz! Aí ele falou assim, “então ele se liga com quatro outros átomos né?” Aí eu falei, “é isso aí cara”. Aí ele falou “então ta professor, no diamante também?” Eu falei “também”. Daí ele falou assim “mas e os átomos da berada?”. Cara na hora que ele falou isso eu até encolhi assim! Falei “cara, que filho da mãe!”.

[Luiz] – Como que eu vou explicar isso né (risos)!

[Thiago] – Eu consegui na hora lá, não foi uma boa explicação, mas foi razoável. Eu expliquei sobre célula unitária lá porque eu tinha perguntado pra uma amiga sobre cristalografia, e aí eu expliquei sobre célula unitária e que elas se repetem. Mas nem é bem assim, porque até na célula unitária falta valência. Aí foi onde veio outra pergunta, depois de várias semanas... porque se nós somos feitos de átomos, e as eletrosferas e tal, então eu não encosto um no outro. Por exemplo, o Carlos não consegue encostar em mim, as eletrosferas que encostam. Então tipo assim, como é que é, as eletrosferas estão “relando”? Não pode passar elétron meu pra ele? Isso é transflusão de energia que eles falam? De energia boa e energia ruim? Elétron bom e elétron ruim? Que isso? É muito foda isso aí cara, é um trem que a gente não tem condição nenhuma de saber. E se eu tiver encostando no Luiz aqui, vai ter transferência de elétron ou não? E se eu não tiver?

[Carlos] – E por que quando eu encosto no Thiago eu tomo um choque?

[Thiago] – Isso aí já é eletrostática, que também é treta!

[Michell] – E aí gente, alguém mais quer falar sobre a complexidade da eletroquímica?

[Bianca] – Em relação a complexidade de se ensinar eletroquímica eu acredito que o Thiago já colocou muito bem, a questão de que é muito difícil trabalhar os conceitos iniciais de eletroquímica, ou de química em geral né, a questão de átomos, de reação e tudo mais, trabalhar isso de forma, realmente, pra não deixar dúvida, dúvida sempre vai ficar né, mas que realmente eles aprendam o suficiente de forma clara pra dar base pra ensinar eletroquímica. Isso realmente é difícil, até porque às vezes, você pega uma turma que já aprendeu tudo isso aí e na verdade não aprendeu. Mas eu acredito que também que a nossa formação de professor, pra ensinar eletroquímica, é muito falha. Eu acredito que na faculdade a gente não tem base também...

[Michell] – Bianca, desculpa, mas eu vou pedir pra você segurar essa fala só um pouquinho, porque nós vamos entrar nessa discussão agora mesmo. Eu queria só colocar uma outra questão antes dessa...

[Thiago] – Ah, deixa só eu colocar uma parada, porque voltando pra real, porque essa era a linha de raciocínio que eu perdi, eu perco o meu próprio raciocínio. Eu tava falando de uma situação hipotética e a próxima coisa que eu ia falar é de uma situação real saca? Na situação hipotética então seria todo mundo saber, então eu acho que seria tranquilo. Agora na situação real, no que ocorre mesmo, nas aulas de eletroquímica que eu tive que dar no colegial e no cursinho. São diferentes, mas de base muito próxima. Eu acho que é o seguinte, é muito difícil pro menino, muito difícil pro cara, porque o cara já tem tantas concepções alternativas em cima daquilo que ele tá aprendendo, sabe, que a gente não consegue prever o quê que ele vai entender daquilo que você tá falando. Porque na individualidade do cara, gente, o professor falou uma coisa, o professor falou “A”, ele quis falar “A”... o aluno um entendeu “B”, o aluno dois entendeu “C”, quando eu precisar lá na frente, quando eu precisar do conceito “A” lá na frente que era o que o professor queria ter falado... então ele vai montar lá na frente o conceito de transferência de elétron, de oxidação, de redução, um vai montar em cima do “B” que é o conceito dele, o outro vai montar em cima do conceito “C” que é o dele e eu não tenho nem idéia do quê eles geraram, eles vão gerar uma nova coisa que é uma idéia “X”, uma idéia “Y”,

que a gente não entende. Por isso que eu acho complexo. E outra, eu acho que isso aí o cara leva pro túmulo, porque essa concepção final que ele teve aí, ela vai ser suficiente pra ele passar no vestibular porque foi pra isso que ele foi treinado. E aí ele vai levar essa concepção pro túmulo ou ele faz o curso de química e descobre que não dá pra ver o átomo né? Porque pensa se você (Carlos) fosse fazer filosofia véi...não filosofia não porque você ia refletir, mas pensa se você fosse fazer enfermagem, história, letras... ele ia morrer achando que o pessoal do curso de química vê o átomo véi.

[Carlos] – Eu ia. Ia pensar “nó, ali naquele instituto ali o povo deve ta vendo átomo”!

[Thiago] – E é o que acontece. Às vezes você ta numa festa e aí chega um cara da história e você fala que faz química e o cara fala “nóoooo”... naquele momento acho que passa um milhão de coisas que ele acha que nós podemos ter feito, por exemplo.

[Luiz] – Do mesmo jeito que em outros cursos a gente vai olhar o cara e vai...

[Thiago] – Não, eu sei, é um problema educacional mesmo, que a gente não sabe como a pessoa aprende e é por isso que a gente não sabe ensinar, porque o processo de ensino e aprendizagem é o “coisa de Deus” entendeu? Só Ele que entende. (risos) To zuando. Eu acho que a gente ta tentando compreender esses processos. No momento como está, eu acho difícil por causa disso, porém, a fala do professor, o discurso do professor ao falar de eletroquímica, pode ser um discurso que sobreponha essas concepções e chegue aonde o cara quer chegar, porém, muito difícil, muito complexo, e, com certeza, muito demorado. Se a gente for falar em tempo de aula, aí já é outro esquema, porque, por exemplo, eu falo pra vocês, na boa, eu dei aula, dei eletroquímica inteira em duas aulas, de boa, do jeito que é no cursinho, duas aulas com tranquilidade, muitas regrinhas, algumas piadinhas, umas cantadinhas, umas musiquinhas... acabou! Em duas aulas eu dou eletroquímica. Se eu fosse dar eletroquímica da forma como eu gostaria de dar, numa escola que eu poderia ter liberdade pra dar, em duas aulas eu falaria do tema introdutório.

[Bianca] – Você ficava um ano inteiro com isso daí.

[Thiago] – Não, um ano inteiro não Bianca, mas eu boto uns três meses aí de boa, pra falar de processos de oxidação e redução, uma três meses assim, doze aulas. Eu chutaria por ai, umas doze aulas, pra falar de processos de oxidação e redução de uma forma que o cara fala “Nossa!”... ele ia entrar num curso de química e não se frustrar em nenhuma disciplina que cai isso aí. Ele ia olhar o mundo e ver de uma forma diferente. Acho que umas dez aulas aí... eu boto fé!

[Carlos] – Eu tenho orgulho de ser seu amigo Thiago!

[Thiago] – Ah pára velho... (risos) vamos voltar pra pergunta aí então!

[Michell] – Quando eu tentei começar a trabalhar deposição metálica, pra entrar em eletroquímica, eu precisei de oito aulas.

[Thiago] – Ta vendo? É isso aí!

[Michell] – Oito aulas pra tentar consolidar o que era deposição metálica. E infelizmente acabou o ano e eu não consegui fechar ainda da forma como eu queria. Então é tempo de mais.

[Thiago] – Isso aí tinha que ser numa situação ideal, que o professor trabalha de manha e de tarde, tem tempo pra trabalhar...

[Carlos] – O professor que trabalha comigo lá, em eletroquímica, um dia ele veio conversar comigo e falou assim “Carlos, eu vou levar os meninos lá pro laboratório pra mostrar pros meninos corrente alternada”.

[Thiago] – Nó!

[Carlos] – Ele ia discutir com os meninos sobre corrente alternada. Pra ele começar a falar de eletrólise. Ou eu pensei comigo assim “eu queria ser um mosquito pra entrar na aula desse cara pra ver a aula desse cara”. E eu falei pra ele “na próxima vez que você for fazer isso, me chame que eu quero participar dessa aula, você deixa?” Lógico! Queria, porque ele é um cara

muito experiente, ele é muito experiente, e eu queria ver aonde que ele ia enfiar essa danada dessa corrente alternada (risos).

[Thiago] – Cara, eu to te falando, se você quiser criar regrinha pra sacar isso aí é muito tranquilo de você saber sabe. Você pode chegar na sala de aula e falar...

[Carlos] – Mas o negócio é isso cara, eu conversei com os alunos. Ele não trabalhou regrinhas, eu conheço a apostila e ele tem que seguir o material. Ele quis, cara, levar os meninos à investigar por que se alternar a corrente ali altera... sabe? Eu queria ver aonde que ele ta entrando falando nesse negócio.

[Thiago] – O que eu imagino né, porque também eu não tava na aula do cara né. Quando eu dei a mesma aula de eletroquímica no colegial eu não tinha, eu não precisava trabalhar isso em duas aulas, poderia ser mais, então eu acho que tinha umas seis, não lembro. Era um tanto assim porque eu dava duas aulas na turma, por dia, por semana, então eu tinha duas aulas na turma na semana e eu tinha um mês pra dar aula, do que tinha que dar no bimestre, então eu dava umas oito aulas, um tanto assim. Aí eu falei “nó beleza, agora vai dar pra trabalhar bem melhor”. Aí já fluía de uma forma mais tranquila e menos decoreba, e menos regras. O problema foi, eu dei eletroquímica na forma como eu gostaria em seis aulas, que não foi da forma como eu gostaria, e em duas aulas eu passei as regras que eles precisavam saber pra passar no vestibular.

[Bianca] – Infelizmente essa é a realidade.

[Thiago] – Foi isso.

[Bianca] – Acredito que por mais que você trabalhe, por mais que você pense, problematize, esquematiza tudo muito legal pra você dar um contexto de eletroquímica da melhor forma possível, você ainda nunca vai conseguir, nunca vai fechar do jeito que você quer, pela questão do tempo, você é cobrado, tem os outros conteúdos ali esperando, “ai professor mas na outra turma tal, a minha colega de outra escola já terminou o capítulo tal e essa professora ainda não terminou esse, então essa professora é pior”.

[Thiago] – E se tiver duas turmas de primeiro ano e um professor de química em cada? Aí meu amigo, aí é “fuuuuuuu” total cara!

[Bianca] – Se a gente for pensar na realidade mesmo é muito complexo trabalhar com isso.

[Thiago] – É muito complexo química, e eletroquímica é mais ainda.

[Bianca] – Aí, por fim, os professores se rendem as regrinhas e às fórmulas né!

[Michell] – Então pra gente fechar o nosso encontro de hoje, porque eu prometi que nós não iríamos extrapolar o tempo que combinamos, e que é uma questão relacionada com a fala da Bianca de anteriormente. Nós passamos pelo ensino médio, passamos por um curso de química em ensino superior e o que a Bianca falou é verdade, e é o que eu coloco pra vocês agora. No que a formação de vocês em nível superior impactou o seu aprendizado de eletroquímica e por que?

[Thiago] – (risos)

[Bianca] – Então, eu comecei, eu vou falar. A nossa turma não teve nenhuma matéria específica pra ensinar eletroquímica, às vezes em físico-química entrava alguma coisa assim, um pouquinho dos conceitos de eletroquímica. Eu considero que o que eu aprendi de eletroquímica é o nível de ensino médio. É o que eu vi no ensino médio, e aqui, às vezes, no ensino superior eu precisava de algum conceito, de alguma coisa, eu revisava ali nos livros, dava uma olhada, mas falar que eu entendi realmente, que eu aprendi isso no curso superior, eu acho que não. Se eu aprendi alguma coisa, foi às vezes quando eu procurei por fora e tal. A eletroquímica, eu acho que é uma parte que ficou muito falha na minha formação de química...

[Thiago] – E radioquímica? (risos) To zuando, dexe pra lá! (risos)

[Bianca] – É são várias, mas essa é uma que eu sinto que ficou muito falha. Eu não tenho muita segurança na parte de eletroquímica. Pra ensinar eletroquímica, se eu pegasse uma turma e tivesse que dar eletroquímica, eu acho que eu teria que estudar muito. Eu fico muito

insegura, tanto que quando você Michell, me convidou pra participar eu pensei “ferrou, eu não sei nada de eletroquímica como é que eu vou discutir lá, se eu não aprendi como é que eu vou falar, como eu vou ensinar uma coisa que eu não aprendi direito?”. Eu acho isso, e é muito complicado, muito complexo. Se no nível do ensino médio os alunos vão aprender ali o básico das pilhas e aí, às vezes, pode chegar com uma pergunta “ah, mas e essas pilhas que a gente vê, e baterias de celular, de notebook, como funciona?”, isso nem no nível superior eu aprendi, e pra eu aprender eu teria que procurar, correr atrás pra aprender. Mas no nível superior eu acho que faltou muita coisa de eletroquímica, ou faltou tudo né! (risos)

[Thiago] – Bom, eu não to muito diferente da Bianca não, até porque a gente fez tudo junto né Bianca?

[Bianca] - É!

[Thiago] – E eu sou muito aplicado (risos). Então você pensa a Bianca que é uma aluna super aplicada, uma aluna modelo, não aprendeu...

[Bianca] – Mas você ainda deu muitas aulas disso, então você aprendeu mais!

[Thiago] – É, o que eu sei foi o que eu estudei pra dar aula, porque você tem que saber pra dar aula, mas num sei também não, muita coisa a gente fala sem saber mesmo. Então, foi isso! O que acontece com a eletroquímica no nível superior... cara, na boa, quando você começa as aulas de eletroquímica no nível superior, e você começa a envolver energia livre de Gibbs, todos aqueles $\ln$ lá, você começa a falar de equilíbrio nas reações e processos com transferências de elétrons, meu amigo aquilo lá... cara... não tem lógica... E a gente sabe que a gente ta falando do professor que deu isso pra nós, e é um cara ruim mesmo, péssimo, mas eu falo por mim, eu quero ser professor de universidade um dia e eu vou dar aula de físico-química, e eu vou ta no papel daquele cara lá, e eu tenho certeza meu amigo, que preparar aula de eletroquímica no nível superior deve ser uma coisa que eu acho assim, vai tomar três aulas pra cada aula saca? Eu vou precisar de três vezes cinquenta minutos, saca, estudando firme pra dar conta de fazer um plano assim.

[Bianca] – Ta bom (risos), eu acho que eu ia ter que estudar um ano antes pra dar conta de dar a disciplina.

[Thiago] – Não Bianca, mas eu to falando assim, você vai pegando dinamismo saca, você tem que ficar dinâmico, mas num vai ficar bom não, nunca vai ficar do jeito que eu quero. Vai ficar do jeito que eu quero depois de uns três semestres dando aquilo lá. Entende? Que vai ser um ano e meio. Então, tipo assim, se eu tiver quatro aulas seguidas, eu vou gastar no mínimo doze horas pra prepara. Então eu ia pegar um dia inteirinho, de cima a baixo, e sem respirar, mesmo assim vai ficar triste, porque é extremamente complexo. E outra, aí entra nos “se” né... começa os “se”. Se a gente soubesse eletroquímica da forma como deveria, se a gente entendesse os processos a nível de entropia, a nível de entalpia, a nível de transferência de energia, de transferência de elétrons, se a gente entendesse isso aí, ou seja, se a nossa formação cumprisse o papel dela, eu acho que a gente conseguiria ser um profissional professor muito melhor. Porque você me fala uma coisa Carlos, você entender de química orgânica igual você entende, você teve química orgânica um, dois e três. Você teve aula com o “Domingão”... você entende química orgânica, aí pra você dar aula de química orgânica lá do colegial meu amigo, é tranquilo de mais cara, é de boa de mais véi. Agora, a gente teve uma eletroquímica capenga, a gente não entende... como eu falei, transferência de elétron adicionando a variável tempo... Fi... é coisa do demônio velho.

[Michell] – Eu acho que não é vergonha, quando nenhum de nós aqui, que cursamos esse currículo no qual nós fomos formados, admitir, porque eu admito que, claro, não depois que eu iniciei a minha pesquisa porque aí eu já comecei a estudar e ler várias coisas sobre, mas, antes de eu ter iniciado a minha pesquisa, provavelmente, a aula de eletroquímica que eu fosse dar seria muito igual as aulas que eu tive no ensino médio. Porque a gente não tem base, não teríamos conhecimento nem de outras fontes pra buscar.

[Thiago] – Claro. Cara, eu vou falar pra vocês, o momento que eu mais aprendi eletroquímica na minha vida foi no mês que antecedeu a prova do mestrado. Tipo assim, tudo que eu não aprendi na graduação eu fui obrigado a engolir, com feijão e farinha, no mês anterior ao mestrado. Foi isso cara.

[Carlos] – E eu vou ter que comer muito isso aí com farinha esses dois dias agora, porque eu to com medo de vir e eu não to preparado não!

[Thiago] – Mas tipo assim, nós não sabemos, às vezes o cara também nem sabe velho.

[Carlos] – Mas é esse o meu medo. Tem um exercício nesse mesmo assunto, que nós fizemos juntos né Luiz, eu acho. Todo ano traz o mesmo exercício. E o exercício, eu entendi ele todinho. Só tinha uma passagem lá, matemática da coisa, que ele colocava que não era, que era um conceito que eu não tava conseguindo entender. E eu vim numa sala que é próxima a essa, por sinal, depois da escada, pra tentar entender o conceito que ele disse que eu não tava entendendo. E sentei numa cadeirinha e falei, por favor, então me explica o conceito porque o senhor diz que eu não estou entendendo. Porque pra mim eu entendi muito bem o conceito só que eu não to entendendo uma passagem matemática aí. “É, porque po po po...” e aí gaguejou de mais e não me explicou e ainda continuou dizendo que eu não tava entendendo e que tudo tava naquela questão que ele fez. Então eu decorei tudo certinho conforme tava numa folha amarelada em cima da mesa e fui pra prova. E a danada da questão veio na prova, idêntica a que tava, e eu peguei e copiei do mesmo jeito que eu... porque de tanto falar eu decorei aquele troço lá. E depois quem diz que ele quis dar a minha nota? Não deu minha nota não. Eu fiquei reprovado na época por causa disso. Aí no outro semestre ele fez de novo, e eu peguei e fiz do mesmo jeito, só que aí eu falei, “cadê aquela folha do senhor?”, olhei a folha embaixo das outras lá assim e puxei, na hora de fazer a minha vista de prova. “Qual que é a diferença da minha resolução pra sua?” “Ah, tá igual!” Aí eu falei assim “qual que é o conceito que eu não entendi? Porque se tem um conceito que eu não entendi o senhor também não entendeu.” Gente, vocês não imaginam o “pega pra capá” que foi pra eu conseguir esses pontos.

[Michell] – Sabe o que é chocante? O que é chocante é que, como parece que nós tomamos concordamos aqui, de que a nossa formação em nível superior não afetou praticamente em nada o nosso aprendizado em eletroquímica, a gente não pode acreditar que isso é muito diferente do que acontece com alguns professores no nível superior, e que estão dando aula de eletroquímica. Provavelmente, muito do que eles acham que sabem de eletroquímica, talvez, seja muito próximo do que a gente sabe.

[Thiago] – Eu compreendo, é uma bola de neve. Porque a gente agora é o elo que ta quebrando, a gente ta quebrando uma série de movimentos que vem fazendo... Então, por exemplo, só pra citar, rapidão. Meu filho vai ser honesto e se for político, não vai roubar, porque eu vou dar educação pra isso. O do Luiz provavelmente também, o da Bianca também, o do Carlos também, então nas próximas gerações vai acabando. A questão do professor. A nossa geração de professores já é uma geração que pensa no aluno. A geração de professor que deu aula pra mim, não tinha a noção de ensino e aprendizagem, do processo, de nada. Eles tinham a idéia seguinte “eu falei, o menino não entendeu porque eles não deu conta, não é capaz, o problema é dele”. Então hoje não, a geração de professores que estão sendo formados, pelo menos, já tem essa idéia ai já, de pensar no aluno, já é um passo assim... ótimo, excepcional. Então eu acredito que isso que você ta fazendo aí Michell, é pesquisa de ponta. É pesquisa de ponte nesse sentido aí, porque você ta pegando esse processo de transformação ai. A gente já ta pensando agora... você vê que a nossa discussão é totalmente baseada, embasada, na forma que o aluno fala, grande parte dela. Sabe, a forma como a gente fala também. Se fosse essa reunião aqui dez anos atrás seria assim “ não, eu falo a regra CRAO e você Luiz?” “não, eu falo PIPOCAR!” e a Bianca fala “não, quando eu vou falar de eletroquímica eu ponho um “+” na frente do O, aí vira CRAO + e não CRAO –”, entendeu? “Porque eu acho muito melhor, porque aí os alunos sabem mesmo, eles decoram e acabou, cátodo reduz e ânodo oxida”.

[Carlos] – Eu prefiro é “oxidou aumentou, reduziu diminuiu”.

[Thiago] – Mas o que eles querem isso mesmo. É a minha aula de eletroquímica em duas aulas é isso aqui. Se a gente tivesse mais tempo eu dava ela aqui pra vocês (risos).

[Michell] – Mas voltando a questão do nosso ensino, fala Luiz.

[Luiz] – O meu assim, não foi muito diferente também não. No ensino médio eu realmente não aprendi nada, inclusive uma matéria que eu fiquei de recuperação no ensino médio foi exatamente sobre eletroquímica, não aprendi “bulhufas”. Quando eu entrei na PUC a disciplina de química era basicamente eletroquímica, que foi onde eu aprendi as regrinhas, e ai a gente aprendia as regrinhas. A parte experimental de lá eu acho que me deu uma base muito boa, mas na parte teórica você vai aprender que o cátodo “cata todo elétron” (risos).

[Thiago] – Essa é boa! (risos)

[Luiz] – É, o cátodo “cata todo elétron”.

[Thiago] – E o ânodo? (risos)

[Luiz] – O cátodo “cata todo elétron” e o ânodo deve ser qualquer outra coisa. E aí você vai diferenciar a eletrólise e as pilhas dessa forma. Aqui dentro do ensino superior, já na UFU, depois que eu larguei lá a PUC, concordo com o que o pessoal disse e tive um contato fazendo iniciação na eletroanalítica. Então algumas outras coisas eu comecei a entender. Mas a eletroanalítica é uma pontinha de um negócio muito maior.

[Thiago] – É a ponta do iceberg. Porque dá uns pico lá de oxidação e redução que eu vejo o Bernardo batendo a cabeça e falando, “véi what the fuck?”.

[Michell] – E eu estou chateado por ele não estar presente hoje.

[Luiz] – É uma pontinha... acaba que alguma coisa você vai aprendendo, claro, eu fiz três anos de IC lá, então alguma coisa eu tenho que ter aprendido né. Então eu tenho isso na minha formação. Mas daí falar que eu entendo eletroquímica, e que eu sei eletroquímica?

[Michell] – Pra falar a verdade, eu acho que eu vou mais além do que o Thiago e do que a Bianca também concordou, mas, pra mim, onde eu lembro de eletroquímica no curso de eletroquímica no curso de graduação não é de eletroquímica, foi, talvez, acho que um ou dois slides que vieram no início das técnicas eletroanalíticas, e só! Eu não lembro de ver a matéria de eletroquímica em outro contexto.

[Thiago] – Físico-química 2 cara, você não lembra?

[Michell] – Não lembro, pra você ver que pra mim não afetou em nada no meu aprendizado, eu nem lembro.

[Luiz] – O pouco que eu falo que eu sei, que é pouquíssimo, eu acho que foi quando eu tava na IC.

[Bianca] – Sabe que eu até lembrei também. Eu fiz uma IC, que eu mexia com métodos potenciométricos, mas eu também não entendia nada não.

[Luiz] – E é muito complicado também.

[Bianca] – O professor me explicava, que tinha um ciclo lá assim, e que a impedância num sei o que... mas eu não vou falar que ele me ensinou porque eu não aprendi. Então ele não me ensinou e eu não aprendi.

[Michell] – Quer acrescentar alguma coisa Carlos?

[Carlos] – Ou, teve um momento na minha formação, de um assunto da eletroquímica que eu até entendi, e eu acho que esse assunto me ajuda hoje a ensinar...

[Thiago] – Te tocou?

[Carlos] – De mais! Essa parte que foi um experimento com a Malu, faço questão de citar nomes. A gente punha um monte de bequerzinho lá, béquer não, tubos de ensaio contendo soluções de sais de metais, e colocava os metais trocados nos béqueres, pra gente ver qual que oxidava, qual que reduzia espontaneamente ou não. E a partir dessa observação a gente ia procurar um referencial com os potenciais pra tentarmos então entender, através do estudo desses potenciais... e ela deixou muito claro como surgiu esses potenciais... Então esse pedacinho cara, eu acho que eu não posso ser injusto com ela de não falar, mas foi uma matéria massa...

[Luiz] – É verdade!

[Carlos] – Mas sinceramente eu não estou lembrado se eu fiz com a Malu na... não foi na nossa aula, lembrei, foi quando fui monitor dela numa turma da engenharia. Então eu como monitor, eu ajudei os meninos, e isso pra mim, eu ganhei o dia cara, porque foi o que eu

aprendi. Então eu agradeço muito a ela por essa parte. E eu sou louco pra fazer esse experimento em sala também.

[Luiz] – E é simples de fazer.

[Carlos] – Ele é simples, mas na forma como ela fez, foram cinco soluções e os metais, então achar esses metais todos é que é complicado.

[Thiago] – Massa, muito massa!

[Carlos] – Isso daí foi muito legal. E os meninos da engenharia, foi numa aula que ela me deu uma liberdade muito grande pra trabalhar. Ela sentou comigo antes, por isso que eu lembro bem disso, de ela me explicar na sala dela ali, e a gente conversou bastante sobre a aula, eu trabalhei as reações com os meninos depois, foi uma aula assim que eu aprendi de mais. Então eu acho que... não sei se eu posso falar que foi na minha formação.

[Luiz] – Não, é da sua formação!

[Thiago] – Mas e da eletroquímica que a gente tá falando lá, da avançada, nada não véi? Porque essa daí você pode até falar pros seus alunos do colegial, agora a eletroquímica avançada que a gente deveria ter visto aqui na química...

[Carlos] – Não! Eu não conseguia entender nada. Pra mim um “E” com outro “E” com uma bolinha cortada na frente, aquilo pra mim era uma tragédia. Um “E” que tem uma bolinha cortada no meio que até hoje eu não sei pra quê que serve, e tinha um outro “E” lá que você tinha que achar pelo $\ln$, pô meu, quê que é $\ln$!

[Bianca] – É verdade, tem um negócio que eu to lembrando mesmo...

[Luiz] – É o “E” padrão. A bolinha cortada só identifica que é o “E” padrão...

[Carlos] – É, e quê que é o padrão? O quê que é o outro cara? Eu não sei fazer isso aí não!

[Luiz] – Agora, por que um é padrão e o outro não é? Isso não é falado.

[Thiago] – Depende de relação à quem né.

[Luiz] – “E” com bolinha cortada é o que você vai olhar na tabela, mas saber de onde que veio isso, e o quê que significa esse “E” padrão, por quê que esse é o padrão e não o outro?

[Thiago] – Foi esse tipo de coisa aí que eu aprendi no mês anterior a prova do mestrado.

[Carlos] – Por quê que tem que aparecer um “Q” lá no meio, com um lambda lá, o quê que é aquilo?

[Thiago] – Ô cara, é bonito aquilo lá...

[Carlos] – Aí quando você tem um sal, tem que ver o ânion, usar a carga ...

[Luiz] – Mas eu acho que é basicamente isso. Esse tipo de coisa que, voltando no que o Thiago falou, que é o básico, que você precisa ter como base pra entender eletroquímica a gente não teve.

[Thiago] – É verdade!

[Luiz] – Entendeu? Que é o... chega naquele ponto que o Thiago falou, porque se você tem todos os conhecimentos básicos firmes chegar lá na eletroquímica e outros conceitos vira uma consequência. Vai se formar uma coisa mais lógica e mais palpável, “ah, mas realmente, eu não tinha pensado nisso, mas tem uma lógica em cima disso”. Faz sentido, mas se você não tem a base lá aí... você vai aprender mecanicamente como fazer aquela conta lá, você vai decorar como.

[Michell] – Eu digo pra vocês de uma experiência minha no início do mestrado. Eu me matriculei numa disciplina...

[Thiago] – Da Sheila?

[Michell] – É!

[Thiago] – (risos) Nó! Bate na madeira!

[Michell] – Eu me matriculei na disciplina porque eu pensava assim “eu vou pesquisar eletroquímica, nada mais óbvio do que eu saber um pouco mais de eletroquímica”. Só que eu pensei que a eletroquímica que ela ia abordar iria me ajudar. Na realidade não ia me ajudar em nada, porque na primeira aula eu me sente ao lado do Bernardo e falei “eu vou na coordenação trancar minha matrícula agora”, porque não fazia sentido nenhum eu fazer a disciplina, porque o meu trabalho é tentar investigar as concepções de professores, que é o que estamos fazendo aqui, sobre o conteúdo de eletroquímica em nível médio. Então não fazia sentido nenhum pra eu fazer uma disciplina tão puxada, tão aprofundada dentro das técnicas eletroquímicas e eletroanalíticas.

[Thiago] – Nossa, técnicas eletroanalíticas ia ficar muito restrito.

[Michell] – Ia ficar muito fora da proposta do meu trabalho, por isso que eu tranquei.

Quarto Encontro

[Michell] – Aproveitando que o Carlos deu uma saidinha eu quero retomar para o Bernardo os tópicos que nós discutimos na ultima reunião na qual ele não pode estar presente, apenas pra ele ficar por dentro do que nós discutimos. A gente tinha discutido já sobre o ensino e a aprendizagem de eletroquímica que vocês tiveram no ensino médio, sobre as lembranças que vocês tinham sobre esse aprendizado e na última reunião a gente falou sobre a complexidade desses conteúdos de eletroquímica, sobre os materiais didáticos que existem e que o pessoal conhecia para o ensino e a aprendizagem desses conteúdos. Falamos sobre temáticas que são relevantes para o ensino de eletroquímica na escola e, eu acho que o que foi mais assim, polêmico, foi a última questão que foi sobre como a sua formação em nível superior afetou o seu aprendizado ou no seu conhecimento de eletroquímica.

[Thiago] – No quê que ela contribuiu.

[Michell] – Isso.

[Luiz] – Ou não!

[Michell] – Ou não. Na verdade a pergunta foi: como a sua formação em nível superior impactou seu aprendizado de eletroquímica e por quê? Pode ser que não tenha impactado. Aí sobre essas coisas você quer falar alguma coisa assim, no geral, enquanto o Carlos volta?

[Bernardo] – Eu acho que se eu for falar eu vou voltar atrás e vou atrapalhar o andamento da discussão. Vamos continuar normal mesmo, o que vocês colocaram aí já é o suficiente...

[Thiago] – Então vamo fazer tipo um bate-volta.

[Luiz] – Bate bola, jogo rápido! (risos)

[Thiago] – É, bate bola, jogo rápido beleza?

[Bernardo] – Se o Michell concordar?

[Thiago] – Michell?

[Michell] – Vamos!

[Luiz] – Ele faz a pergunta e você tem que responder a primeira coisa que vem a sua mente.

[Thiago] – Exato!

[Bernardo] – Então ta, pode perguntar!

[Thiago] – Você aprendeu eletroquímica no ensino médio?

[Bernardo] – É... no ensino médio?

[Thiago] – Num foi bate rápido, ele não dá conta... “É...” (risos)

[Bernardo] – Sim.

[Luiz] – Beleza manda a próxima.

[Thiago] – Você aprendeu eletroquímica na universidade?

[Bernardo] – Muito pouco!

[Thiago] – Por que você acha?

[Bernardo] – Porque não abordaram eletroquímica no ensino superior.

[Thiago] – Não teve abordagem?

[Bernardo] – É, e ... mais foi isso.

[Thiago] – Você se sente habilitado pra dar aula de eletroquímica com a sua formação de licenciatura?

[Bernardo] – Eu me sinto igual aos outros profissionais, não acima deles, mas não profissionalmente preparado como deveria estar.

[Michell] – Espera aí, deixa eu atrapalhar o jogo rápido de vocês. É porque acabou de me vir uma idéia interessante aqui. Nós sabemos, e já foi falado em outras reuniões também, que o Bernardo trabalha na área de eletroanalítica já há algum tempo, desde a sua graduação. Eu queria saber de você se essa outra parte da eletroquímica, com a qual você já trabalhar há algum tempo, se isso te favorece, ou favoreceu, em algum ponto no seu aprendizado de eletroquímica no nível médio ou na forma de você ensinar eletroquímica.

[Bernardo] – Com o que eu trabalho na iniciação e no mestrado? Se me ajudou em alguma coisa?

[Michell] – Isso.

[Bernardo] – Eu acredito que muito pouco mesmo, porque se for pensar, às vezes, a parte que eu trabalho tem mais física do que... além de... tipo assim, a eletroanalítica se enquadra dentro da eletroquímica, só que ela não aborda essa parte de ensino médio, não aborda essa parte de pilhas, não aborda... então é muito pouco. Tudo que eu estudo no meu trabalho de mestrado é coisa que não teve a ver com o ensino médio, se teve foi muito pouco, e também com o ensino superior.

[Thiago] – Você não trabalha lá com processos de oxidação e redução, e com as variáveis envolvidas nesse processo?

[Bernardo] – Pouco, muito pouco...

[Luiz] – Você vê o sinal de oxidação e de redução, mas você não trabalha exatamente com isso...

[Thiago] – E se dá um pico infeliz lá do nada?

[Bernardo] – Aí esse pico eu não sei o quê que é.

[Thiago] – E quando você não sabe?

[Bernardo] – Você tem que estudar pra saber. Mas você não vai estudar os conteúdos do ensino médio pra resolver o porquê de ter acontecido aquilo ali.

[Thiago] – Porque considera que você já sabe né.

[Bernardo] – Não, mas é como você falou, se eu não souber...

[Luiz] – E cada amostra é diferente, então você tem uma especificidade, então você tem que estudar aquilo lá, é muito específico, não necessariamente...

[Michell] – E me parece que distancia muito a eletroquímica que nós tentaríamos ensinar da eletroquímica que seja aplicada no seu trabalho. Legal. Mas é só porque eu queria saber principalmente isso de você, porque um dos motivos de eu ter te convidado pra participar foi esse fato de você ter um pouco de conhecimento a mais no uso e aplicação da eletroquímica.

[Bernardo] – O Luiz trabalhou também, desde o começo. Então se for ver ele tem o mesmo tempo que eu, mas eu to lá até agora né. Então ele sabe tão bem quanto eu também.

[Michell] – Bom gente, os assuntos que nós vamos discutir hoje são ainda mais específicos. Até então a gente tem tratado de questões gerais englobando ciência, química e eletroquímica na educação básica. Então, como já temos bastante material sobre essas questões gerais eu quero começar hoje com vocês, e se for o caso, a gente vai tentar marcar outra reunião mais para frente, mas eu queria começar a discutir sobre alguns aspectos mais específicos de eletroquímica. Porque é notório que a gente encontra algumas dificuldades que são recorrentes no aprendizado e no ensino de eletroquímica e aí é natural que nós conversemos sobre as concepções que vocês tem sobre esses pontos. Então nós vamos ter quatro ou cinco questões para discutir hoje, dependendo do tempo que durarem essas discussões, e que são mais específicas. Então hoje nós vamos entrar mais mesmo nos tópicos de eletroquímica especificamente falando de conteúdos. A primeira questão que eu coloco pra vocês, que é

muito recorrente, é... se nós pensarmos numa célula galvânica, por exemplo, a pilha de Daniel, que eu acho ser o exemplo mais utilizado dentro de eletroquímica, como que ocorre a transferência de elétrons de um eletrodo para o outro, numa célula galvânica?

[Thiago] – Espera aí que eu vou procurar no Google! (risos) To zuando! Vai Luiz!

[Michell] – Por isso que eu achei interessante que a pesquisa fosse em grupo, para que nós pudéssemos debater, então falem o que vocês lembram, a idéia que vocês tiverem.

[Bernardo] – Essa célula de Daniel aí, por exemplo, você tem uma placa metálica de zinco de um lado, uma placa metálica de cobre do outro lado, separados cada um em uma célula mesmo, e um fio condutor ligando esses dois eletrodos. E aí por uma diferença de potencial, a gente chama por padrão de potencial de redução, que a gente pode falar que o cobre tem um potencial de redução maior que o zinco, isso quer dizer que, a gente costuma falar muito no ensino médio que ele tem um maior poder de redução, maior facilidade de pra atrair espontaneamente os elétrons para si. E claro, se ele atrai os elétrons do zinco espontaneamente, o zinco perde elétrons... oxida, que a gente tem que esse conceito de oxidação é a perda de elétrons, os elétrons do zinco vai para o cobre a placa de zinco acaba se corroendo, o zinco acaba passando do estado zero que é o estado metálico, para o estado de oxidação $2+$ e o cobre recebe esses elétrons e aí os íons cobre que tá na solução como íon $2+$ recebem esses elétrons e acabam se depositando na placa de cobre.

[Michell] – O Bernardo fez um resumo sobre o funcionamento da pilha que foi fantástico. (risos)

[Bianca] – É porque ele falou trocado no final. Porque quem recebe os elétrons é o zinco.

[Bernardo] – Não!

[Thiago] – Então você falou trocado no começo.

[Bernardo] – Não!

[Luiz] – Ele falou certinho! O cobre é que recebe...

[Thiago] – O cobre não sofre oxidação?

[Luiz] – Não!

[Bernardo] – Não! O zinco sofre oxidação.

[Thiago] – Você falou que o cobre sofre oxidação no começo.

[Luiz] – Não, ele falou que quem sofre redução é o cobre. Ele falou certinho.

[Thiago] – Mas em algum momento...

[Bianca] – É eu também fiquei confusa. (risos)

[Thiago] – Volta a fita lá! (risos)

[Michell] – Ele falou um pouco rápido.

[Thiago] – Você vai ver na fita lá e eu vou provar que você falou errado ai! (risos).

[Michell] – Calma ai, vamos voltar aqui. Obrigado pelo resumo aí Bernardo. Acho que pelo menos todo mundo lembrou do que nós estamos falando, caso alguém não estivesse com isso claro na cabeça...

[Carlos] – O elétrons sai daqui e vem pra cá...

[Michell] – Isso Carlos, a questão é essa. O Bernardo fez um resumo sobre o funcionamento, mas ele não comentou especificamente sobre o que eu perguntei. A questão é, como ocorre essa transferência de elétron? O processo de oxidação e redução se baseia nessa transferência de elétrons de uma espécie para outra. A questão é: como esses elétrons vão ser transferidos de um eletrodo para o outro eletrodo?

[Thiago] – Eu vou colocar uma coisa pra gente poder discutir, pra gente poder pensar ta.

[Michell] – Sim!

[Thiago] – Então, inicialmente a gente precisa pensar no material condutor que está ligado aos dois eletrodos aonde vão ocorrer os processos. Esse material condutor vai ser um metal certo? Esses elétrons que vão de um lado pro outro pela diferença de potencial, que é a ddp que o Bernardo falou, excluindo os processos e falando exatamente de como ele passa, eu acredito que isso é um processo muito dinâmico, porque não necessariamente que o mesmo elétron lá, se a gente conseguisse identificar um elétron específico, que sai, ele não percorre o metal por um túnel mágico e chega no outro não. Eu acredito que ele ocupa uma banda de condução dos metais que estão sobrepostos, e aí quando ele ocupa essa banda sobreposta, aí gera estabilidade no orbital molecular que é o orbital dessa banda que se forma ao longo do coisa, e aí outro elétron, que ta em outro lugar, pra diminuir a energia, ele passa para onde está ocorrendo o processo de redução. Então eu acho que é assim que o elétron é transportado. Mas se você pedisse pra explicar isso no ensino médio, eu falaria pro cara imaginar uma...

[Carlos] – Mangueira cheia de água. (risos)

[Thiago] – (risos) ... uma mangueira cheia d'água...

[Michell] – Foi legal você ter falado isso, tentem ir fazendo sempre a relação com o ensino médio ta.

[Thiago] – Mas ainda que eu falasse da mangueira né Carlos, que é um exemplo muito bom...

[Luiz] – Mas ainda não é exatamente isso né!

[Thiago] – Mas eu falaria da questão do elétron não ser o mesmo, por exemplo, se a gente enumerasse os átomos, o um aqui e o cem trilhões aqui do outro lado... ou o um e o “n”... não necessariamente, o menino pode imaginar assim “ah, entra um elétron aqui no um e aí lá no “n” o elétron do “n” sai” . Pode acontecer esse esquema aí também, esse tipo de concepção alternativa porque a gente tem as idéias das coisas muito formalizadas né. Então tem a forma dos átomos encostados lá e ai um passa pro outro, e pro outro, e pro outro... Da mesma forma

que não é a mesma molécula de água que tá na ponta aqui é a que sai na outra ponta da mangueira cheia d'água. Aí eu ia tentar deixar bem claro isso aí e falar da questão do mar de elétrons, remetendo ao mar de elétrons.

[Carlos] – Que é o modelo que a gente usa pra ensinar.

[Thiago] – Se você pegar um copo e encher ele ao máximo, de forma que não caia nada, e aí se você pingar uma gota de água, alguma outra gota vai escorrer em algum outro lugar, porque já chegou no máximo de volume. É mais ou menos isso que eu ia tentar falar saca. Você tá num mar de elétrons ali, eles estão ali, movimentando, legal... se entrou outro elétron ali, energeticamente não tem como eles permanecerem ali, porque desbalanceia as cargas na relação entre elétrons e núcleo, aí um outro elétron em algum outro lugar tem que sair. Tem como você saber? Não. Tem como você prever? Não. Tem como você saber aonde? Não. Na hora que você pinga ali, algum outro lugar tem que sair pro volume permanecer o mesmo. Eu usaria esse exemplo que é o mesmo da mangueira transportado pra outra coisa.

[Michell] – Quer voltar Bernardo?

[Bernardo] – Não, eu tô pensando aqui ainda. Prefiro deixar os outros primeiro.

[Michell] – E aí gente? Concordam? Discordam? Acrescentam algo?

[Carlos] – Eu concordo completamente, eu também uso esse modelo. Até eu passei a raciocinar uma vez...

[Thiago] – Essa do copo também?

[Carlos] – Não essa do copo não, só a da mangueira, inclusive eu falei isso ontem em sala. Não no ensino de eletroquímica, mas eu tava falando sobre metais e um aluno me perguntou como que acontece a condução. Aí eu fui discutindo com eles e a gente viajou, até na questão da temperatura se piorava ou não, a condutividade... foi uma aula legal. E usei esse mesmo exemplo da mangueira e comecei a raciocinar em cima disso num objeto de aprendizagem que nós produzimos, aí nós colocamos numa animação lá, que passa um elétron né, uma bolinha com um “êzinho” e faz esse transporte, saindo de um eletrodo e indo pro outro, não

necessariamente é zinco e cobre. E vendo esse resultado, eu como professor e criador do objeto, eu sei fazer essa discussão para que não haja... pra que essa ação não crie um obstáculo epistemológico. Agora, um outro professor que for usar aí eu já não sei, vai causar esse obstáculo. Porque ele vai falar que o elétron sai daqui e foi pra ali.

[Bernardo] – Tipo assim, às vezes, acho que eu posso até tá pulando um pouco sem saber, mas o aluno, às vezes, ele não sabe, por exemplo, se ele vê a pilha de Daniel, ele calcula lá e o potencial total da ddp da 1,1V da pilha. Beleza. Mas o quê que faz esse valor de ddp dar 1,1V?

[Michell] – A gente vai chegar lá! Pode segurar essa aí só um pouquinho, porque você já tinha mencionado também sobre ddp e eu até anotei aqui pra gente voltar nessa discussão sobre ddp depois.

[Bernardo] – Ta, beleza!

[Carlos] – Nessa questão da água, não sei se tá relacionado com isso que ele falou, mas como o Thiago falou que não é um que sai daqui e que passa, e sim que... isso cria uma movimentação. Na verdade essa diferença de potencial cria uma corrente que é uma movimentação ordenada de elétrons. Então essa movimentação é que pode ser captada depois pelo equipamento. Então esse transporte de elétrons é gerado pela ddp, mas não que um elétron saia daqui e vá pra lá, e sim que inicia uma corrente ordenada de elétrons.

[Thiago] – É, isso aí que o Carlos tá falando eu acho muito legal porque eu acho que eu falei do processo muito...

[Carlos] – Minucioso.

[Thiago] – É! Então não necessariamente né, porque se a gente for pensar, tipo, num próximo “level”, porque a gente tá falando “ah, tudo bem, vai entrar no orbital, mas como os orbitais atômicos todos se transformaram em um orbital molecular só, e que por isso...” Mas na verdade se a gente for pensar de uma forma não molecular e sim atômica, a gentealaria isso né, é um transporte de carga via orbital.

[Bernardo] – Difícil falar de orbital.

[Thiago] – Só que eu não usei essa palavra ordenada. Porque eu acho que é ordenado.

[Bernardo] – Eu não falaria de orbital no ensino médio nem “fudeno”.

[Thiago] – Não, eu sei, você falaria de eletrosfera.

[Bernardo] – É, pode ser.

[Thiago] – Porque quando a gente fala em mar de elétron, a gente fala isso aí não é, fala que o núcleo lá está em posições específicas, determinadas pelo raio atômico, mas as nuvens eletrônicas estão se sobrepondo de forma que... é como se você tivesse um mar com os núcleos colocados em posições específicas.

[Carlos] – Vocês tem que ver o meu desenho disso daí. (risos)

[Luiz] – Mas é basicamente isso, eu acho que... concordo com o que os meninos falaram, e não vejo uma outra forma de tentar explicar isso pros alunos de ensino médio.

[Thiago] – Mas você falaria em termos de eletrosfera também Thiago?

[Luiz] – É, eu acredito que sim, ou pelo exemplo da mangueira mesmo, pra tentar deixar claro, que não é uma bolinha que saiu daqui e que foi caminhando isso aqui tudo pra chegar lá.

[Thiago] – Tem essa questão também da identificação do elétron né.

[Luiz] – Porque você não identifica. Você tem um mar de elétrons. Você identifica lá uma gota no oceano?

[Carlos] – É, e não é que um elétron do zinco que foi pro cobre né, tem que tomar cuidado de mais com isso.

[Luiz] – O zinco está ficando com uma deficiência de elétrons, mas não é porque o elétron dele caminhou pelo fiozinho lá e chegou no cobre...

[Thiago] – Cara, e eu acho muito difícil a representação disso aí porque até o “Bicman”... o “Bicman” é foda cara, e até ele fez a transferência de elétron lá representando com um rapazinho entregando uma bolinha pro outro e ia passando assim saca, e eu acho que isso aí...

[Carlos] – Quem é “Bicman”?

[Luiz] – Você nunca assistiu “O Mundo de Bicman”? (risos)

[Thiago] – (risos) Cara num fala uma coisa dessa não, é heresia.

[Luiz] – (risos) É heresia, vão te jogar na fogueira.

[Michell] – Eu nunca tinha visto até alguém usar lá nas aulas de PEQ.

[Thiago] – Foi você que usou!

[Michell] – Não foi não, foi outra pessoa. Mas enfim...

[Thiago] – Então, acho que na representação Carlos, isso é complicadíssimo.

[Michell] – O que nós estamos falando aqui, acho que foi nesse vídeo que eu vi. Cada pessoa está segurando uma bola e aí elas vão, ao mesmo tempo, passando a bola pra próxima pessoa à direita.

[Thiago] – Isso, e as bolinhas tinham um sinalzinho negativo.

[Bianca] – Eu acho que uma coisa que faz também esse tipo de concepção alternativa, “ah o elétron foi caminhando assim”, é pela própria representação mesmo da pilha, quando eles colocam ali o sentido da corrente né, de onde estaria saindo o elétron e onde estaria chegando esse elétron, eles colocam a setinha lá e ainda colocam o eletronzinho, qualquer pessoa que

olhar aquilo ali vai pensar que é o caminho do elétron, que o elétron ta andando ali. Era uma concepção que eu tinha no ensino médio, que eu sempre tive essa concepção, então eu imagino que a maioria dos alunos também tem essa concepção. E eu acho que é até difícil pra eles imaginar, como o Thiago falou, “tem um elétron 1 e um elétron “n” e aí vai passando de um pro outro até chegar lá”, acho que essa concepção ainda é mais difícil dos alunos terem, que ainda não é uma concepção correta.

[Thiago] – Quando a gente usa o exemplo da mangueira eu acho que fica mais difícil do cara pensar isso entendeu?

[Bianca] – É.

[Thiago] – Porque ele ta ligado que não é uma mesma gotinha, que elas estão numa ordem ali... Se a gente trocasse a mangueira por bolinhas, aí enrolava!

[Luiz] – Mas aí volta na questão do obstáculo epistemológico, porque também não é exatamente como no funcionamento de uma mangueira, e nem a da bolinha. Você está tentando aproximar um pouco mais do modelo que a gente tem que usar pra explicar.

[Bernardo] – Acho que você tem que deixar bem claro que não é exatamente como esses exemplos. Mas, por exemplo Michell, se eu tiver passando na frente de novo você me fala. Outra coisa que deixa dúvida nos alunos com relação à esse movimento de elétrons, que eu acredito, por exemplo, você mostra que os elétrons estão saindo do zinco e estão chegando no cobre, e que os íons Cu^{2+} vão estar se reduzindo pra depositar como Cu^0 , beleza. Mas como que isso acontece? Os elétrons ficam do lado externo da placa? Ou eles permeiam pela solução? Eu acho que isso cria muita dificuldade na cabeça dos alunos e até na minha também .

[Michell] – Na minha também (risos). Acho que a gente pode discutir um pouco mais sobre isso mais adiante também. Acho que a idéia geral foi mais ou menos a mesma. Então pegando o que o Bernardo colocou no início, uma das primeiras palavras que ele usou foi “diferença de potencial”. O que é essa diferença de potencial?

[Carlos] – Pode ir embora? (risos)

[Thiago] – (risos) Deixa só eu falar uma parada aqui, porque era do último tema e não deu tempo. Quando a gente vai falar de condutividade em metal, a gente viu que a gente tem recurso, tem analogias pra poder falar, mas cara, vai explicar transporte de elétrons numa solução com íon. Vai lá fi, explica aí véi!

[Michell] – A gente volta nesse ponto aí num próximo tópico também. E isso aí é muito complicado também.

[Luiz] – Quanto a questão da diferença de potencial, é que você tem os padrões de redução, a gente usa no caso os de redução, mas tem os de oxidação, a gente toma um padrão, e comparado à esse padrão você tem os potenciais de cada um dos eletrodos e a diferença entre os potenciais desses eletrodos seria a ddp. Mas assim, o que é ddp pra mim é a diferença desses potenciais.

[Bernardo] – Tipo assim, é a representação da voltagem de uma célula galvânica né. Cada célula galvânica, de diferentes materiais, ela representa uma voltagem que, vamos dizer, não sei nem se é certo falar isso, mas que é a energia que ela fornece pra um sistema, pra um determinado aparelho. E a ddp dessa pilha de Daniel que a gente ta falando, 1,1V, quer dizer que esse 1,1V é a energia que ela vai dar pra um aparelho funcionar. Então, por exemplo, se eu sei que essa célula galvânica composta por zinco e cobre, ela fornece 1,1V, e eu sei que um rádio precisa de uma energia maior do que essa pra funcionar, eu sei que essa célula não funciona. Então é uma representação da energia de uma célula galvânica. Se um rádio precisa de uma pilha que fornece 5V, por exemplo, eu sei que eu vou precisar de uma outra célula que tenha uma representação energética de 5V.

[Luiz] – Ou mais células, se você por diversas células de 1,1, por exemplo, se você por 5 células de 1,1 você vai ter...

[Bernardo] – É ou isso, mais ou menos isso.

[Michell] – Sempre?

[Luiz] – Não, depende de como elas são dispostas. Se elas são dispostas em...

[Bernardo] – Série ou paralelo.

[Luiz] - ...em série ou paralelo.

[Bernardo] – Se não me engano, em série soma e em paralelo...

[Carlos] – Série soma e paralelo soma e divide por meio é?

[Thiago] – Não paralelo mantém né, corrente constante e aumenta ...

[Bernardo] – Em série eu sei que soma, em paralelo eu não lembro como é que é.

[Michell] – Eu perguntei só pra gente pensar na ddp, não precisam se preocupar com isso agora não.

[Luiz] – Pois é, depende de como elas são dispostas também.

[Carlos] – Voltando ao que o Michell perguntou gente, nós estamos saindo muito. Nós estamos variando de mais. Daqui a pouco nós estamos falando do porquê a bomba atômica explodiu. (risos) Voltando ao que o Michell perguntou, eu acho que acima de tudo, isso daí é um parâmetro que é criado né. Se a gente conseguir explicar isso daí pro aluno é muito bom pro aprendizado dele. Porque esse é um parâmetro criado. Porque como Nós falamos de potencial, a primeira coisa que tem que ser colocado no início dessa parte é que isso é um parâmetro criado. Foi feito de diferentes metais com relação ao padrão, que no caso foi o de hidrogênio. Então a partir do momento que a gente vai fazendo essa comparação, a gente cria um mecanismo de uso, algo criado para depois nós compararmos esse poder, como ele falou, que realmente é um poder, porque quando nós criamos o hidrogênio como padrão e nós fazemos o do cobre, e sabemos que em relação ao hidrogênio o cobre tem maior ... acontece a reação espontaneamente, com maior facilidade do que com o zinco, então a partir desse principio nós estamos adotando que o cobre é mais forte do que o zinco.

[Thiago] – Cara essa questão de mais forte é muito complicado.

[Carlos] – Por isso que eu to falando entre aspas ta.

[Thiago] – Pois é, isso aí é outro problema que eu penso também saca.

[Carlos] – De mais!

[Thiago] – Eu não entendo DDP muito bem não. Eu entendo como o Bernardo ta falando e tal, é uma ... eu sempre perco essa palavra.... uma convenção, não é? Convencionou em relação ao hidrogênio né Bernardo.

[Bernardo] – Isso!

[Thiago] – Mas quando a gente fala potencial de redução, quando a gente fala potencial de oxidação, por exemplo, e isso aí tem um número, um valor, em relação ao hidrogênio e tudo mais, a gente expressa isso daí lá na sala de aula como a tendência daquela substância em oxidar ou reduzir. A gente fala em tendência. Então é como se você tivesse somando uma tendência entendeu.

[Luiz] – Mas é basicamente isso, você ta somando uma tendência.

[Carlos] – Mas é isso.

[Thiago] – Pois é, mas aí como que a gente explica isso daí? Como que eu falo pra ele saca.

[Luiz] – Já que você adotou um padrão, e que você adotou o hidrogênio como padrão. Por que se eu somar essa distância mais essa distância aqui, não sei, dez centímetros mais cinquenta centímetros, isso é uma convenção de que o centímetro...

[Carlos] – O quilo também. É uma unidade, é a mesma coisa.

[Luiz] – É uma unidade e aí dentro de que você convencionou que o eletrodo padrão é o de hidrogênio que vai ser zero...

[Thiago] – Que a gente não sabe, só a quântica responde.

[Luiz] - ... e aí convencionada. “Ah então, se você convencionada que o eletrodo de hidrogênio é zero e que o desse outro eletrodo é X”, então se eu somar vai dar lá X, são tendências, mas você convencionada entendeu?

[Carlos] – Se a gente for pensar, tudo que a gente leva é com relação à algumas padronizações. Até a própria quântica se baseia em alguns modelos, que podem ou não ser mudados ou repensados.

[Bernardo] – Quântica não existe, se baseia tudo na física clássica. (risos)

[Thiago] – Bom...

[Michell] – Gente, calma aí, não tenta o Thiago com esse assunto de quântica não! (risos)

[Carlos] – Ó não foi uma provocação viu! (risos) Não foi cara, desculpa o mal entendido. (risos)

[Thiago] – A questão é a seguinte, eu vou falar sério uma coisa que eu sempre pensei e que até hoje eu ainda tenho muita dúvida. Então tudo bem, a gente começou com a corrente de elétrons e depois foi falar de ddp, certo? Aí vamos supor que o moleque pega uma pilha lá, de 1,5 V, comprou um pilha palito lá de 1,5V, e aí ele sabe que a bateria de 9V é mais forte, porque se ele encostar na língua vai queimar e tal. Ele sabe isso aí, tá! Só que tem um negócio, na pilha a gente fala assim né, na pilha de Daniel, cara a gente não trabalha outra, vamos falar a verdade aqui, eu nunca vi nenhum professor trabalhando outro tipo de pilha.

[Bernardo] – Exercício só né.

[Thiago] – Só exercício, mas fala por cima, você só fala que é o mesmo princípio e larga pra lá. Vamos pegar a pilha de Daniel então. O cara vai desenha lá, e aí por um voltímetro lá e escreve que tá marcando 1,1, beleza? Aí eu falo assim, se eu ligar essa pilha numa lâmpada

ela vai ascender? Vai. Mas aí o moleque fala, “o quê que ta acontecendo, o elétron é consumido pela lâmpada?”, porque uma hora essa lâmpada vai apagar, o quê que faz essa lâmpada apagar? Tipo a pilha acabar saca.

[Luiz] – Porque na verdade depende de outras coisas além de ser só cobre e zinco, a concentração do sal de cobre e do sal de zinco influencia nesse potencial, já que você ta fazendo transferência de elétrons.

[Carlos] – Por quê? Porque o cobre tem um “potencial” maior do que o zinco. Se acabar a concentração dele vai cessar a corrente de elétrons.

[Luiz] – Porque como você ta fazendo essa transferência, as concentrações estão modificando, você ta reduzindo a concentração de cobre na solução e aumentando a concentração de zinco. Isso faz com que mude a ddp.

[Thiago] – Talvez a gente discuta isso outra hora, que é a relação de massa com o elétron. Que a gente tinha que ter visto na faculdade eu acho, a gente tinha que ter entendido e não entendeu, porque vamos supor “depositou tantos gramas de cobre, qual é a corrente elétrica que ele gerou?”. Isso aí....

[Bernardo] – Isso aí é interessante mesmo.

[Thiago] – Isso aí a gente teria que saber certo, e tem umas formulazinhas lá e tal. E tipo, se um aluno um pouco mais curioso quiser saber, vai perguntar o porquê que a pilha uma hora pára de funcionar. Porque do jeito que a gente coloca lá...

[Luiz] – Parece que ela é infinita né!

[Bernardo] – Mas como que a gente explica que a pilha pára de funcionar? Eu acho que chega um ponto que oxidou tanto a placa de zinco que aí não tem mais placa de zinco e não tem mais como passar elétrons de um lado pro outro. E assim que a gente explica o mais básico possível.

[Thiago] – Mas é mais fácil acabar o cobre em solução do que o zinco.

[Bianca] – É, mas isso é complicado, porque ele falou essa questão da placa, e o aluno poderia perguntar “e se por uma placa maior então?”.

[Bernardo] – E ele pode perguntar, “existe a ponte salina que joga potássio pra lá, porquê que o potássio não pega esse elétron também pra reduzir?”.

[Luiz] – Mas aí você tem lá o potencial de redução do potássio.

[Thiago] – Mas aí como é tudo carga positiva é uma pergunta!

[Luiz] – Não, sim, mas a saída é essa.

[Bernardo] – Eu não lembro qual é o potencial do potássio, mas e se for maior?

[Carlos] – Mas eu posso afirmar que nenhum íon potássio receberia esse elétron?

[Thiago] – Não, porque é uma barreira energética muito grande.

[Luiz] – E se acontecer também é tão ínfimo que não faz diferença.

[Thiago] – Mas não tem nenhuma fonte de energia suficiente pra acontecer isso aí.

[Bernardo] – Ainda mais que o potássio não vai receber esse elétron também pelo tamanho dele, e tem outros fatores também.

[Thiago] – Agora voltando ao que eu queria pensar com relação a ddp. Concentração é muito difícil velho. Eu to pensando assim, se eu tenho uma ddp maior, passa mais elétrons? Passa menos elétrons? A corrente é maior? A transferência de carga é maior? Isso aí é uma coisa que acho interessante deixar pro cara. Uma ddp maior, em termos de corrente elétrica, significa uma corrente elétrica maior. Então é como se você tivesse aberto a torneira só um pouquinho ou muito? É isso saca.

[Bernardo] – Isso que eu fico pensando, por exemplo, zinco e cobre, tem dois elétrons não é? Que teoricamente pela semi-reação ocorre a transferência, o zinco oxida perdendo dois elétrons... beleza! Então quer dizer que se eu colocasse, ao invés do zinco, trocasse pelo alumínio, que perderia três elétrons, que dizer que necessariamente a ddp seria maior? Porque estaria passando maior quantidade de elétrons?

[Luiz] – Mas depende do meio também.

[Bernardo] – O alumínio não necessariamente tem um potencial de redução maior que o do zinco, não. E se ele não tiver eu te falo que a ddp da pilha do alumínio vai ser menor do que a do zinco. E aí? Ou seja, quer dizer que mesmo o alumínio perdendo três elétrons, no total ele vai estar perdendo menos elétrons do que no total do zinco, entendeu?

[Bianca] – Mas ele pode relacionar essa quantidade de elétrons que ele ta perdendo com a ddp.

[Bernardo] – Então, exatamente.

[Bianca] – E não tem nada a ver. Mas agora, explicar o porquê não tem... vai explicar isso.

[Michell] – Já que foi falado, em algum momento, e foi algo que não foi tipo na discussão de como acontece a transferência de elétrons, mas que veio agora nessa discussão... no início a gente estava falando de transferência de elétrons, mas a gente estava ignorando um fator muito importante. Porque se os elétrons são transferidos de um eletrodo para o outro, tecnicamente, uma hora essa transferência iria parar. E a ponte salina? Ou no caso, que a gente usa muito de exemplo, as membranas porosas, e aí temos um monte de materiais no dia-a-dia que a gente poderia pensar em utilizar para ser uma membrana porosa. Qual é a função dessa membrana porosa ou da ponte salina? E como ela atua nesse sistema eletroquímico, nesse mesmo sistema, uma célula de Daniel?

[Bernardo] – O que eu explico, basicamente, é que a ponte salina tem a finalidade de manter o equilíbrio de cargas, tanto de um lado da célula quanto de outro...

[Luiz] – Pra não ter polarização.

[Bernardo] – Isso, ou seja, o Cu^{2+} que tá lá na solução, ele tá recebendo os elétrons e está depositando como cobre metálico, tá tendo uma falta de cargas positivas ali. Então qual é a finalidade da ponte salina? É “lançar”... passar alguns cátions também, se for o KCl, por exemplo, lançar alguns K^+ pra solução ali pra manter esse equilíbrio de cargas tanto de um lado como do outro. Do outro, como teria a falta de ânions, “lançaria” íons cloreto pra manter esse equilíbrio de cargas.

[Michell] – Esses elétrons da ponte salina passam pra solução?

[Thiago] – Puts!

[Bernardo] – Os elétrons não mas os íons...

[Michell] – Falei errado, perdão. Esses íons passam pra solução?

[Bernardo] – Pra mim sim.

[Luiz] – Eu acredito que sim. Não vou te falar com certeza não, mas eu acredito que sim.

[Bernardo] – Eu sempre acreditei nisso também, mas pode ser que eu esteja errado.

[Luiz] – Porque, já que a membrana tem que ser porosa, porque se não qualquer membrana que você colocasse serviria.

[Bernardo] – E eu acredito que se não passasse talvez não seria o suficiente, a concentração que ficaria ali na ponte salina, pra manter esse equilíbrio de cargas.

[Luiz] – Que aí você teria uma polarização nas pontas da ponte salina.

[Thiago] – Cara, até agora eu to concordando com os meninos.

[Bianca] – Eu to na dúvida.

[Michell] – Eu fiz outra pergunta, mas estou cortando a outra que eu fiz antes, então sobre o que é e como funciona a ponte salina, mais alguém que falar? Depois a gente continua nessa.

[Thiago] – Eu to com o Bernardo, nessa de que é pra manter o balanço de carga. Porque se você explicou o processo de transferência de elétrons de uma forma interessante, como a gente já discutiu né, aí a gente vai ver que ta relacionado com os processos de oxidação e redução, certo? E no processo de oxidação há a formação do cátion, beleza? E aí então ele ta adicionando cargas positivas à solução e aí tem que haver esse balanço de cargas. Da mesma forma, na outra célula que ta acontecendo concomitantemente, ta havendo, ao mesmo tempo, isso que é outra coisa complicadíssima, não tem diferença de tempo quanto você tem uma pilha, porque é a velocidade do elétron, não tem diferença de tempo. E essa idéia existe também.

[Luiz] – Que aqui ta oxidando primeiro e depois de lá vai reduzindo.

[Thiago] – É, porque a gente separa em semi-reação, mas isso é fácil de fazer, é fácil de conversar. Na hora que você fala que um processo não ocorre sem o outro, eles tem que ocorrer ao mesmo tempo ali, saca. Eu acho que é isso, eu vou na do Bernardo e complemento com a explicação que a gente já tinha feito da transferência de elétron, certo? É isso.

[Bianca] – Eu tava aqui pensando se os íons vão pra solução ou não.

[Michell] – E sobre a outra pergunta?

[Bianca] – Qual?

[Michell] – Sobre o que é e qual a finalidade da ponte salina.

[Bianca] – Eu também to com os meninos, de que é pra haver um balanceamento de cargas, porque se não houver esse balanceamento de cargas, não vai acontecer o fluxo de elétrons. A

instabilidade do sistema não vai permitir isso. Agora com relação aos íons irem pra solução ou não, eu ainda estou em dúvida na verdade...

[Carlos] – Eu também.

[Bianca] – Porque se os íons fossem pra solução, pra compensar a questão dos elétrons, então, a ponte salina iria acabar a concentração dela e você não poderia usar ela novamente.

[Luiz] – Depende. Se você colocar uma concentração muito alta essa passagem vai ser irrelevante e aí você poderia reutilizar.

[Bianca] – Pode ser.

[Michell] – Como?

[Luiz] – Por exemplo, que ela tá falando assim, da questão da queda da concentração da pnte salina. Mas se você fizer uma ponte salina com uma concentração muito elevada...

[Bianca] – Porque na ponte salina são soluções saturadas.

[Luiz] – São saturadas, exatamente. Por isso, porque aí a diferença da perda de, no que eu imagino, de íons pras respectivas soluções lá, não vão fazer diferença, você consegue reutilizar.

[Bernardo] – Uma ponte salina pra mim dura muito tempo.

[Luiz] – Porque aquele negócio lá que a gente viu em físico-química, que você consegue, aumentando a concentração, a diferença vai ser pequena, a perda vai ser pequena, então a diferença de concentração vai ser desprezível.

[Thiago] – Então eu acho que a gente acaba chegando numa coisa meio assim ó... Há perda de íons da ponte salina pra solução? Há, mas esse é um processo pouco relevante dependendo da concentração da ponte salina. E outra, se esses íons tão indo pra solução, eles não vão de

forma a desbalancear as cargas, eles simplesmente vão estar na solução alterando somente a concentração de íons inertes, porque a gente coloca íons inertes na ponte salina.

[Bernardo] – Agora, tipo assim, a gente sabe o funcionamento dessa ponte salina, a gente acha que sabe, mas por quê? Eu não sei explicar. Por que se não tiver esse balanço de carga a pilha não vai funcionar? Por quê?

[Luiz] – Pensa, eu vou explicar de uma forma bem grossa assim. Pensa, você tá transferindo elétrons do zinco para o cobre. Você tem um negócio muito positivo, porque a solução vai ficando positiva, imagina você tirar elétrons de algo que tá muito positivo.

[Bernardo] – Não, mas ele não vai tirar, ele vai receber os elétrons.

[Luiz] – Não, eu tô falando assim ó, você vai ter uma concentração maior de cargas positivas na solução de zinco. Então se você tem um excesso de cargas positivas aqui, pra você fazer a “retirada” de elétrons, pensa no sistema todo...

[Bernardo] – Eu sei, mas você não vai retirar desses íons Zn^{2+} .

[Luiz] – Não, calma. Pensa no sistema. Solução de zinco e placa de zinco. Então esse sistema começa a ficar mais positivo...

[Thiago] – O sistema como um todo Bernardo.

[Luiz] – Isso, o sistema como um todo, não só a solução. O sistema solução e placa. E aí pra você “tirar” esse elétron desse sistema vai ficando mais difícil. Porque esse sistema tá mais positivo.

[Bianca] – Mas eu não acredito que seja assim, porque será que você consegue tirar elétrons de uma solução e deixar ela toda positiva.

ANEXO I

ROTEIRO DE PROBLEMATIZAÇÃO

Questões gerais:

01 - Como poderíamos definir o que é Ciência?

02 - Qual é o objetivo, ou a finalidade, de se ensinar Química no nível médio da educação básica?

03 - Qual é o objetivo, ou a finalidade, de se ensinar conteúdos de eletroquímica em nível médio da educação básica?

04 - Você considera importante o ensino de eletroquímica quando comparado aos outros conteúdos da química? Por quê?

05 - Quais as dificuldades que vocês tiveram na aprendizagem dos conteúdos de eletroquímica?

06 - E no ensino dos conteúdos de eletroquímica? Quais as lembranças você tem do ensino destes conteúdos quando você cursou o ensino médio? Explique.

07 - Quais estratégias você considera mais apropriada para o ensino e a aprendizagem da eletroquímica? Por quê?

08 - Quais materiais didáticos você conhece para o ensino de eletroquímica? Você considera esses materiais adequados? Por quê?

09 - Como o ensino de eletroquímica pode ser problematizado na escola? Quais as temáticas que são relevantes do ponto de vista dos conteúdos de eletroquímica?

10 - Como você entende a complexidade da eletroquímica no nível médio? Por quê?

11 – Como sua formação em nível superior impactou seu aprendizado em eletroquímica? Por quê?

Questões específicas:

01 - Em uma célula galvânica, uma pilha de Daniell, por exemplo, como ocorre a transferência de elétrons de um eletrodo para o outro?

02 – O que é d.d.p.?

03 - Qual é a função da ponte salina, ou de uma membrana porosa, nesse sistema eletroquímico?