

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Química

Alan Cláudio do Vale Guimarães

O uso de Mapas Conceituais na construção do conhecimento: um olhar a partir dos
conteúdos de Eletroquímica no Ensino Superior.

Juiz de Fora
2020

Alan Cláudio do Vale Guimarães

O uso de Mapas Conceituais na construção do conhecimento: um olhar a partir dos conteúdos de Eletroquímica no Ensino Superior.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Química

Orientador: Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes

Juiz de Fora
2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Guimarães, Alan Cláudio do Vale.

O uso de Mapas Conceituais na construção do conhecimento : um olhar a partir dos conteúdos de Eletroquímica no Ensino Superior. / Alan Cláudio do Vale Guimarães. -- 2020.

91 f. : il.

Orientador: José Guilherme da Silva Lopes
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2020.

1. Ensino de Química. 2. Ensino de Eletroquímica. 3. Mapa Conceitual. 4. Aprendizagem Significativa. 5. Tutoria. I. Lopes, José Guilherme da Silva, orient. II. Título.

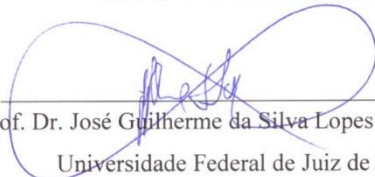
Alan Cláudio do Vale Guimarães


O uso de Mapas Conceituais na Construção do Conhecimento: Um olhar a partir dos
Conteúdos de Eletroquímica no Ensino Superior

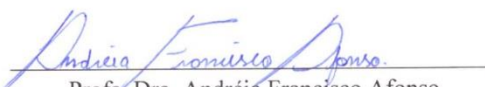
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Química da Universidade
Federal de Juiz de Fora como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Química.
Área de concentração: Educação em Química.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora


Prof. Dra. Marianna Meirelles Junqueira
Universidade Federal de Lavras


Prof. Dra. Andréia Francisco Afonso
Universidade Federal de Juiz de Fora

*Aos meus pais
que sempre me incentivaram a estudar
pois acreditam no poder transformador da
EDUCAÇÃO.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por seu infinito amor, por todas as dificuldades e oportunidades, pois sem elas não seria metade do que sou hoje.

A toda minha família, meu pai Cláudio, minha mãe Clara e minha irmã Ana Clara por me apoiarem em todos os momentos de minha vida.

A todos os amigos que me acompanham.

À Vivian, minha noiva, pela força, incentivo, cumplicidade, carinho e amor, em todos os momentos dessa trajetória.

A todos os professores que tive, por me auxiliarem em minha formação.

Ao professor José Guilherme por me aceitar como orientando, por dividir seu conhecimento e construir comigo diversos saberes fundamentais para este trabalho.

As professoras Marianna e Andréia por suas contribuições neste trabalho.

A todos os estudantes de graduação e professores que se dispuseram a participar deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos em Educação Química (GEEDUQ).

Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UFJF, por permitir a realização deste trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho, muito obrigado!

RESUMO

Nesse trabalho investigamos como o processo de construção de Mapas Conceituais por estudantes da graduação em Química contribui para o desenvolvimento dos conteúdos de Eletroquímica. Escolhemos este tema devido ao elevado grau de complexidade de seus conteúdos específicos, apontados na literatura como foco de concepções alternativas. Acompanhamos uma disciplina de Eletroquímica na graduação e criamos um espaço de Tutoria que possibilitasse interação com os estudantes. Na Tutoria, Mapas Conceituais foram utilizados a partir de reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem visto seu potencial para levantar ideias prévias e concepções alternativas, buscando a Aprendizagem Significativa dos conceitos envolvidos. A coleta de dados ocorreu a partir de gravações de áudio e vídeo das aulas da disciplina de Eletroquímica e das Tutorias, bem como do material produzido à partir das atividades propostas de construção de Mapas Conceituais. A análise dos dados foi feita à luz da Análise de Conteúdo. Percebemos que os estudantes se matriculam na disciplina de Eletroquímica com pouco conhecimento, considerando os conteúdos programados para serem ensinados na Educação Básica, o que limita o processo de formação dos estudantes. A partir do resgate de conceitos e discussão sobre as Concepções Alternativas em Eletroquímica, fomos capazes de desenvolver o conteúdo específico juntamente aos estudantes participantes da pesquisa e estimular o pensamento a sequência curricular de Eletroquímica adotada na Educação Básica e no Ensino Superior. Por fim, avaliamos que o caminho metodológico proposto no decorrer da Tutoria permitiu identificar potencialidades e fragilidades na implementação de atividades extraclasse no Ensino Superior.

Palavras-chave: Ensino de Química. Ensino de Eletroquímica. Mapa Conceitual. Aprendizagem Significativa. Concepções Alternativas. Tutoria.

ABSTRACT

In this research we investigate how the process of construction of Conceptual Maps by undergraduate students in Chemistry contributes to development of Electrochemistry content. We chose this theme due to the high degree of complexity of its specific contents, identified in the literature as the focus of alternative conceptions. We followed an Electrochemistry course at graduation and created a tutoring space that allowed interaction with students. In tutoring, Conceptual Maps were used based on thinking about the teaching and learning processes, given its potential to raise previous ideas and misconceptions, seeking meaningful learning of the concepts involved. Data collection took place from audio and video recordings of classes in the Electrochemistry discipline and Tutoring process, as well as from material produced from the proposed activities of building Conceptual Maps. Data analysis was performed in the light of Content Analysis. We realized that students enroll in the Electrochemistry discipline with little knowledge considering the contents programmed to be taught in Secondary Education, which limits the process of academic formation. From the rescue of concepts and discussion about misconceptions in Electrochemistry, we were able to develop specific content together with students participating in the research and stimulate thinking about curriculum sequence of Electrochemistry adopted in Secondary Education and in Higher Education. Finally, we evaluated that the proposed methodological path during the tutoring allowed to identify potentialities and some weaknesses in the implementation of extra-class activities in Higher Education.

Keyword: Chemistry Education. Electrochemistry Education. Conceptual Map. Meaningful Learning. Tutoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da filmagem em sala de aula.	29
Figura 2 - Representação da filmagem da Tutoria.	30
Figura 3 - Ilustração dos participantes da pesquisa.	32
Figura 4 - Fragmento do mapa de eventos da disciplina Eletroquímica 2º sem./2018.....	35
Figura 5 - MC1 do estudante E8.....	41
Figura 6 - MC1 do estudante E4.....	41
Figura 7 - MC1 do estudante E10.....	42
Figura 8 - MC1 do estudante E12.....	43
Figura 9 - MC2 do estudante E2.....	59
Figura 10 - MC2 do estudante E10.....	60
Figura 11 - MC3 do estudante E5.....	62
Figura 12 - MC3 da estudante E10.....	63
Figura 13 - MC3 da estudante E2.....	64
Figura 14 - MC4 construído pela dupla E2 e E12.	70
Figura 15 - MC final construído no último encontro das Tutorias.	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel et al 1978.....	21
Quadro 2 - Critérios de categorização dos MC.	34
Quadro 3 - Disciplinas do currículo vigente que apresentam conteúdos de Eletroquímica.....	37

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Sequência de etapas da pesquisa.....	27
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição de estudantes novatos e repetentes participantes da pesquisa.	31
Tabela 2 - Relação da classificação dos MC1.	40
Tabela 3 - Frequência de conceitos nos MC1.....	44
Tabela 4 - Relação da classificação dos MC2.	58
Tabela 5 - Relação da classificação dos MC3.	61
Tabela 6 - Relação da classificação dos MC4.	68
Tabela 7 - Resultado do processo de construção de mapas conceituais.....	75
Tabela 8 - Histórico da Disciplina Eletroquímica da UFJF.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCK	Pedagogical Content Knowledge
AS	Aprendizagem Significativa
MC	Mapa Conceitual
EB	Educação Básica
ES	Ensino Superior
CA	Concepções Alternativas
LD	Livro Didático
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
EUA	Estados Unidos da América
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	17
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MAPA CONCEITUAL.....	18
3	OBJETIVO	26
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4	METODOLOGIA	27
4.1	ETAPAS DA PESQUISA	27
4.2	CONTEXTO DA PESQUISA.....	28
4.2.1	Sala de aula – Disciplina de Eletroquímica	29
4.2.2	A Tutoria	30
4.2.3	Participantes da Pesquisa	31
4.3	OBTENÇÃO DOS DADOS	32
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	AULA INTRODUTÓRIA DA DISCIPLINA DE ELETROQUÍMICA	36
5.1.1	Etapa de Verificação dos Conhecimentos Trazidos pelos Estudantes	37
5.1.2	Primeiro Encontro com a Turma	38
5.2	SEQUÊNCIA DE AULAS DO PROFESSOR DE FÍSICO-QUÍMICA (P1).....	39
5.2.1	Aula de Introdução a Eletroquímica e MC1 – Concepções Alternativas em Células Galvânicas	39
5.2.2	Aula de Equilíbrio na Eletroquímica - Concepções Alternativas em LD	49
5.2.3	Aula de Equilíbrio na Eletroquímica – Concepções Alternativas em Células Eletrolíticas	52
5.2.4	Aula de Aplicações da Eletroquímica - Sem Tutoria	55
5.2.5	Aula de Resolução da Lista de Exercícios	55

5.3	SEQUÊNCIA DE AULAS DO PROFESSOR DE ELETROANALÍTICA (P2)	56
5.3.1	Aula de Introdução aos Métodos Eleletroanalíticos de Análise e Potenciometria – MC2	56
5.3.2	Aula de Potenciometria – MC3	60
5.3.3	Aula de Potenciometria – Sem Tutoria	65
5.3.4	Aula de Coulometria – Tutoria Conduzida por P2	66
5.3.5	Aula de Coulometria – MC4.....	67
5.3.6	Aula de Voltametria – Sem Tutoria.....	71
5.3.7	Aula de voltametria – MC Final	71
5.3.8	Aula de Voltametria e Fechamento da Disciplina	75
5.4	HISTÓRICO DA DISCIPLINA DE ELETROQUÍMICA	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	83
	APÊNDICE B – Cronograma de Atividades	85
	ANEXO A – Tabela de Concepções Alternativas	87
	ANEXO B – Questões utilizadas durante a tutoria	88
	ANEXO C – Cronograma da disciplina de Eletroquímica.....	89
	ANEXO D – Plano de Ensino da disciplina de Eletroquímica	90

1 INTRODUÇÃO

“Qual é o teu maior medo?”

*O nosso maior medo não é sermos inadequados.
O nosso maior medo é sermos infinitamente poderosos.
É a nossa própria luz, não a nossa escuridão, que nos amedronta.
Seremos pequenos não engrandece o mundo.
Não há nada de transcendente em sermos pequenos,
pois assim os outros não se sentirão inseguros ao nosso lado.
Todos estamos destinados a brilhar, como as crianças.
Não apenas alguns de nós, mas todos.
E, enquanto irradiamos a nossa admirável luz interior,
inconscientemente estamos a permitir aos outros fazer o mesmo.
E, quando nos libertarmos dos nossos próprios medos,
a nossa presença automaticamente libertará os medos dos outros.”*
(Coach Carter)

Frequentemente somos levados a contar trechos de acontecimentos em nossas vidas. Seja um momento de felicidade ou um de muita tristeza, uma viagem inesquecível ou aquela que queremos esquecer. Dessa vez, contarei minha história acadêmica, dividindo-a em três momentos marcantes.

Nas escolas em Paraíba do Sul, interior do Rio de Janeiro, eu era conhecido como “o filho da professora”. Frequentava desde bem pequeno as salas de aula da cidade com minha mãe professora. Ainda no Ensino Fundamental, demonstrei aptidão e afinidade pelas Ciências Exatas, porém, foi só no Ensino Médio que meu interesse pela Química foi despertado e acabei entrando na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

“O calouro despreparado” que já na Universidade, diante de meu total despreparo para prosseguir com meus estudos senti o peso de uma educação pública em nosso país. Com o tempo e muita dedicação fui me inserindo no meio acadêmico e cheguei a conseguir uma bolsa de intercâmbio para a University of West Florida – EUA. Criativo e sonhador como sempre fui, voltei cheio de ideias sobre a docência e com a certeza de que seria o melhor professor que pudesse ser.

Como “o pós-graduando” e professor da Educação Básica, a escolha da Eletroquímica como área da Química a se desenvolver na presente pesquisa surgiu da percepção em sala de aula da dificuldade de compreensão de conceitos eletroquímicos por parte dos estudantes. Como pesquisador, inúmeros trabalhos corroboraram com minha percepção e foram além em mostrar de forma específica quais conceitos foram e tem sido alvos de concepções alternativas.

A Eletroquímica, segundo Brown et al. (2016), é “o estudo das relações entre eletricidade

e as reações químicas, abrangendo o estudo de processos espontâneos e não espontâneos”. Na sociedade atual, a Eletroquímica ocupa um papel de destaque na compreensão de fenômenos naturais e de tecnologias clássicas e inovadoras. Em um mundo tecnológico, carregado de dispositivos eletrônicos que possuem sua base na geração de eletricidade por meio das pilhas e baterias convencionais, a Eletroquímica se estende para diversos campos de pesquisa como o biológico e medicinal (SILVA, 2017). Diante de uma gama de possibilidades, escolhemos para o presente trabalho estudar o ensino de Eletroquímica para estudantes de graduação em Química.

A área de ensino de Química tem apresentado inúmeros trabalhos de pesquisa sejam eles no âmbito nacional ou internacional, em nível de graduação ou pós-graduação, voltados para o público do Ensino Superior (ES) ou Educação Básica (EB). Apesar do desenvolvimento da pesquisa no campo de ensino no país, pouco tem se buscado sobre o ensino de Eletroquímica.

Em um recente trabalho de Nogueira et al. (2017), as autoras apresentam uma pesquisa de estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos da área de educação do Brasil em um intervalo de 14 anos, englobando a área de Eletroquímica.

Para tanto, nossos dados serão constituídos pelos anais do Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), do Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química (EPPEQ) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), referentes ao período de 2000 a 2014 (Nogueira et al., 2017, p.411)

Essa pesquisa retornou um quantitativo de 100 trabalhos com conteúdo referente a reação Redox, sendo 97 de Universidades Nacionais e 3 de Universidades Internacionais. Comparativamente ao total de trabalhos submetidos aos eventos supracitados, durante o mesmo período, Nogueira et al. (2017) relatam um quantitativo de

2478 trabalhos na divisão de ensino da RASBQ; 5154 no ENPEC; 3811 no ENEQ; e 544 no EPPEQ, o que significa que apenas 1,5%; 0,2%; 1,1%; e 2,2% dos trabalhos inscritos nos eventos, respectivamente, correspondem a pesquisas que tiveram como objeto de estudo o conteúdo de reações redox (p.414)

Ao refinarmos nossa pesquisa no estudo apresentado pelas autoras, encontramos que apenas 35% dos 100 trabalhos apresentados eram voltados aos discentes do ES. Dois dos 100 trabalhos incluíam a utilização de Mapas Conceituais (MC) como estratégia didática, porém apenas um deles era direcionado a estudantes de graduação. Infelizmente não foi possível a leitura do trabalho pois o mesmo não foi localizado.

Escolhemos utilizar os Mapas Conceituais (MC) desenvolvidos por Novak (1996) partindo da ideia de que essa é uma ferramenta potencialmente significativa que leva ao desenvolvimento da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel et al. (1978), no caso específico de nossa pesquisa, para conceitos da Eletroquímica.

Ausubel propõe em sua teoria da Aprendizagem Significativa (AS) que para que um conceito seja aprendido significativamente é preciso que haja interação do novo conhecimento com subsunçores presentes na estrutura cognitiva do estudante, contudo, é preciso que se desenvolvam metodologias de ensino potencialmente significativas e que se organizem atividades que proporcionem aos indivíduos repensar suas Concepções Alternativas (CA) em conteúdos específicos.

Esse trabalho surge como uma proposta metodológica para se trabalhar com estudantes de graduação em Química os conceitos da área de Eletroquímica, uma vez que, o conhecimento específico com o qual eles chegam nos cursos superiores têm se mostrado um fator limitador na construção de novos significados, refletindo também no ensino desse conteúdo se pensarmos nos estudantes cujo objetivo é se tornarem professores.

Criamos um espaço de Tutoria para o desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) onde trabalhamos com os estudantes de graduação o conhecimento específico de Eletroquímica utilizando como ferramenta metodológica os Mapas Conceituais (MC).

Dessa forma, definimos como questão norteadora de pesquisa: Como o processo de construção de Mapas Conceituais, por estudantes da graduação em Química, contribui para o conhecimento do conteúdo de Eletroquímica?

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Os conteúdos referentes a área de Eletroquímica são frequentemente apontados como de difícil compreensão pelos estudantes e professores da Educação Básica. Conceitos como: oxidação, redução, reação de oxi-redução, células Eletroquímicas, potenciais padrão, corrente elétrica, condutibilidade elétrica em soluções, transferência de elétrons, potencial de redução, dentre outros; são reportados constantemente como foco de concepções alternativas (CARMEL E PACCA, 2011; GARNETT E TREAGUST, 1992; SCHMIDT, 1997; SANGER E GREENBOWE, 1997a, 1997b; 1999, 2000; LIMA E MARCONDES, 2005).

Segundo Kempa (1991), a dificuldade de aprendizagem que os estudantes enfrentam podem estar relacionadas a diversos fatores, entre eles: i) natureza das ideias prévias que possuem ou conhecimento inadequado para estabelecer relações com os conceitos a serem aprendidos; ii) a demanda e complexidade de uma tarefa de aprendizado em termos de processamento de informações por parte dos estudantes; iii) problemas de comunicação decorrentes da linguagem utilizada, podendo ela ser específica de alguma área; iv) a divergência entre modo de aprendizagem do estudante e o modo de ensino do professor.

Sanjuan et al.(2009) apontam que uma consequência dessa dificuldade de aprendizagem que os estudantes apresentam com os conceitos de Eletroquímica é que muitos professores deixam de lecionar os conteúdos da área e preferem adaptar o currículo. Dessa forma, não haveria tempo hábil para desenvolver tais conteúdos, não precisando assim abordar um assunto que consideram difícil.

Essa visão de adaptação do currículo, para melhor satisfazer o domínio dos conteúdos trabalhados pelos professores, já havia sido descrita anteriormente por Grossman (1994):

Como ativos configuradores do currículo, os professores tornam patente nas suas decisões curriculares os seus conhecimentos, interesses e valores; podem dar mais atenção àquilo que mais dominam ou que tem mais interesse e, por outro lado, dar menos importância ou até evitar aqueles conteúdos que conhecem menos; tratam assim de adaptar um determinado currículo o mais possível a seu próprio conhecimento disciplinar, selecionando aquele em função deste (GROSSMAN, 1994, apud Fernandez, 2011, p. 2).

Os fatos acima citados refletem diretamente no currículo da Educação Básica e na formação dos estudantes, podendo afetar a formação acadêmico-profissional do futuro professor, de forma a construir uma limitação que venha ser propagada no exercício de sua profissão como educador.

De forma a tentar diminuir as causas de formação das concepções alternativas dos

estudantes e conseqüentemente os efeitos apontados anteriormente, Garnett e Treagust (1992) realizaram uma pesquisa objetivando identificar como os estudantes usam o conhecimento prévio para construir ou desenvolver conhecimento em Eletroquímica. Os autores realizaram entrevistas com estudantes do Ensino Médio na Austrália e observaram um maior quantitativo de concepções alternativas nos temas: reações de oxirredução, células galvânicas e células eletrolíticas.

Na mesma direção, o trabalho de Sanger e Greenbowe (1999) procurou relacionar o conteúdo e as representações presentes em dez livros didáticos¹ de Química que teriam o potencial de induzir ideias errôneas ou de representações que levassem a construção de concepções alternativas (ANEXO A). De forma complementar, os pesquisadores elaboraram uma lista de instruções para evitar o surgimento de tais concepções durante a produção e utilização dos livros.

Em trabalhos nacionais, podemos destacar o trabalho de Caramel e Pacca (2011) que desenvolveram questões específicas de Eletroquímica (ANEXO B) para trabalhar com estudantes do 3º ano do Ensino Médio e com estudantes de graduação em Química, identificando novamente concepções alternativas em conceitos previamente apresentados durante esse capítulo nos trabalhos de Garnett e Treagust (1992) e de Sanger e Greenbowe (1999).

Nesse contexto, faz-se necessária a utilização de metodologias de ensino que possibilitem ampliação na aprendizagem dos estudantes, diminuindo o surgimento de concepções alternativas referentes aos conceitos de Eletroquímica, para que os estudantes não cheguem despreparados para os cursos de Ensino Superior (ES).

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MAPA CONCEITUAL

Novak apresenta em seu livro “Learning how to Learn” (NOVAK, 1984) o que ele descreve como “técnicas simples, mas potencialmente poderosas para ajudar os estudantes a aprender e para ajudar os educadores a organizar o material da aprendizagem”. Dentre as técnicas apresentadas por Novak escolhemos utilizar nesse trabalho os Mapas Conceituais (MC) visto que essa “é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática,

¹ Vale ressaltar que esse artigo trata de uma realidade de materiais fora do Brasil, mas que pode ser relacionado com nossos materiais didáticos.

recurso de aprendizagem e meio de avaliação” (MOREIRA, 1998, p.42).

Os MC têm como base a teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa (AS) de David Ausubel (Ausubel et al, 1978), cujo conceito se opõe a aprendizagem mecânica (memorística). Pelizzari et al. (2002) diferenciam essas duas classes de aprendizagem:

Quanto mais se relaciona o novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da Aprendizagem Significativa. Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, mais próxima se está da aprendizagem mecânica ou repetitiva (p.39).

Não obstante, a Aprendizagem Significativa e a Aprendizagem Mecânica não constituem uma dicotomia pois estão ao longo de um mesmo contínuo. Na prática, grande parte da aprendizagem do estudante ocorre entre essas duas formas de aprendizagem, porém, AS é facilitada havendo a predisposição dos estudantes em aprender, a existência de ideias prévias, a utilização de materiais potencialmente significativos e a mediação adequada do professor.

Essencialmente, para que haja AS é preciso: I) que haja predisposição do estudante em aprender, pois se não o tiver e quiser memorizar os conteúdos de forma arbitrária, a aprendizagem se dará de forma mecânica; II) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, etc.) seja potencialmente significativo² (PELIZZARI et al., 2002; MOREIRA, 1998)

Moreira e Masini (2006) também descreve a AS como o processo no qual uma ideia interage com o conhecimento relevante que o aprendiz já possui. A esse conhecimento previamente existente na estrutura cognitiva do indivíduo Ausubel (1978) deu o nome de subsunçor.

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo que este adquira, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação) (MOREIRA; MASINI, 2006, p.15).

Ausubel já apontava em sua teoria cognitiva de aprendizagem, a necessidade de conhecer nossos estudantes e as ideias prévias trazidas por eles, assim como a importância da formação dos professores para saber lidar com essas informações, tentando guiá-los pelo processo de construção e reconstrução do conhecimento (AUSUBEL et al, 1978).

O ponto mais importante a recordar acerca do compartilhar de significados, no contexto da educação, é que os estudantes trazem sempre algo deles próprios para a negociação, não sendo, pois, uma tábua rasa para nela se escrever ou um contentor vazio para se encher. [...] O que quer que seja que os estudantes tenham aprendido antes, tem de ser usado para alimentar a nova

² Potencialmente significativo, pois não existe material significativo, uma vez que, quem dá significado para ele são as pessoas.

aprendizagem. Tanto os estudantes como os professores devem estar conscientes do valor que têm os conhecimentos prévios na aquisição dos novos conhecimentos (NOVAK, 1996, p.37-38).

O novo conhecimento pode ser mediado pelo professor de maneira que a aprendizagem se dê por descoberta ou por recepção. Quanto mais o conhecimento for adquirido por descoberta, mais ele se aproximará da AS e se distanciará da memorização. Entretanto, como aponta Moreira (1998), não devemos confundir a Aprendizagem Mecânica com a aprendizagem por recepção. Tanto a aprendizagem por descoberta quanto por recepção pode ser significativa se o novo conhecimento se relacionar com o subsunçor.

Lembramos que apesar de a aprendizagem ser significativa, ela não é isenta de esquecimento e pode sofrer uma perda progressiva da dissociabilidade, porém, existirá sempre um conhecimento residual presente no subsunçor. Temos então a sensação de que podemos reaprender tais conhecimentos a qualquer momento de maneira mais fácil. Contrariamente, na aprendizagem mecânica o esquecimento pode acontecer de forma rápida e completa (MOREIRA, 1998).

Como a AS se dá por meio da interação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, à medida que novos conhecimentos vão sendo introduzidos, “progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens” (MOREIRA, 1998, p.7).

Ausubel et al. (1978) descrevem diferentes categorias de AS mostradas de forma simplificada no Quadro 1

Quadro 1 - Categorias da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel et al 1978.

Categoria de aprendizagem	Descrição	Exemplo no ensino de Eletroquímica
Subordinada	Ocorre quando a nova informação tem interação com os conhecimentos prévios, tornando-se significativo. Subdivide-se em correlativa (alarga o conhecimento) e derivativa (é um exemplo que reforça o subsunçor)	Subordinada correlativa: saber que os elétrons gerados em uma pilha são provenientes de uma reação de oxirredução. Subordinada derivativa: saber que uma pilha Química pode gerar eletricidade tanto quanto uma pilha comercial.
Superordenada	Ocorre quando surge um novo conceito, mais abrangente, que engloba e reúne os conceitos preexistentes a partir de uma série de conceitos. Envolve os processos de abstração, indução e síntese de novos conhecimentos que passam a subordinar o subsunçores que lhes deram origem (Moreira e Masini, 1982).	O estudante quando faz a relação entre a pilha e os conceitos de oxidação/redução reúne todas as informações necessárias para o entendimento geral do princípio de funcionamento de uma pilha comercial.
Combinatória	Um novo conhecimento implica na interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, inclusive conhecimentos de outras áreas, de outros domínios que não aquele que está sendo foco no momento.	Para compreender o fluxo de elétrons produzido em uma pilha comercial, que causa uma diferença de potencial elétrico que é aproveitado na forma de trabalho e faz funcionar um aparelho eletrônico, não basta apenas saber os conceitos envolvidos em Eletroquímica. Também é necessário ter um conhecimento mais amplo não só da Química quanto de Física e estes já devem estar na estrutura cognitiva do indivíduo.

Fonte: Silva et al. (2014).

Dessa forma, Ausubel propõe que processos cognitivos simultâneos ocorrem na construção de novos conhecimentos durante a AS. O conhecimento adquirido vai sendo diferenciado progressivamente, de maneira que ideias mais gerais e inclusivas são apresentadas inicialmente e progressivamente diferenciadas, aprofundando o nível de detalhamento.

Relações entre ideias são exploradas de modo a identificar suas similaridades e diferenças, conseqüentemente podendo ser reconciliadas de forma integradora, formando uma organização hierárquica iniciando por conceitos amplos e abrangentes e seguindo para conceitos mais específicos e menos abrangentes na estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA et al, 2006; CALHEIRO, 2014; NOVAK, 1996).

Novak (1996) diferencia essas três ideias propostas por Ausubel:

- 1) A estrutura cognitiva é **organizada hierarquicamente**, com os conceitos e as proposições menos inclusivos, mais específicos, subordinados aos conceitos e proposições mais gerais e abrangentes.
- 2) Os conceitos da estrutura cognitiva estão sujeitos a uma **diferenciação progressiva**, acompanhada do reconhecimento de uma maior abrangência e especificidade nas regularidades dos objetos ou acontecimentos, e de cada vez mais ligações preposicionais com outros conceitos.
- 3) A **reconciliação integradora** ocorre quando dois ou mais conceitos são relacionados em termos de novos significados preposicionais e/ou quando se resolvem conflitos de significados entre conceitos (p.113).

Podemos inferir que no processo de AS a diferenciação progressiva acontece em conjunto com a reconciliação integrativa, pois essas fazem parte do processo de reorganização do conhecimento ao diferenciar e aproximar os conceitos (MOREIRA, 1998).

Baseado na teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa, Moreira (1998) propõe a criação de sequências didáticas que promovam a Aprendizagem Significativa Crítica³, o que ele chamou de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Moreira descreve as bases teóricas que suportam a elaboração das UEPS e os princípios para a elaboração dessas Unidades, deixando claro que é de responsabilidade do professor adaptá-las as diferentes realidades encontradas durante a docência.

Os princípios das UEPS são descritos a seguir:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a Aprendizagem Significativa (Ausubel);

³ A Aprendizagem Significativa Crítica é uma ampliação da AS de Ausubel (1978) proposta por Moreira (2005)

- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a Aprendizagem Significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- A avaliação da Aprendizagem Significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a Aprendizagem Significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo, ou seja, na medida em que for também mediador da aprendizagem;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A Aprendizagem Significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira) (MOREIRA, 1998, p.67-68).

Para lidar com o conhecimento, é preciso que haja primordialmente dois sujeitos protagonistas, o estudante e o professor; cada qual com diferentes funções frente ao conteúdo a

ser aprendido e ensinado. Se por um lado temos o estudante, cujo desejo de aprendizagem o leva a busca pelo conhecimento, por outro temos os professores, profissionais com maior grau de conhecimento e responsáveis por mediar o aprendizado dos estudantes de maneira significativa.

Como apontado anteriormente, escolhemos mediar a construção de conhecimento por meio do uso dos Mapas Conceituais, técnica desenvolvida por Novak e apresentada em seu livro ao qual nos referimos no início desse capítulo.

Os MC foram desenvolvidos por Novak e possuem potencial para promover a Aprendizagem Significativa (AUSUBEL et al., 1978). São mapas que expressam proposição formadas a partir da união de conceitos, intermediados por uma palavra de ligação (conectores), formando uma unidade semântica com o objetivo de representar relações significativas entre conceitos.

Os mapas conceituais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. Um mapa conceptual também pode funcionar como um mapa rodoviário visual, mostrando alguns dos trajetos que se podem seguir para ligar os significados de conceitos de forma a que resultem proposições (NOVAK, 1996, p.31).

A criação desses mapas ocorre basicamente pela união de dois ou mais conceitos, onde a relação entre eles é estabelecida por meio de conectores, de modo a formar uma proposição, estabelecendo assim um esquema de visualização de conceitos que demonstre as relações hierárquicas entre eles; isto é, os conceitos mais gerais devem estar em posição de destaque, indicando o início do mapa e os conceitos mais específicos, incluídos sucessivamente, estabelecendo unidades semânticas⁴.

É indubitável que, no processo de elaboração dos mapas, podemos desenvolver novas relações conceituais, especialmente se procurarmos ativamente construir relações preposicionais entre conceitos que até então não considerávamos relacionados: Os estudantes e os professores fazem notar frequentemente, durante a elaboração de mapas conceituais, que reconhecem novas relações e, portanto, novos significados (ou pelo menos significados que eles não possuíam conscientemente antes de elaborarem o mapa) (NOVAK, 1996, p.33).

Durante o processo de construção dos MC é importante ter um pensamento reflexivo, pois a partir da reflexão sobre as unidades semânticas formadas será possível compreender os caminhos percorridos na construção das proposições e por consequência recriá-las caso necessário. Uma grande vantagem de se trabalhar com mapeamento conceitual é a possibilidade

⁴ Sentenças que promovem sentido e interpretação.

de trocas de produções entre seus criadores, podendo haver um compartilhamento de informações promovendo a reflexão coletiva dos mapas.

O pensamento reflexivo é o fazer algo de forma controlada, que implica levar e trazer conceitos, bem como juntá-los e separá-los de novo. Os estudantes necessitam de praticar o pensamento reflexivo tal como as equipes precisam de tempo para praticar um esporte. O fazer e o refazer de mapas conceituais, e compartilhá-los com os outros pode ser considerado um esforço de equipe no esporte de pensar (NOVAK, 1996, p.35).

O autor apresenta em sua teoria a ideia de que essa ferramenta tem um grande potencial para revelar as concepções alternativas e ideias prévias de seus produtores. Sendo assim, segundo Novak, é possível caracterizar concepções alternativas a partir das relações feitas entre os conceitos formando uma proposição falsa, ou pela omissão de palavras chave que os conectem de maneira eficaz (NOVAK, 1996).

Para o estudante, eles ajudam a tornar evidentes os conceitos chave ou as proposições a aprender, sugerindo além disso ligações entre o novo conhecimento e o que ele ou ela já sabem. Para o professor, os mapas conceituais podem utilizar-se para determinar que rotas seguir para organizar os significados e os negociar com os estudantes, assim como para descobrir as concepções alternativas dos alunos (p.38).

Portanto, partindo da teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa desenvolvida por Ausubel (1978), e do potencial dos MC apresentados pela pesquisa de Novak (1996), acreditamos que é possível incorporar a criação de Mapas Conceituais ao processo de construção e reconstrução do conhecimento durante momentos de Tutoria, compreendidos nesse trabalho como uma UEPS. Dessa forma, nesse trabalho analisamos o processo de aprendizagem de conceitos da Eletroquímica a partir da utilização dos MC nas Tutorias, espaço esse criado para proporcionar a reflexão sobre os conceitos de maneira mais ampla.

3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é compreender como o processo de construção de Mapas Conceituais por estudantes da graduação em Química contribui para o desenvolvimento do conteúdo específico.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os conceitos considerados primordiais/base, para a compreensão dos conteúdos de Eletroquímica.
- Identificar as potencialidades de um espaço formativo de Tutoria para os estudantes de graduação.
- Compreender como o processo de construção de Mapas Conceituais contribui para a Aprendizagem Significativa do conteúdo específico de Eletroquímica.

4 METODOLOGIA

Interessados em analisar os processos formativos pelos quais os estudantes de graduação passam para se tornarem profissionais de suas áreas, focamos na análise dos encontros e produções realizadas durante as etapas descritas a seguir; para tal, é necessária capacidade e flexibilidade para coletar e analisar uma variedade de dados. Desta forma, adotamos para a presente pesquisa a metodologia qualitativa definida por Martins (2004) como:

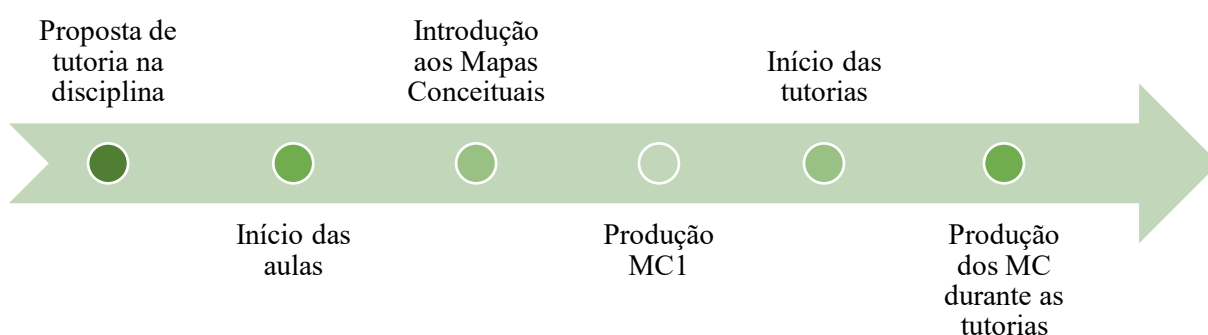
As chamadas metodologias qualitativas privilegiam, de modo geral, a análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais. Realizando um exame intensivo dos dados, tanto em amplitude quanto em profundidade, os métodos qualitativos tratam as unidades sociais investigadas como totalidades que desafiam o pesquisador (p.292).

Ao longo dos tópicos descreveremos as estratégias e respectivas justificativas que sustentam e/ou reforçam nossas escolhas metodológicas, desde a seleção do tema de pesquisa até a abordagem para a análise dos dados.

4.1 ETAPAS DA PESQUISA

A sequência de etapas da pesquisa é mostrada de forma simplificada no Fluxograma 1 e descrita na sequência:

Fluxograma 1 - Sequência de etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

- a) solicitamos aos professores da disciplina de Eletroquímica: desenvolvimento de nossa pesquisa em suas aulas e a criação de um espaço de Tutoria que funcionasse de forma paralela as aulas teóricas da disciplina para a realização de atividades organizadas para a presente pesquisa;

- b) ao final da primeira aula da disciplina, introduzimos a proposta de criação de um espaço de Tutoria para os estudantes matriculados no 2º semestre de 2018 em Eletroquímica. Posteriormente, apresentamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) e o recolhemos assinado pelos participantes da pesquisa;
- c) na segunda aula da disciplina de Eletroquímica, realizamos um levantamento da disponibilidade de horário para as Tutorias junto aos estudantes matriculados na disciplina e criamos um cronograma de encontros para o semestre (APÊNDICE B);
- d) ainda durante a segunda aula, introduzimos de forma sucinta e teórica os Mapas Conceituais e a teoria do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), para em seguida propor a construção de um primeiro mapa objetivando levantar ideias prévias sobre Eletroquímica trazidas pelos estudantes;
- e) iniciamos as Tutorias com dados já coletados na etapa (primeiro MC), e construímos novos dados para a pesquisa por meio da gravação áudio visual dos encontros realizados durante todo o semestre, elencados no Cronograma de Atividades (APÊNDICE B), e através das produções dos MC;
- f) houveram cinco momentos dedicados à construção dos MC pelos participantes da pesquisa e que são apresentados no Cronograma de Atividades (APÊNDICE B);
- g) os MC produzidos pelos participantes de pesquisa foram retomados em momentos posteriores à sua produção durante a Tutoria, a fim de promovermos uma reflexão coletiva sobre seu conteúdo e construção. Esses momentos são descritos na etapa de análise dos encontros;
- h) por fim, foi realizada a análise dos dados coletados para a divulgação dos resultados obtidos com a pesquisa.

4.2 CONTEXTO DA PESQUISA

Diante do cenário apresentado na introdução sobre aprendizagem de conceitos referentes a área de Eletroquímica, nossa pesquisa vem discutir alternativas didáticas para superar as dificuldades, buscando proporcionar ampliação na qualidade do ensino e da aprendizagem, contribuindo com a formação acadêmica. Dessa forma, acreditamos que seja importante oportunizar um espaço que promova a reflexão crítica dos estudantes da graduação em Química

sobre as dificuldades e potencialidades dos conteúdos de Eletroquímica, permitindo ampliar seus conhecimentos específicos.

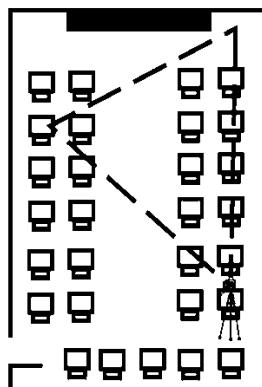
4.2.1 Sala de aula – Disciplina de Eletroquímica

Durante uma reunião com os dois professores da disciplina de Eletroquímica solicitei permissão para a realização da nossa pesquisa em sala de aula. A eles foi explicado como a pesquisa seria conduzida e propusemos a criação da Tutoria. Explicamos sobre a utilização dos MC para obtenção dos dados e sobre nosso objetivo de identificar as contribuições desses espaços de formação para os participantes. Solicitamos autorização para a gravação das aulas teóricas e práticas para análise posterior.

A disciplina de Eletroquímica é uma disciplina obrigatória somando 60 horas semestrais, oferecida em 3 horas semanais no 5º semestre para os cursos de Química diurno e noturno, licenciatura e bacharelado. As aulas acompanhadas foram ofertadas às segundas-feiras no período noturno de 19h às 22h de 2018 seguindo o Cronograma da Disciplina (ANEXO C) e o Plano de Ensino (ANEXO D).

Foram registradas em áudio e vídeo, 13 aulas teóricas, cada uma com duração de aproximadamente 3h, totalizando cerca de 39 horas de gravação. A câmera foi posicionada no fundo da sala virada para a lousa onde as aulas eram desenvolvidas no quadro e/ou slides projetados (Figura 1). O enquadramento era feito de acordo com a necessidade e desenvolvimento da aula, tentando capturar o máximo das interações possíveis entre professor e estudante.

Figura 1 - Representação da filmagem em sala de aula.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

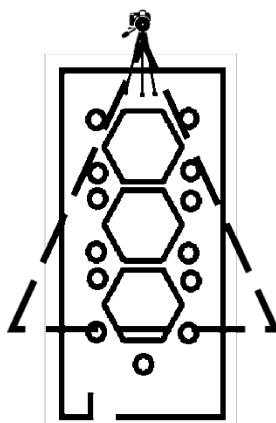
Não foi possível a gravação da primeira aula em sala, pois os estudantes ainda não haviam sido convidados e apresentados à pesquisa, os professores ainda não haviam assinado

o TCLE (APÊNDICE A) e conseqüentemente, não era permitido, perante o comitê de ética, a coleta de dados em áudio e vídeo. Entretanto, ao final dessa mesma aula, foi entregue o TCLE aos estudantes e solicitada a participação na pesquisa. Por conseguinte, todos os participantes assinaram o TCLE concordando serem gravados em áudio e vídeo a fim de colaborar com a pesquisa. Este termo e o projeto de pesquisa foram aprovados pelo Parecer nº 3.065.946 no Comitê de Ética em Pesquisa da UFJF - CEP/UFJF.

4.2.2 A Tutoria

Iniciamos as Tutorias a partir da segunda semana de aula. A pedido dos estudantes da disciplina de Eletroquímica, disponibilizamos dois horários de encontro durante a semana, um às segundas-feiras de 16h às 15h e outro às quartas-feiras de 18h às 19h. Devido ao não comparecimento dos estudantes nas Tutorias de segunda feira, permanecemos apenas com o horário de quarta-feira. Tivemos ao todo nove encontros, sendo oito com duração de 1h e o último encontro com duração de 2h. Os encontros foram gravados em áudio e vídeo para posterior análise (Figura 2).

Figura 2 - Representação da filmagem da Tutoria.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A Tutoria é um espaço que possui características de amplitude e diversidade de trabalho, onde é possível desenvolver metodologias mais ativas que possibilitem ampliação dos processos de ensino e aprendizagem.

Propusemos a criação do espaço formativo de Tutoria paralelo ao processo de formação na graduação, com participação voluntária dos estudantes, para que tivéssemos um ambiente de contato periódico com a turma. A Tutoria teve como finalidade: abordar as possíveis limitações conceituais e concepções alternativas que os graduandos apresentavam; propor uma reflexão

sobre os conceitos fundamentais da Eletroquímica estimulando o processo de construção e reconstrução dos conhecimentos referentes a área; contribuir com a formação acadêmica dos graduandos em Química.

Dessa forma, a construção dos dados foi realizada em dois ambientes majoritariamente, sala de aula da disciplina de Eletroquímica, oferecida aos cursos de licenciatura e bacharelado em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora e o espaço de Tutoria criado especialmente para a pesquisa.

4.2.3 Participantes da Pesquisa

Selecionamos trabalhar com os estudantes matriculados no segundo semestre de 2018 na disciplina de Eletroquímica devido ao período de coleta de dados da pesquisa e com o intuito de avaliar a contribuição simultânea da Tutoria e das aulas teóricas na formação acadêmica dos graduandos em Química.

Como nossa pesquisa é focada em avaliar a construção do conhecimento por meio de processos utilizando a ferramenta cognitiva de Mapas Conceituais, não nos limitamos em selecionar estudantes apenas da Licenciatura ou do Bacharelado, abrangendo as duas áreas de formação em química na universidade onde se realizou a pesquisa.

Dessa forma, tivemos um total de participantes da pesquisa de 17 estudantes e os dois professores responsáveis pela disciplina no período de coleta de dados. Codificamos os estudantes de E1 a E17 e os professores em P1 e P2, visando preservar a identidade, totalizando 19 participantes.

Dentre os 17 estudantes, 10 participantes eram alunos matriculados pela primeira vez na disciplina e sete eram repetentes (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição de estudantes novatos e repetentes participantes da pesquisa.

CATEGORIA	ESTUDANTES	TOTAL
Novatos	E2, E3, E4, E6, E7, E12, E13, E14, E15, E16	10
Repetentes	E1, E5, E8, E9, E10, E11, E17	7

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao todo, 14 estudantes participaram inicialmente da Tutoria, porém esse número foi diminuindo no decorrer do semestre. E7 e E17 não frequentaram as aulas teóricas e as Tutorias; E9 frequentou as aulas, porém não frequentou as Tutorias. Para melhor identificação e

visualização dos participantes construímos a Figura 3.

Figura 3 – Representação dos participantes da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os participantes não foram diferenciados em categorias por modalidade de graduação (Licenciatura e Bacharelado) pois não tínhamos como objetivo selecionar para participação nessa pesquisa nenhum dos dois grupos especificamente.

4.3 OBTENÇÃO DOS DADOS

Nessa seção, descreveremos a estrutura metodológica utilizada para coleta dos dados que compõem o *corpus* da pesquisa. Carvalho (2007) reforça a importância e a necessidade do cuidado nessa etapa, afirmando que “a estrutura metodológica de uma pesquisa visa cercar a coleta de dados de todos os cuidados para que estes respondam, com maior confiabilidade e precisão possível, às questões levantadas”.

Utilizamos como recurso para obtenção de dados, os Mapas Conceituais, inserindo-os no ambiente das Tutorias em momentos específicos apresentados no cronograma de atividades (APÊNDICE B). Nossos objetivos com a criação dos mapas foram: levantar ideias prévias, desenvolver o conhecimento do conteúdo específico e trabalhar a inter-relação entre conceitos.

Os espaços de formação, aulas teóricas e Tutorias, foram registrados em áudio e vídeo, como citado anteriormente, para que pudéssemos utilizá-los posteriormente na análise dos dados. Adicionalmente, foram realizados registros em um caderno de campo durante as aulas com o objetivo de destacar aspectos dos registros em vídeo para análises posteriores. Os dados

obtidos foram, portanto, as gravações de áudio e vídeo das aulas teóricas e do espaço de Tutoria criado na disciplina, as anotações no caderno de campo e as produções de MC realizadas.

Quando necessário, os trechos foram transcritos de acordo com as regras estabelecidas por Marcuschi (2007), o qual descreve que

O essencial é que o analista saiba quais os seus objetivos e não deixe de assinalar o que lhe convém. De um modo geral a transcrição deve ser limpa e legível, sem sobrecarga de símbolos complicados[...]. Para o formato da conversação, é usual uma sequenciação, com linhas não muito longas, para melhor visualização do conjunto. Importante indicar os falantes com siglas[...] (p.9-10).

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Analisamos os dados construídos para respondermos a nossa questão de pesquisa utilizando a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), onde Franco (2007) descreve como sendo o seu ponto de partida de análise a mensagem, podendo ser emitida de diferentes formas como gestual, textual, oral, dentre outras; porém vinculadas as condições contextuais de seus produtores, expressando um sentido e um significado.

Para analisarmos os MC de forma qualitativa, criamos as siglas MC1, MC2, MC3, MC4 e MC Final para indicar a sequência de produção. Em seguida, analisamos e categorizamos os MC produzidos e optamos por verificar também os conceitos mais frequentes, a fim de observar se houve um aumento na quantidade de conceitos válidos referentes a área de Eletroquímica ao longo das atividades formativas, a saber, a disciplina e a Tutoria.

Utilizamos os critérios descritos no trabalho de Calheiro (2014) para categorizar os MC, que são eles:

Categoria A: mapas que deixam explícito a falta de subsunçores relevantes ao conteúdo ou que não apresentam relações corretas entre conceitos.

Categoria B: mapas com poucos subsunçores relevantes indicando pouca Aprendizagem Significativa.

Categoria C: mapas com considerável número de subsunçores relevantes indicando a presença de Aprendizagem Significativa.

Utilizando as categorias acima, analisamos os MC dos 14 participantes classificando-os de acordo com os 10 elementos relacionados a Teoria da AS, descritos no Quadro 2, alocando-os nas categorias descritas de acordo com a maior quantidade de elementos presentes.

Quadro 2 - Critérios de categorização dos MC.

Categorias/ Critérios	Categoria A	Categoria B	Categoria C
Proposições/ Ligações erradas	Sim	Não	Não
Proposições/ Ligações válidas	Não	Em parte	Sim
Conceitos errôneos	Sim	Em parte	Não
Relação hierárquicas	Em parte	Em parte	Sim
Conceitos cruzados válidos e significativos	Não	Sim	Sim
Conceitos cruzados e não significativos	Sim	Em parte	Não
Integração entre os conceitos abordados na UEPS	Não	Em parte	Sim
Diferenciação progressiva	Não	Sim	Sim
Reconciliação integrativa	Não	Não	Sim
Exemplos válidos	Não	Em parte	Sim

Fonte: Calheiro (2014, p.101).

Para analisarmos as gravações das aulas teóricas, optamos pela criação de um mapa de eventos inspirado no trabalho de Martins (2007), ferramenta que consiste em destacar aspectos não verbais por meio de registros de sala de aula. Foram feitas adaptações da ferramenta uma vez que não era nosso objetivo expor de forma detalhada os mapas de evento, exigindo assim um menor rigor em seu formato.

O formato utilizado para nosso mapa de eventos consiste em um quadro contendo as categorias: nome da aula com a sigla do professor, número de ordem, início do evento, fim do evento, natureza do evento, agente, tópicos, ferramentas, descrição do evento e observações. Um fragmento do mapa de eventos da disciplina de Eletroquímica do 2º semestre de 2018 pode ser observado na Figura 4, como exemplo.

Figura 4 - Fragmento do mapa de eventos da disciplina Eletroquímica 2º sem./2018.

Aula 1 P1									
Número de ordem	Início do evento	Fim do evento	Natureza do evento	Agente	Tópicos	Ferramentas	Descrição do evento	Impressões	Observações
1	00:00:00	00:01:23	Organizativo				P1 da disciplina, PQ e seu orientador organizam material (powerpoint e projetor) para o início da aula.		
2	00:01:24	00:01:59	Organizativo	P1			O P1 apresenta o PQ e informa de maneira geral a que se deve a presença dele na aula.		
3	00:02:00	00:19:10	Explicativo	PQ	PCK + MC	Power Point	O PQ fez a apresentação de sua pesquisa.		
4	00:19:11	00:38:10	Exercício em Aula	PQ + As			PQ propõe a criação do primeiro Mapa Conceitual. Alunos realizaram a atividade.	Notou-se uma grande dificuldade dos alunos em relacionar conceitos vistos na educação básica com o tema eletroquímica. Exemplo: Nox, reação de oxidação e eletrolise.	00:26:26 - aluna A11 relata dificuldade na produção do mapa pois não teve contato com a matéria de eletroquímica ainda. Em seguida o PQ pergunta para a turma quem não havia estudado qualquer conteúdo de eletroquímica até o momento. Muitos da turma levantam a mão.
5	00:38:11	00:38:27	Organizativo				PQ combina horário das tutorias como sendo todas as quartas-feiras das 18h às 19h.		
6	00:38:28	00:39:50	Organizativo				P1 verifica a lista de presentes para garantir que não esteja faltando alunos matriculados.		
Interrupção da câmera.									
7	00:00:00	00:00:32	Organizativo				Finalização da verificação da Lista de presença.		
Interrupção da câmera.									
8	00:00:00	00:02:50	Organizativo				P1 Discute com os alunos a possível alteração no cronograma da disciplina podendo haver uma tutoria na aula anterior à prova. Alunos concordam com a mudança adiando assim a prova para uma semana posterior a data prevista.		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Essa ferramenta nos ajudou identificar o panorama geral da sala de aula e selecionar episódios para análise, além de nos permitir organizar as aulas gravadas para entender como o tempo é organizado, quais temas e conceitos se destacam durante as atividades; identificar as ferramentas utilizadas para cada atividade específica, organizar os componentes curriculares abordados em aula; descrever os eventos e realizar observações que se relacionem aos episódios, organizando as análises posteriores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A discussão dos resultados será apresentada em ordem cronológica das etapas de obtenção dos dados da pesquisa. Como nosso primeiro contato com a turma ocorreu na primeira aula da disciplina de Eletroquímica, iniciaremos nossa análise a partir desse ponto. Dividiremos nossa análise em quatro momentos: 5.1. Aula introdutória da disciplina com o professor de Eletroanalítica (P2); 5.2. Sequência de aulas com o professor de Físico-Química (P1); 5.3. Sequência de aulas com o professor de Eletroanalítica (P2) e 5.4. Histórico da Disciplina de Eletroquímica. Tal divisão foi feita para diferenciarmos os períodos em que P1 e P2 lecionavam as aulas teóricas da disciplina.

Paralelamente as aulas da disciplina ocorreram os encontros das Tutorias. Esses encontros serão discutidos também de forma cronológica, apresentados entre as aulas teóricas da disciplina de maneira a acompanhar o cronograma criado para os encontros (APÊNDICE B).

5.1 AULA INTRODUTÓRIA DA DISCIPLINA DE ELETROQUÍMICA

A primeira aula de Eletroquímica (A1) é uma aula introdutória da disciplina e foi oferecida pelo professor P2. Utilizamos essa sigla para o professor da primeira aula, pois este lecionou a segunda parte (Eletroanalítica) das aulas teóricas, ficando apenas encarregado da aula introdutória nesse primeiro momento.

Nessa primeira aula o professor apresentou o cronograma da disciplina (ANEXO C) e relacionou os conteúdos de Química Analítica lecionados na disciplina de Análise Volumétrica com os conteúdos programados para a disciplina de Eletroquímica. Em adição, foram abordados métodos de calibração de equipamentos e as principais técnicas Eletroanalíticas utilizadas, comparando-as frente as técnicas volumétricas abordadas na disciplina de Análise Volumétrica.

Considerando que essa era uma aula introdutória, não observamos um levantamento de conceitos prévios necessários para a disciplina de Eletroquímica, tais como: corrente elétrica, transferência de elétrons, nox, reação de oxirredução, dentro outros. Conceitos como corrente elétrica, eletrodo e eletrólito, que foram citados durante a aula, não foram questionados quanto ao conhecimento dos termos. Como se trata de um acompanhamento da disciplina, não foi possível identificar naquele momento se houve essa preocupação ou se não fazia parte da programação da aula esse tipo de abordagem. Fato esse que seria esclarecido durante entrevista programada no projeto de pesquisa, que não foi possível de ser realizada, após o semestre de

coleta de dados, devido a acontecimentos extra acadêmicos. Dessa forma, partimos do pressuposto que os professores entendem que os estudantes iniciam a disciplina de Eletroquímica com o conhecimento específico ensinado nas escolas e em disciplinas anteriores da graduação.

5.1.1 Etapa de Verificação dos Conhecimentos Trazidos pelos Estudantes

Quadro 3 - Disciplinas do currículo vigente que apresentam conteúdos de Eletroquímica.

Período	Disciplina	Assunto	Ementa
1º	Laboratório de Química	Condutividade	Compreender as condições para que haja condutividade elétrica, verificar a condutividade de algumas substâncias, em soluções aquosas ou no estado líquido e fundidas, verificar, por condutividade, a força de ácidos e a relação com a concentração das soluções.
		Eletroquímica	Aplicar os conceitos envolvidos nas reações de oxidação-redução, conceito de pilha, potencial padrão de redução, construção de: uma pilha de concentração iônica e uma pilha de corrosão, proteção catódica do ferro.
2º	Laboratório de Estrutura e Transformações	A Natureza da energia Química e elétrica:	Calcular o valor liberado ou absorvido em reações Químicas, calcular a energia liberada por processos químicos, reatividade dos metais, entender o funcionamento de pilhas e baterias
4º	Introdução à Análise Química	Titulometria de Oxirredução	Princípios (reações redox, potencial padrão de eletrodo, Equação de Nerst), curvas de titulação de oxidação-redução, cálculos da composição da solução, indicadores do ponto final, aplicações.

Fonte: <http://www.ufjf.br/quimica/disciplinasdep/>

Ao analisarmos a matriz curricular, a qual a disciplina acompanhada está inserida, no 5º período do currículo atual na instituição, como apresentado no Capítulo 4, identificamos que apenas nas disciplinas Laboratório de Química (primeiro semestre), Laboratório de Estrutura e Transformações (segundo semestre) e Introdução a Análise Química (quarto semestre) são lecionados conceitos que se inserem na área de Eletroquímica; são eles os apresentados no Quadro 3.

Diante desse cenário, pressupomos que os professores das disciplinas sequenciais partem da ideia de que seus estudantes aprenderam o conteúdo lecionado nas disciplinas anteriores, não havendo assim a necessidade de retomar conceitos previamente abordados.

De fato, se pensarmos que a matriz curricular é estruturada de forma a oferecer sequência aos conteúdos, podemos nos declinar em concordar com os professores em não levantar ideias prévias de seus estudantes, porém, devemos nos questionar se essa aprendizagem anterior foi realmente significativa e não meramente memorística, para que assim hajam subsunções relevantes ao novo conhecimento a ser construído. Concordamos com Ausubel et al. (1978) sobre a importância do conhecimento prévio dos estudantes na construção de novos conhecimentos, valorizando o que o estudante traz para as aulas e a partir disso, auxiliá-los na aquisição de novos conhecimentos.

5.1.2 Primeiro Encontro com a Turma

Ao final da primeira aula me apresentei para os estudantes matriculados na disciplina expondo brevemente a pesquisa e suas possíveis contribuições para a disciplina. Propomos uma Tutoria voluntária, com encontros semanais de 1h de duração, sendo negociado o dia e horário dos encontros com os participantes de acordo com a disponibilidade de cada um.

Esclareci que apesar de estar inserida na área de Ensino de Química, a presente pesquisa não se limita apenas a estudantes de Licenciatura, aceitando também estudantes do Bacharelado. A mesma informação foi passada aos estudantes, o que despertou indagações a respeito do objetivo e o método de trabalho nas Tutorias. *“Mas você vai resolver exercícios e tirar dúvidas nas vésperas das provas também, não é?” (A15)*. Essa fala reflete o tipo de aprendizagem que vem sendo estimulada pelas instituições de ensino em nosso país, a aprendizagem memorística, o que nos deixou ao mesmo tempo apreensivos e motivados.

Confirmamos o que já acreditávamos e o que o Massi et al. (2017) já havia nos relatado em seu trabalho, que o percurso para implementação de uma Tutoria, diferente do habitual, seria desafiador, uma vez que, existiam concepções formadas sobre as metodologias de trabalho

em Tutorias pré-existentes na instituição. Tomamos como primeiro desafio desconstruir a ideia de Tutoria a qual os estudantes já estavam familiarizados, onde, para eles, este era um momento de resolução de exercícios, esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo específico e preparação para as provas.

Propusemos uma UEPS no formato de uma Tutoria baseada na proposta de Massi et al. (2017) onde debatemos conhecimentos específicos de forma mais ampla, problematizando as concepções trazidas por eles, abordando as possíveis interpretações e formas de lecionar os temas ligados à Educação Básica. Como forma de negociação, nos comprometemos atender a demanda de aulas para as dúvidas antes das provas.

5.2 SEQUÊNCIA DE AULAS DO PROFESSOR DE FÍSICO-QUÍMICA (P1)

Seguindo o cronograma da disciplina (ANEXO C), organizamos a análise dos dados obtidos na primeira parte do curso em cinco semanas: 5.2.1. Aula de Introdução a Eletroquímica e MC1 – Concepções Alternativas em Células Galvânicas, 5.2.2. Aula de Equilíbrio na Eletroquímica – Concepções Alternativas em LD, 5.2.3. Aula de Equilíbrio na Eletroquímica – Concepções Alternativas em Células Eletrolíticas, 5.2.4. Aula de Aplicações da Eletroquímica – Sem Tutoria, 5.2.5. Aula de Resolução da Lista de Exercícios. As quatro primeiras aulas foram lecionadas por P1 e a aula de resolução de lista de exercícios foi conduzida por mim. Nesse período ocorreram os encontros referentes às aulas A2, A3, A4, A5 e A6, e os encontros das Tutorias T1, T2 e T3.

5.2.1 Aula de Introdução a Eletroquímica e MC1 – Concepções Alternativas em Células Galvânicas

Na aula A2, P1 nos disponibilizou a primeira hora de aula para uma intervenção, sendo esse o segundo encontro com a turma durante as aulas teóricas. Com maior disponibilidade de tempo que no primeiro encontro, reapresentamos nossa pesquisa de maneira mais detalhada. Apresentamos slides sobre a teoria e fundamentos da construção dos Mapas Conceituais (MC) (NOVAK, 1996; MOREIRA, 1998). De forma sucinta, apresentei aos estudantes a teoria do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) (SHULMAN, 1986), conforme previsto no projeto original. Porém não utilizamos mais o PCK para conduzir as etapas posteriores dessa pesquisa uma vez que, o foco do trabalho se tornou a aprendizagem significativa dos conceitos Eletroquímicos e não mais as formas pedagógicas de ensino dos mesmos.

Moreira (1998) destaca que para a técnica de mapeamento conceitual ser potencialmente significativa, permitindo a integração, reconciliação e diferenciação de conceitos, é importante que o estudante tenha familiaridade com o processo de criação de MC. Moreira (1998, 2010) descreve as particularidades dos MC, diferindo-os de organogramas e fluxogramas, assim como a importância de se utilizar relações hierárquicas independentemente do tipo de organização do mapa e diferenciar conceitos mais abrangentes, mais específicos e conectores.

Um ponto a ser levado em consideração é que a maioria dos estudantes possuía pouco ou nenhum contato prévio com MC antes da atividade, por isso foi necessária a apresentação inicial de Mapas Conceituais com exemplificação do que eram e como são construídos, a fim de diferenciá-los de fluxogramas e organogramas, tipos de diagramas com os quais possuem mais familiaridade.

Como primeira atividade, propusemos a criação de um Mapa Conceitual sobre o tema Eletroquímica (MC1) com o objetivo de levantar as ideias prévias dos estudantes participantes da pesquisa, não nos preocupando tanto com a forma de organização dos mapas, mas sim com a quantidade de conceitos de Eletroquímica trazidos por eles.

Podemos observar na Tabela 2 o resultado da classificação dos mapas (MC1) dos estudantes nas categorias A, B e C, segundo os critérios mostrados no Quadro 2, indicando aqueles que apresentaram conceitos relevantes e relações válidas entre eles.

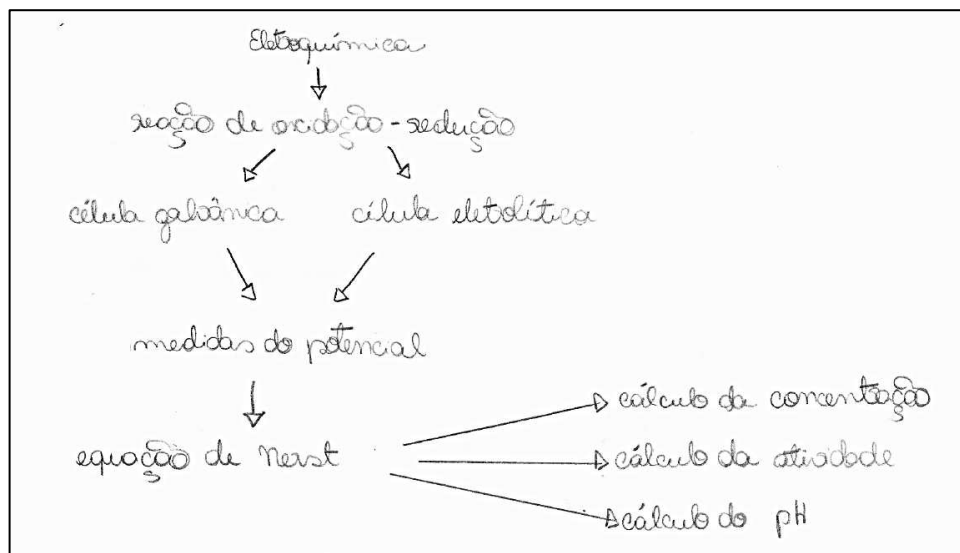
Tabela 2 - Relação da classificação dos MC1.

Categoria/ Mapas	Categoria A	Categoria B	Categoria C
MC1	E3, E4, E5, E6, E10, E14, E15, E16	E1, E2, E8, E11, E12, E13	-
Total	8	6	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

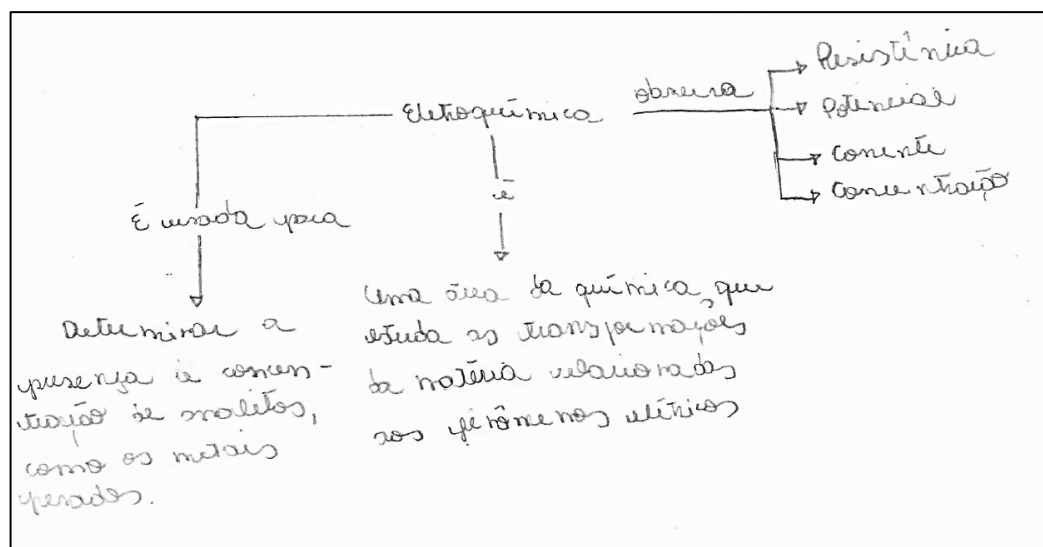
Durante o processo de análise dos mapas e a classificação, percebemos que a falta de experiência na criação de MC foi um limitador, interferindo no modelo de organização de MC conforme proposto por Novak (1996). Identificamos a falta de conectores estabelecendo relação entre os conceitos (Figura 5) e a utilização de definições extensas para descrever ideias que seriam melhores diferenciadas por meio de conectores e conceitos mais bem definidos (Figura 6).

Figura 5 - MC1 do estudante E8.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 6 - MC1 do estudante E4.



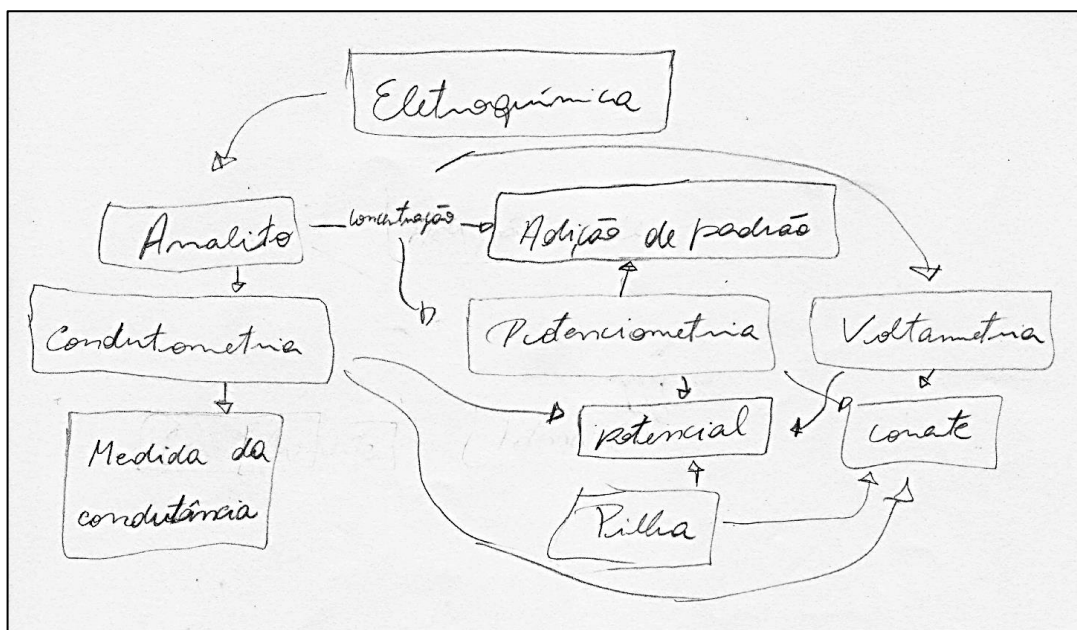
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em alguns casos, os conceitos principais não foram diferenciados dos conectores. Todas essas limitações encontradas em mapas iniciais vêm sendo apontadas nos artigos de Moreira (1980a, 1998b, 2010c) e que diferenciam os MC dos demais modelos de organização do conhecimento.

Com base na análise do primeiro conjunto de MC, oito mapas foram classificados na categoria A, pois apresentam baixo número de conceitos e poucas ligações válidas entre eles. Nesses mapas, os conceitos não são organizados dos mais gerais para os mais específicos (ausência de diferenciação progressiva) da mesma forma que não há criação e recriação de

relações entre conceitos de maneira integradora (ausência de reconciliação integrativa); ausência de conceitos cruzados e quando observado, não identificamos a relação entre esses conceitos devido falta de conectores, como por exemplo na ligação entre voltametria, potencial, potenciometria e corrente (Figura 7). Esse comportamento, de fato, parece refletir a inexperiência em construir os MC por parte dos estudantes.

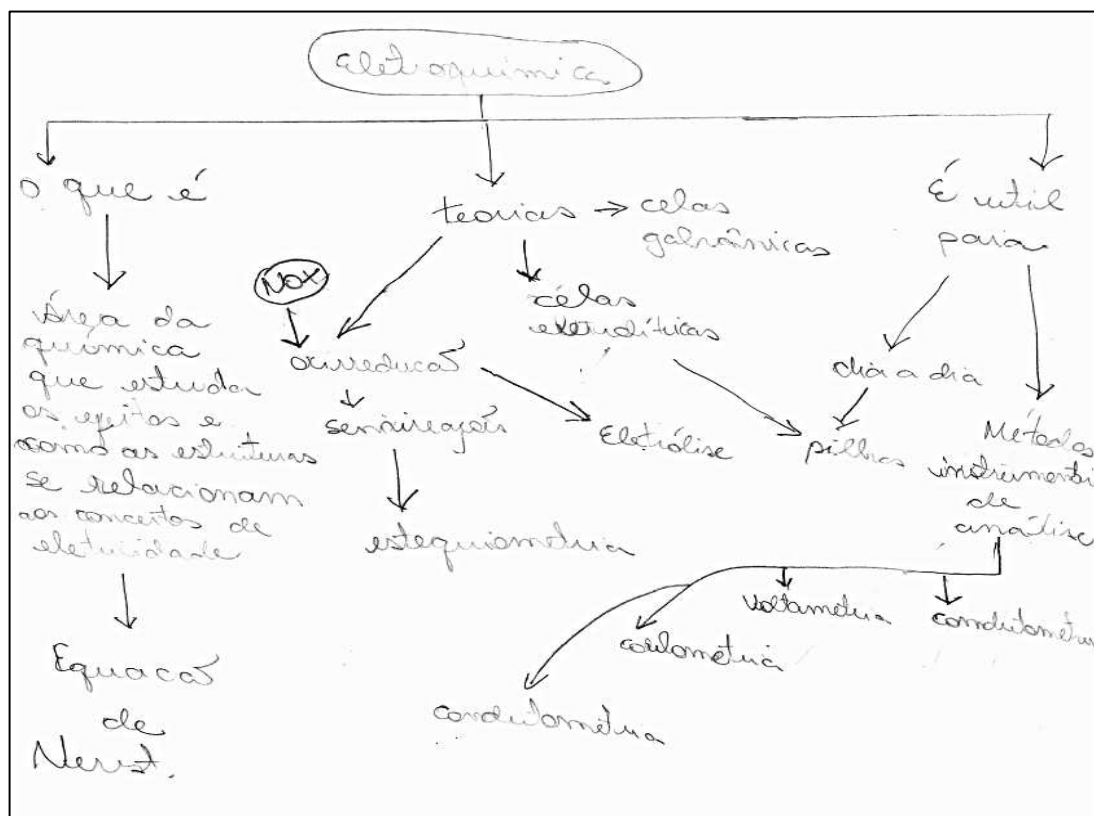
Figura 7 - MC1 do estudante E10.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destacaremos o MC1 do estudante E12 (Figura 8) onde não foram diferenciados conceitos principais de conectores, fato esse que atribuímos à inexperiência do estudante na construção dos mapas. A tentativa de estabelecer ligação cruzada entre célula eletrolítica e pilha formou uma proposição errada, visto que pilha se relacionaria com célula galvânica, conceito também apresentado no mapa. As concepções alternativas relacionadas a inversão dos conceitos de célula galvânica e célula eletrolítica que acabaram gerando uma conexão equivocada no MC apresentado (Figura 7), são relatadas também no trabalho de Sanger e Greenbowe (1997). Em contrapartida, observamos a existência de diferenciação progressiva e foram indicados conceitos fundamentais que esperávamos em um mapa de ideias prévias, como: reação de oxirredução, pilha, eletrólise, célula galvânica, célula eletrolítica e nox. O MC1 do estudante E12 foi então classificado na categoria B (Figura 8).

Figura 8 - MC1 do estudante E12.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Entendendo que a dificuldade no processo de construção dos mapas pode ser a causa do reduzido número de conceitos apresentados por esses estudantes, observamos a limitação destes em relacionar os conhecimentos trazidos. Esperávamos que independente do momento acadêmico que esses estudantes estivessem inseridos, eles se recordariam dos conteúdos do currículo da Educação Básica (EB), por exemplo: Nox, reação de oxirredução, pilha e eletrólise, células eletroquímicas, cátodo e ânodo, ponte salina, representação de células eletroquímicas, potencial de redução e de oxidação, corrente elétrica, dentre outros encontrados em Livros Didáticos (LD) de Química da EB.

Construímos a Tabela 3 com os dados do primeiro mapa (MC1) para representar a frequência com que os conceitos aparecerem nos mapas dos 14 participantes da primeira atividade, sugerindo um maior ou menor conhecimento prévio de termos ligados à área de Eletroquímica.

Tabela 3 - Frequência de conceitos nos MC1.

Conceito	Estudantes	Total
Nox	E2, E12	2
Reação de oxirredução	E1, E2, E3, E8, E11, E12, E14	7
Oxidação e Redução	E6	1
Semi-reações	E3, E12, E14	3
Célula galvânica e eletrolítica	E8, E12	2
Pilha	E1, E2, E3, E5, E6, E8, E10, E12, E13, E14	10
Eletrólise	E3, E5, E12, E13, E14	5
Eletrodo	E1	1
Potencial	E4, E5, E8, E10, E11, E15, E16	7
Potencial químico	E3, E6	2
Transferência de elétrons	E4, E13, E14, E15, E16	5
Corrente	E4, E10, E13, E14, E15, E16	6
Técnicas Eletroquímicas	E1, E2, E5, E10, E12, E13, E14	7
Equação de Nerst	E1, E8, E12	3
Equilíbrio químico	E2, E13, E14	3
Concentração	E4, E8, E15	3
Resistência	E4, E15, E16	3
Atividade	E8	1
pH	E8	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao analisarmos a frequência dos conceitos na Tabela 3, observamos como o conceito pilha se destaca sobre os demais, visto que, esse é um assunto previsto para ser abordado nas salas de aula da EB e que também faz parte da ementa das disciplinas Laboratório de Química e Laboratório de estrutura e Transformação. Os conceitos “potencial” e “reação de oxirredução” ocupam a segunda posição dos conceitos mais frequentes nos mapas. Todavia, as técnicas Eletroquímicas, conteúdo a ser estudado na disciplina de Eletroquímica, aparece com uma alta frequência. Partindo do fato que essas técnicas não fazem parte da ementa de nenhuma disciplina anterior à Eletroquímica no currículo de Química, tanto do ES quanto da EB,

atribuímos a esse fato duas possíveis justificativas: a presença de estudantes repetentes (no caso de E1, E5 e E10) e a primeira aula da disciplina com o professor P2 (aula introdutória), quando ele entregou o cronograma da disciplina (ANEXO C) e apresentou brevemente os conteúdos que seriam lecionados na disciplina.

Quando perguntados se haviam estudado previamente qualquer conteúdo relacionado a área de Eletroquímica, os estudantes em sua maioria sinalizaram não terem estudado nem na Educação Básica ou em outras matérias da graduação. Como discutimos anteriormente, na EB pode ocorrer ajustes do currículo para melhor se ajustar ao domínio de conteúdo dos professores (SANJUAN et al., 2009), o que reforça a importância de os professores dos cursos de graduação lecionarem os conteúdos específicos e discutirem estruturas curriculares com os professores ainda em formação. Por outro lado, os estudantes podem não se lembrar dos conceitos de Eletroquímica, ensinados nas disciplinas anteriores, tanto no ES ou na EB, uma vez que existem disciplinas da graduação onde são lecionados esses conteúdos, como mostrado no Quadro 3.

Diante desse cenário, P1 se mostrou surpreso e bastante preocupado com a realidade apresentada pelos estudantes e relatou, em seguida, para a turma que não havia imaginado aquele cenário antes. Se lembrarmos que conceitos específicos da Eletroquímica estão programados para serem ensinados em disciplinas anteriores, é possível compreender o pensamento do professor ao começar suas aulas.

P1 assumiu que, no início de suas aulas, sempre partia do pressuposto que seus alunos já possuíam conhecimento prévio sobre a matéria e completou dizendo: *“Agora percebo como a troca de informações durante as aulas é fundamental para um bom desenvolvimento” (P1)*. Essa fala comprova o que Ausubel (1978) já mostrava em seu trabalho sobre a importância de se realizar um levantamento de ideias prévias dos estudantes para identificar os subsunçores necessários para o novo conhecimento ou a modificação de um já existente, promovendo a aprendizagem de maneira mais significativa.

Na sequência, P1 reitera o potencial da presente pesquisa para contribuir com a disciplina e com a pesquisa na área de ensino de Eletroquímica. Entendemos que também tem o potencial de contribuir com a formação continuada dos professores envolvidos e dos pesquisadores, também professores, na medida em que possibilita o surgimento de questões importantes para reflexão.

Retomando a análise dos MC de cada um dos 14 participantes dessa primeira atividade, o que verificamos foi a ausência de indicação de conceitos como ânodo e cátodo, polo positivo e negativo, equação geral da pilha, representação de células, agentes redutores e oxidantes e a

baixa frequência de outros conceitos como nox, oxidação e redução, reação de oxirredução, eletrodo, células galvânicas e eletrolíticas. Analisando os relatos dos estudantes nas gravações, percebemos que a baixa quantidade de conceitos trazidos por eles, reforça a ideia de que os estudantes começam a disciplina de Eletroquímica desconhecendo conceitos que os professores do curso consideram que tenham sido ensinados na EB, uma vez que são apontados nos LD.

Segundo Ausubel (1978), os estudantes apresentam uma organização cognitiva complexa, dessa forma a AS ocorre por um processo de ampliação da rede de conhecimento do indivíduo, integrando novos conceitos e reestruturando subsunçores já existentes. A partir do momento que o novo conhecimento é adquirido, ele se modifica e modifica também os subsunçores, possibilitando que novas relações sejam estabelecidas. Assim, para que o processo cognitivo de construção de novos conhecimentos seja significativo, é importante a presença de subsunçores relevantes.

Partindo da realidade apresentada pelos referenciais descritos na introdução, e diante dos resultados discutidos na análise da primeira atividade, entendemos que para favorecer a AS é necessário o planejamento de uma prática pedagógica que possibilite a aquisição de novos conceitos que sirvam, então, de subsunçores para a produção de novos significados, levando a Aprendizagem Significativa.

Diante desse cenário, decidimos organizar os encontros das Tutorias em dois momentos: iniciar os encontros sempre trazendo discussões sobre estratégias didáticas adotadas em aula para o ensino do conteúdo e, posteriormente, realizar uma abordagem de concepções alternativas sobre conceitos específicos da Eletroquímica lecionados tanto na sala de aula da disciplina, quanto os provenientes da formação na EB apresentados na literatura. Nossa intenção com a primeira atividade foi de proporcionar uma reflexão sobre a sequência de conteúdos lecionados adotada pelos professores da disciplina a fim de motivar o pensamento crítico sobre o currículo de Química adotados na EB.

Acreditamos que a partir de uma reflexão sobre a diversificação de estratégias didáticas respeitando o contexto de suas futuras turmas, os participantes das Tutorias possam repensar suas ideias sobre ensino e organização curricular dos conteúdos de Eletroquímica, atendendo as necessidades e demandas de seus futuros alunos. Alves et al. (1997, p. 149) relatam que: “Para atender à globalidade dos alunos na sua especificidade, o professor deverá diversificar as metodologias e as estratégias, procurando novas formas de organizar os assuntos, de os problematizar e concretizar de acordo com os alunos na sala”.

Durante a primeira Tutoria (T1), retomamos a problemática dos estudantes não terem

estudado Eletroquímica anteriormente, procurando criar um ambiente onde os participantes pudessem se expressar livremente, trocar experiências e compartilhar pensamentos sobre o currículo de Química a partir dos diferentes currículos que cada um deles havia presenciado durante suas trajetórias escolares. Para estimular tal discussão, os estudantes foram questionados sobre quais conteúdos de Eletroquímica eles já haviam estudado, uma tentativa de resgatar as ideias utilizadas para a construção do MC1. E4 relata: *“Me lembro de ter estudado apenas Nox no curso pré-vestibular que fiz, porém apenas para introduzir a ideia de balanceamento de reações químicas por oxirredução”*. E2 concorda com a fala de E4 e complementa: *“Também estudei Nox para nomear os ácidos, ao estudar os compostos inorgânicos”*.

As falas de E4 e E2 confirmam o que apresentamos anteriormente no Capítulo Referenciais Teóricos, onde Sanjuan et al. (2009) aponta para o fato de muitos professores não lecionarem certos conteúdos, dando destaque para outros de mais fácil compreensão, fato também apontado por Grossman (1994, apud Fernandez, 2011), onde afirma que os professores configuram o currículo das disciplinas que lecionam para atenderem os assuntos que possuem um maior domínio.

Em seguida, levantamos discussões sobre organização do currículo questionando os estudantes sobre os melhores momentos para se lecionar Eletroquímica na Educação Básica, qual a sequência dos conteúdos mais adequada a serem abordadas, o porquê de os professores ensinarem nox e reação de oxirredução apenas para trabalhar com balanceamento de reações (caso levantado pelos participantes).

Na sequência, reafirmei a importância do contato inicial com os conceitos químicos durante o ensino básico para a construção de novos conhecimentos. Dessa forma, um olhar a respeito das ideias prévias sobre Eletroquímica, trazidas pelos participantes, fez-se necessário uma vez que

Os principais resultados, que trazem os conceitos da Eletroquímica que se referem à produção e à circulação da corrente elétrica, na concepção alternativa dos estudantes, podem ser conhecidos das publicações, mas raramente são levados para a escola e transformados em subsídios para ensinar. Consideramos que diagnosticar as concepções e tomar consciência delas pode ser um ponto de partida para ensinar (CARMEL; PACCA, 2011, p.10).

Em uma tentativa de repensar os conceitos apresentados na segunda aula da disciplina com o professor P1 (eletrodos, ponte salina, cátodo, ânodo, pólos positivos e negativos, eletrólito, mobilidade iônica, corrente elétrica, representação da célula, dentre outros) utilizei os artigos *An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and*

Errors in Electrochemistry (SANGER, 1999) e Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica (CARMEL; PACCA, 2011) durante a Tutoria.

Os textos serviram de base para fundamentar nossa fala durante as discussões e mostrarmos os conteúdos que são focos de concepções alternativas e são apontados em diversas outras pesquisas da área, como citado no capítulo Introdução. Com apoio da literatura e utilizando as questões propostas no trabalho de CARMEL e PACCA (2011) (ANEXO B), fomos capazes de fomentar nos estudantes o processo de repensar e reconstruir suas ideias sobre os conceitos de Eletroquímica, conforme indicado no episódio apresentado a seguir.

“Quando aqui no texto ele fala sobre oxidação do Ni, todos entendem o que é oxidação do níquel? O que é oxidação do níquel?” (PQ)

“Diminuição do nox. Quer dizer, quando ele oxida ele aumenta o nox, quando ele reduz ele diminui o nox.” (E2)

“Tá! Mas o que é esse aumentar o nox?” (PQ)

“Perda de elétrons” (E16)

“Exatamente, perda de elétrons. Mas então quando ele diz a oxidação do níquel introduz íons níquel na semicélula A. O que isso significa?” (PQ)

“Ele adicionou uma solução que contém níquel?” (E2)

“Bem, tem uma solução que contém níquel, mas o que significa introduzir íons níquel adicionais nessa solução?” (PQ)

“O eletrodo sólido vai degradar e de Ni^0 ele vai para Ni^{2+} em solução.” (E4)

“Exatamente! Então nós temos os eletrodos de Ni e de Ag, o eletrodo de níquel está sofrendo oxidação, degradando e liberando íons Ni^{2+} em solução, e a redução dos íons de prata. O que é redução mesmo?” (PQ)

“Quer dizer que a prata ganhou elétrons” (E4)

“Mas ganhou elétrons de onde?” (PQ)

“Acho que a ponte salina que faz essa transferência de elétrons. Por que o lado de lá fica com excesso de íons níquel em solução e aí a ponte salina faz essa transferência de elétrons” (E16)

“Alguém concorda ou discorda dessa ideia?” (PQ)

“Acho que a transferência acontece através do fio condutor, mas não sei para que serve a ponte salina” (E4)

“Acho que a ponte salina serve para balancear as cargas dos íons em solução” (E11)

Esse trecho nos mostra como foi enriquecedora a dinâmica criada para as Tutorias, onde não apenas temos oportunidade para trabalhar em grupo, resgatar as ideias prévias ou alternativas, mas também mostrar para os futuros profissionais da Química, o potencial do planejamento e organização de materiais e de suas aulas, como essa discussão planejada para a Tutoria, possui para proporcionar a AS.

Na sequência, para concluir o encontro da Tutoria, debatemos sobre o que é convencional nas representações das células Eletroquímicas, discutido em A1, e o que podem ser interpretações de quem está aprendendo aquele conteúdo pela primeira vez, como por exemplo, o ânodo ser representado sempre na esquerda e o cátodo sempre na direita.

5.2.2 Aula de Equilíbrio na Eletroquímica - Concepções Alternativas em LD

Na aula de número 3 (A3), da disciplina P1 leciona os conteúdos célula Eletroquímica, semi-reações de redução e oxidação, células galvânicas, força eletromotriz, equação de Nerst e potencial padrão do eletrodo. Todos os conteúdos foram trabalhados de forma expositiva dialogada, com exposição dos conceitos em slides, perguntas e resolução de exercícios.

Anastasiou e Alves (2006) descrevem a aula expositiva dialogada como sendo uma estratégia de ensino para superar a aula expositiva onde o conteúdo é transmitido e os estudantes fazem papel passivo de receptores de conhecimento.

Durante um debate na aula, uma fala de P1 sobre o tema eletrólise nos chamou atenção. Os estudantes relatavam não se lembrarem de terem estudado eletrólise na EB e E15 justifica: *“Não é um conceito que cai no ENEM, por isso eles não ensinam” (E15)*. P1 responde dizendo *“que são conteúdos que dependem se o professor do colégio ficou doente aquele ano, pois normalmente são conteúdos que são deixados para as últimas aulas do ano caso haja tempo de abordá-los.” (P1)*.

Nesse diálogo, percebemos que a fala de P1 mostra o conhecimento do professor sobre a existência de “justificativas” que acarretam na adaptação de currículo por muitos professores, fato diversas vezes apontado durante esse trabalho e na literatura (SANJUAN et al., 2009; GROSSMAN, 1994)

Observamos durante a terceira aula da disciplina, que P1 havia adaptado sua apresentação e discussões sobre a matéria, voltando diversas vezes em conceitos mais fundamentais. Quando questionado, P1 relatou que após sua primeira aula com a turma, após conhecer um pouco mais da realidade apresentada por eles, modificou suas aulas para adaptar o conteúdo à realidade apresentada por seus estudantes. Dessa forma, buscando relacionar os subsunçores necessários

para continuidade do conteúdo programado pelo curso. Esse relato mostra o potencial da proposta de intervenção dessa pesquisa para a nossa formação e para formação dos professores envolvidos.

Para a segunda Tutoria (T2), em uma tentativa de motivar a reflexão sobre a metodologia adotada por P1 em sua aula da semana, comecei perguntando aos estudantes o que acharam da aula.

“P1 ficou impressionado quando ficou sabendo que tinha gente que não sabia nada de Eletroquímica. Eu fiquei impressionado dele ficar, pois isso é uma coisa óbvia para a gente. Desde quando todo mundo teve um ensino bom?” (E10).

“Eu acho que ele (P1) deve ter dado até uma mexida na aula dele. Pois eu acho que ele teria começado diferente” (E6)

“Achei boa a aula de P1, pois o professor abordou conceitos mais básicos e as vezes os professores passam muito rápido pelo básico” (E10).

É importante esclarecer que, em nenhum momento, a informação de modificação das aulas por parte do professor foi passada aos estudantes. Partiu deles a percepção de que os conceitos estavam sendo trabalhados com gradativo aumento em seu grau de complexidade.

A mudança de aula por parte do professor demonstra sua preocupação com o ensino e características de sua turma, um dos pilares que sustentam uma educação de qualidade e que foi reconhecido por Novak (1984).

Uma experiência educacional é um acontecimento complexo. Envolve quatro “lugares-comuns” distintos, que Schwab descreveu como sendo o professor, o aluno, o currículo e o meio. Nenhum destes é redutível a qualquer um dos outros, e todos eles devem ser considerados na educação. É obrigação do professor planificar a agenda de atividades e decidir qual o conhecimento que deve ser considerado e em que sequência. É claro que o professor competente deverá envolver o aluno em alguns aspectos da planificação da agenda de atividades [...] mas espera-se que o professor tenha mais competência que o aluno na área em estudo. O aluno deve optar por aprender; a aprendizagem é uma responsabilidade que não pode ser compartilhada. O currículo compreende o conhecimento, as capacidades, e os valores da experiência educativa que satisfaçam critérios de excelência de tal modo que o convertam em algo digno de ser estudado. O professor especialista será competente tanto no material como no critério de excelência utilizado na área em estudo. O meio é o contexto no qual a experiência de aprendizagem tem lugar, e influencia a forma como o professor e o aluno compartilham o significado do currículo (p.22).

Na sequência, perguntei aos estudantes se durante a graduação eles tiveram oportunidade de refletir sobre o ensino do conteúdo específico de alguma disciplina ou pensaram em como transformar aqueles conceitos em conceitos a serem ensinados. Após todos responderem

negativamente, aproveitei para deixar uma reflexão para os estudantes sobre a função das disciplinas da graduação e seu caráter formador, tanto para profissionais que irão atuar na docência como para os que atuarão em outras áreas.

A fim de exemplificar medidas tomadas para a mudança das licenciaturas no país, citei a Resolução 2, de 1 de julho de 2015⁵, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura e para a formação continuada) e sugiro a leitura completa da resolução.

Retomando as discussões sobre conceitos da área de Eletroquímica, utilizei uma abordagem com livros didáticos da Educação Básica para mostrar algumas ideias trazidas nesses materiais que podem gerar concepções alternativas.

“Aqui no livro didático, ele vai trazer espontaneidade das reações, que é o que PI falava na aula segunda (A3). O livro traz espontaneidade das reações mostrando o valor de potencial, utilizando a tabela de potencial para dizer que se esse for positivo, a reação é espontânea. Percebe como isso pode gerar uma concepção alternativa? Sabemos que espontaneidade está relacionada com ΔG . O livro não vai falar de ΔG e muito menos como calculá-lo a partir do potencial.” (PQ)

Além dessa ideia de espontaneidade em reação redox, debatemos algumas concepções alternativas geradas em outros conteúdos apresentados nos livros didáticos, como: identidade do cátodo e do ânodo, semi-células, convenções e representações de células e fluxo de elétrons.

Aproveito os momentos finais da Tutoria para estimular uma reflexão sobre o profissional docente. É preciso que eles, quando se tornarem professores, reflitam sobre suas práticas. Um professor reflexivo está em constante formação e desenvolvimento.

...vários trabalhos na área da Didática das Ciências vêm incorporando a ideia do professor-reflexivo/pesquisador, para a qual convergem as perspectivas atuais. Estas consideram a reflexão e a investigação sobre a prática docente como necessidades formativas, tornando-se constitutivas das próprias atividades do professor, como condições para o seu desenvolvimento profissional e melhoria de sua ação docente (Schnetzler, 2002, p.17).

E10 completa dizendo “Os professores acabam nos ensinando o que a gente não quer ser ou não quer fazer”. Essa fala da estudante nos remete ao pensamento docente espontâneo, como define Tardif (2014), é bem descrito no trabalho de Junior et al. (2013) como:

O pensamento docente espontâneo é, então, esse saber docente construído ao longo da história de vida do estudante, baseado nos antigos professores e

⁵ Disponível na íntegra em <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file> acessado em 10/11/2019.

constituído principalmente a partir do senso comum. Isso acontece porque o professor é o único profissional que passa grande parte da sua vida no seu futuro ambiente de trabalho, antes mesmo de fazer a opção pela licenciatura. É através dessa convivência que o aluno começa a criar a ideia de ser professor e do que deve (e não deve) ser feito em sala de aula (Junior et al, 2013, p.3).

5.2.3 Aula de Equilíbrio na Eletroquímica – Concepções Alternativas em Células Eletrolíticas

Chegada a quarta aula da disciplina (Aula 4), P1 inicia retomando conceitos trabalhados na última aula como: energia livre de Gibbs, equilíbrio em Eletroquímica e equação de Nerst. Observamos que P1 iniciava suas aulas retomando o conteúdo abordado nas aulas anteriores e que fossem relevantes para a construção do novo conhecimento a ser lecionado. Ao propor exercícios, P1 esperava os estudantes resolverem os exercícios antes de ir ao quadro mostrar a resolução. Não identificamos que tais estratégias descritas como uma mudança de prática motivada por nossa intervenção, mas sim como a opção didática ao qual o professor já adotava anteriormente, fato esse comprovado pelos estudantes participantes da pesquisa que já haviam feitos outras disciplinas com esse professor. Os demais temas lecionados na aula foram: potencial padrão do eletrodo, séries Eletroquímicas, coeficiente de atividade e constante de equilíbrio na Eletroquímica.

Para a terceira Tutoria (T3), decidi continuar com a dinâmica de análise das escolhas didáticas utilizadas pelo professor da aula teórica da semana. Durante o debate, os estudantes apontaram positivamente a forma com que P1 conduziu a aula da disciplina (descrito no parágrafo anterior):

“O que eu tenho gostado é que P1 tem dado o conteúdo e tem dado exercícios e tempo para fazermos. É bom para sabermos onde estamos agarrando no conteúdo para ver onde devemos focar depois nos estudos”. (E6)

“Eu gostei do fato dele ter voltado um pouco no que ele deu na outra semana. Ele volta e não entra direto na matéria nova”. (E16)

“O bom do professor é que ele não acha que nossos erros são erros bobos e ele tenta trabalhar todos esses erros. O problema é a aula de slides, eu odeio aula de slides” (E4).

“Ele sabe quando a turma está começando a dispersar e consegue trocar o assunto para prender sua atenção novamente” (E6).

Essa última fala de E6 nos permite destacar uma característica importante para os professores que é ter essa sensibilidade de, durante a aula, perceber os interesses e demandas dos estudantes sempre buscando novas formas de motivar a busca pelo conhecimento.

Observamos que fazer com que os estudantes repensem a aula do professor foi uma atividade que os motivou a se engajarem nas discussões. O momento permitiu que fosse perguntado quais seriam as características de um bom professor na opinião deles.

“Acho que reflexão sobre a prática pedagógica é uma coisa fundamental para ser um bom professor. Tipo, pensar por que você está dando aquele conteúdo, qual o impacto dele na vida de seus alunos” (E4).

Essa fala de E4 nos chamou bastante a atenção, pois reflexão sobre a prática é um assunto discutido na literatura da área de Educação em Química (LOPES; 2014), mostrando que é um ponto importante para o desenvolvimento do professor, como já havíamos citado anteriormente. Vale ressaltar que E4 se identificou como estudante de licenciatura, portanto pressupomos que este se envolva com frequência em discussões no âmbito educacional.

Dei continuidade perguntando aos estudantes: *“Como vocês imaginam a aula de Eletroquímica, e como vocês fariam se estivessem lecionando essa aula? Vocês têm três horas, como se imaginariam oferecendo essa aula?” (PQ)*

“Botava todas as fórmulas no quadro. Quanto mais visual for os slides melhor. Por que tem slides cheios de textos. Quando eu falei colocar as fórmulas, é porque quando eu estava tentando recuperar como o professor, no laboratório, estava desenvolvendo as fórmulas, eu senti falta de eu aplicar as fórmulas, eu junto com o professor fazer aquilo na mão. Por mais que você está vendo aquilo no slide, o professor quando para e mostra o desenvolvimento daquilo a gente entende melhor.” (E15)

“Acho que colocaria no slide a parte de ilustração. Eu não sei se essa parte da matéria tem muita animação, mas eu acho que eu tentaria buscar algumas animações, gráficos. Eu acho que o slide é bom para isso.” (E4)

Em seguida acrescento: *“Eu quero que vocês continuem pensando no tipo de professor que querem ser. Como eu falei nas outras Tutorias. Vocês enquanto estudantes, tendem a “absorver” o estilo de aula de seus professores, o que chamamos de saber docente espontâneo. Sabemos que professor é uma das profissões que começamos a ter contato muito cedo, e já criamos um modelo do que é ser um bom professor muito cedo. Nosso desafio é nos transformarmos num professor único, com nossas próprias características. Se questionem que tipo de professor vocês querem ser. Mesmo que tenham elementos de outros professores. O professor que você teve pode ter sido excelente para você, mas, talvez não para seus colegas de classe. Pode ser que eles tenham aprendido muito mais com a forma de ensinar de outro professor. A graduação deve ser um espaço para pensarmos nisso também. Geralmente, quem*

está na licenciatura tem mais oportunidades para esse tipo de discussão nas matérias pedagógicas de ensino de Química. Temos que continuar pensando nas metodologias de ensino mais eficazes para tornar o ensino de conteúdos específicos mais significativos” (PQ).

Destaco que não foi abordado de maneira detalhada os saberes docentes espontâneos descritos por Tardif (2014). O termo utilizado por esse referencial teórico foi mencionado apenas para validar a informação discutida com os estudantes.

Como demonstrado no diálogo anterior, os estudantes foram estimulados a todo momento a pensarem em suas aulas como futuros professores. Acreditamos que esse é um dos caminhos para se preparar para a docência, proporcionando um ambiente de debate onde os graduandos sejam capazes de trocarem opiniões e experiências sobre a docência, amparados por referenciais teóricos que os deem suporte. Nessa direção, também justificamos a estratégia de discutir a prática dos professores, pois além de abrir espaço para os estudantes se posicionarem ampliava as possibilidades de discutir sobre o conhecimento do currículo envolvido. Em nenhum momento, foram desenvolvidos juízos de valor sobre a prática docente dos professores, sobretudo por questões éticas.

Na sequência, utilizamos novamente os artigos *An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry* (SANGER; GREENBOWE, 1999) e *Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica* (CARMEL; PACCA, 2011) para continuar a abordagem prevista de concepções alternativas em células eletrolíticas. Abordamos todos os 10 pontos (18-28) apresentados no campo de células eletrolíticas (ANEXO A), focando em alguns momentos nos pontos 19, 21 e 26 para oferecer exemplos específicos.

Ao final da Tutoria, devolvo aos estudantes os primeiros MC (MC1) e peço que os avaliem baseados nos conhecimentos debatidos até o momento, tanto nas aulas teóricas com o professor quanto nas Tutorias. Destacamos o comentário de E16 que diz: *“Eu me reconheço nesse mapa pois era o conhecimento que eu tinha naquele momento. Agora já sabemos mais coisas”*(E16) demonstrando perceber sua evolução quanto aos conhecimentos específicos trabalhados em Tutoria e em sala de aula.

Por fim, foi realizado um levantamento junto aos estudantes das fragilidades em cada um dos mapas, como: falta de conectores, conceitos pouco diferenciados, definições muito grandes, falta de estrutura hierárquica e baixo número de conceitos. A partir desses pontos, destaquei alguns dos aspectos fundamentais para a construção dos MC expostos por Moreira (1998) que estavam presentes, ou não, em diversos dos mapas produzidos e tezi comentários que os

ajudassem os estudantes na construção dos próximos MC. Consideramos essa atividade fundamental para que os estudantes tenham retorno sobre seus mapas e possam desenvolver suas habilidades de construção de MC, de forma a progredirem na construção das relações hierárquicas, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, criando, cada vez mais, proposições válidas nas ligações e cruzamento de conceitos.

5.2.4 Aula de Aplicações da Eletroquímica - Sem Tutoria

Para a aula 5 (A5), P1 mantém sua estratégia didática de revisar as aulas anteriores para posteriormente prosseguir com o conteúdo programado. Nesse momento, P1 revisa os conteúdos: equação de Nerst, Equilíbrio na Eletroquímica, potencial padrão do eletrodo, medidas de potencial, série Eletroquímica, coeficiente de atividade e constante de equilíbrio. O restante da aula, foi utilizado para abordagem dos conceitos: propriedades termodinâmicas, eletrodos de íon seletivo e seus critérios de seletividade. Esta aula foi de menor duração e teve como objetivo o fechamento do conteúdo programado para a primeira avaliação da disciplina.

Como conduziria a aula de número 6 (A6) da disciplina, parte da tarefa de tutor, pré-acordada na preparação da disciplina, decidi por cancelar a Tutoria da semana, dando aos estudantes oportunidade para trabalharem a lista de exercícios. Vale destacar que essa aula já estava programada no início do semestre e constava no calendário da disciplina oficial disponibilizado para os estudantes (ANEXO C).

5.2.5 Aula de Resolução da Lista de Exercícios

A sexta aula da disciplina (A6) foi focada em esclarecer dúvidas da lista de exercício para a prova e não será discutida nesse trabalho, visto seu caráter apenas de resolução. A atividade de lista de exercícios é uma tarefa avaliativa da disciplina e devia ser entregue no dia da prova. Ao todo, foram três listas de exercícios, uma antes de cada prova. Realizei a correção e atribuí nota em cada uma das listas, tarefa essa acordada previamente com os professores da disciplina.

Fechando a análise da primeira parte da disciplina e das Tutorias, reservaremos esse momento para apontar os principais avanços desse processo. Como apontado anteriormente, nossa intervenção na disciplina gerou algumas mudanças no planejamento das aulas, sendo os conteúdos de Eletroquímica abordados de maneira a resgatar o conhecimento prévio dos estudantes, como relatou P1. Destacamos a mudança apresentada como ponto positivo, pois evidenciou o posicionamento reflexivo do professor sobre suas aulas, adaptando-as a realidade apresentada pelos estudantes. As aulas da disciplina possibilitaram aos estudantes tanto se

aprofundar no conhecimento específico como construir conhecimento valioso para os debates de concepções alternativas e organização curricular dos conteúdos de Eletroquímica, estimulados durante as Tutorias.

5.3 SEQUÊNCIA DE AULAS DO PROFESSOR DE ELETROANALÍTICA (P2)

Seguindo o cronograma da disciplina (ANEXO C), organizamos a análise dos dados obtidos na segunda parte do curso em oito semanas: 5.3.1. Aula de Introdução aos Métodos Eleleetroanalíticos de Análise e Potenciometria – MC2, 5.3.2. Aula de Potenciometria – MC3, 5.3.3. Aula de Potenciometria – Sem Tutoria, 5.3.4. Aula de Coulometria – Tutoria Conduzida por P2, 5.3.5. Aula de Coulometria – MC4, 5.3.6. Aula de Voltametria – Sem Tutoria, 5.3.7. Aula de voltametria – MC Final e 5.3.8. Aula de Voltametria e Fechamento da Disciplina. As aulas A8, A9, A10, A11, A13, A14, A15, e A16 foram lecionadas por P2, assim como a Tutoria T7. As aulas A12 e A17 foram aulas de aplicação de avaliação da disciplina, portanto não foram registradas e analisadas. Nesse período ocorreram os encontros das Tutorias T4, T5, T7, T8, T9 e T11, sendo cancelados os encontros de Tutoria T6 e T10 por falta de participantes. A organização do Cronograma de Atividades pode ser encontrada no APÊNDICE B.

5.3.1 Aula de Introdução aos Métodos Eleleetroanalíticos de Análise e Potenciometria – MC2

Iniciando a segunda parte da disciplina de Eletroquímica, quem assume as aulas é o professor P2. Na oitava aula da disciplina (A8), P2 faz uma breve introdução dos conteúdos que lecionaria nessa etapa do curso, exemplificando os métodos eletroanalíticos de análise e descrevendo sua utilização e importância na área da Química Analítica. Como P2 também leciona as aulas de laboratório, ele relacionou a teoria trabalhada em sala com os métodos de análise estudados paralelamente no laboratório da disciplina.

Nessa aula, P2 revisou os temas: células galvânicas, potenciais, representações das células e mobilidade iônica, mostrando a função de cada parte da célula galvânica e o funcionamento da pilha. Vale destacar que o conteúdo “células galvânicas” já foi lecionado por P1, discutido na Tutoria e agora retomado por P2. Para finalizar, P2 inicia a abordagem da primeira técnica eletroanalítica programada para ser lecionada no curso, a Potenciometria, diferenciando os eletrodos de referência dos eletrodos padrão.

Durante essa semana, tivemos também o quarto encontro da Tutoria (T4), onde início,

mais uma vez, motivando uma reflexão sobre as aulas do professor da disciplina, interessado na visão dos estudantes a respeito da mudança de professor e, conseqüentemente, uma possível mudança na prática docente. Pergunto aos estudantes como eles veem essa mudança. E2 se adianta respondendo que sentirá muita dificuldade, pois acredita ter mais facilidade na parte de Físico-Química que em Química Analítica. E6 disse que sentiu uma grande diferença, pois P2 tem uma dinâmica de aula “mais rápida”, os exercícios são passados e resolvidos em seguida.

Visto que essa foi uma observação apontada com frequência nas Tutorias, pergunto aos estudantes de que maneira eles conduziram a aula da disciplina se fossem eles os professores. Se referindo as aulas de seus professores nessa disciplina, a turma concorda que utilizar uma abordagem didática de aulas expositivas, juntamente com resolução de exercícios, é uma forma de conduzir a turma em um processo de aprendizado, porém existem outras formas nas quais a disponibilidade de tempo para resgatar os conceitos necessários e organizar os novos conhecimentos trabalhados é maior. Dessa forma, eles demonstram uma visão mais crítica a respeito do processo de ensino e de aprendizado.

A partir desse momento, observamos na construção do MC seguinte, o aparecimento mais frequente das técnicas eletroanalíticas, o que atribuímos a troca de professor e, conseqüentemente, da área para Eletroanalítica. Os estudantes passam a encontrar em suas aulas um maior foco nos métodos de análise, o que provoca um desejo de inserir esses assuntos nas novas produções de mapas.

Em seguida, retomo com os estudantes alguns apontamentos que fiz ao final da última Tutoria, onde reforcei alguns pontos na construção dos mapas como: criação de uma lista de conceitos, ligação entre os conceitos para formar uma proposição, importância da presença de conectores, diferenciação entre conectores e conceitos, hierarquização dos conceitos, a importância do sentido das setas que ligam os conceitos e dão sentido de continuidade, divisão de grandes definições em conceitos e conectores, dentre outros.

Na sequência, proponho a construção de um segundo MC individual (MC2) com o objetivo de identificar a evolução na aprendizagem de conceitos discutidos durante as Tutorias e aulas teóricas da disciplina. Os resultados da categorização dos mapas de acordo com metodologia já descrita são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Relação da classificação dos MC2.

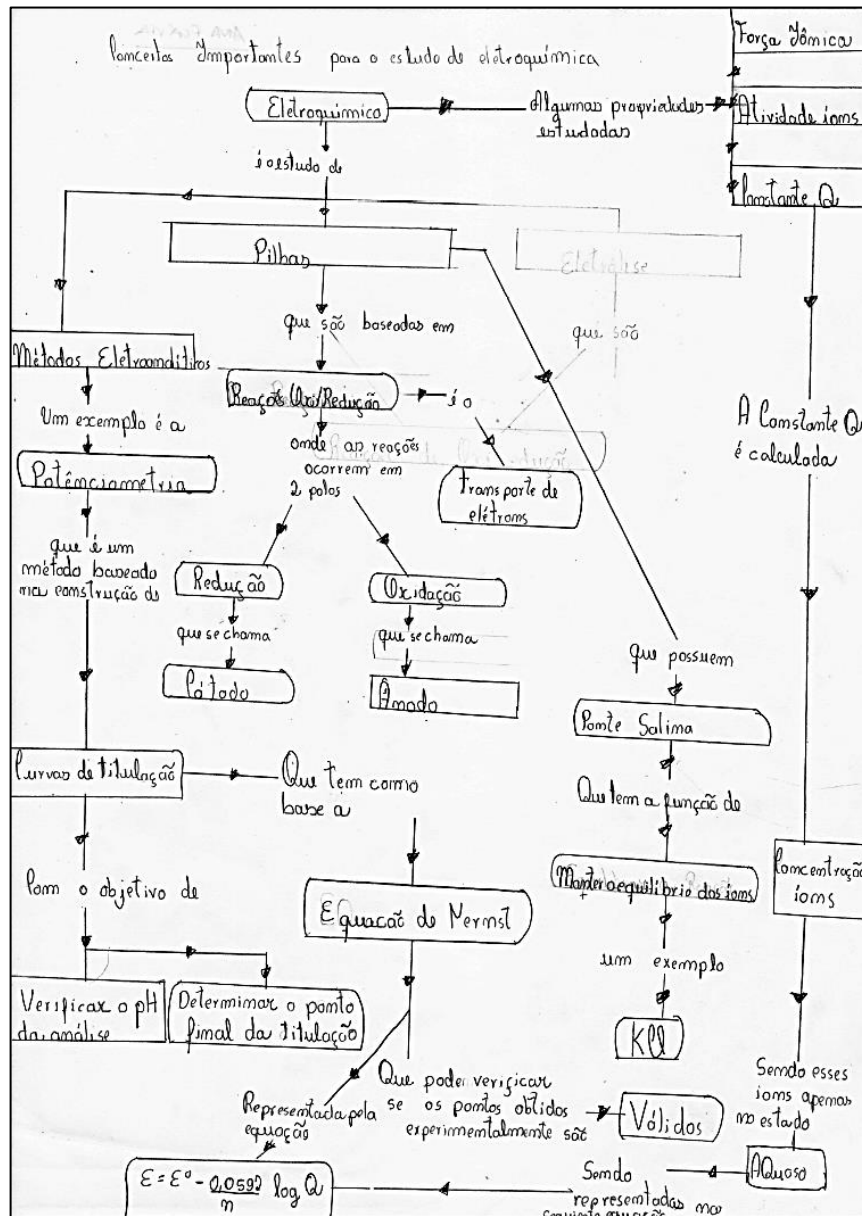
Categoria/ Mapas	Categoria A	Categoria B	Categoria C
MC2	-	E1, E5, E6, E10	E2, E12, E15, E16
Total	0	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na análise dessa segunda atividade, onde participaram oito estudantes, observamos tanto a evolução em relação a Aprendizagem Significativa dos conceitos, quanto no processo de produção dos mapas. Tivemos uma estrutura mais consolidada de MC com a presença de conectores, ideias chave e uma hierarquização mais definida, ligações cruzadas, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, indicativos de AS. Esperávamos um melhor desempenho e facilidade de representação do conhecimento de células galvânicas por parte dos estudantes na construção do MC2, visto que os conceitos referentes a esse conteúdo foram lecionados e revisados diversas vezes nas aulas e nas Tutorias.

Quatro mapas foram inseridos na categoria C onde percebemos um grande número de conceitos abordados tanto nas Tutorias quanto na sala de aula da disciplina, o que parece indicar a contribuição desses momentos no processo de construção do conhecimento. Os conceitos foram organizados de forma hierárquica, com ligações e proposições válidas, conceitos cruzados, integração entre os conceitos trabalhados na UEPS (aulas e Tutorias), havendo diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Figura 9 - MC2 do estudante E2.

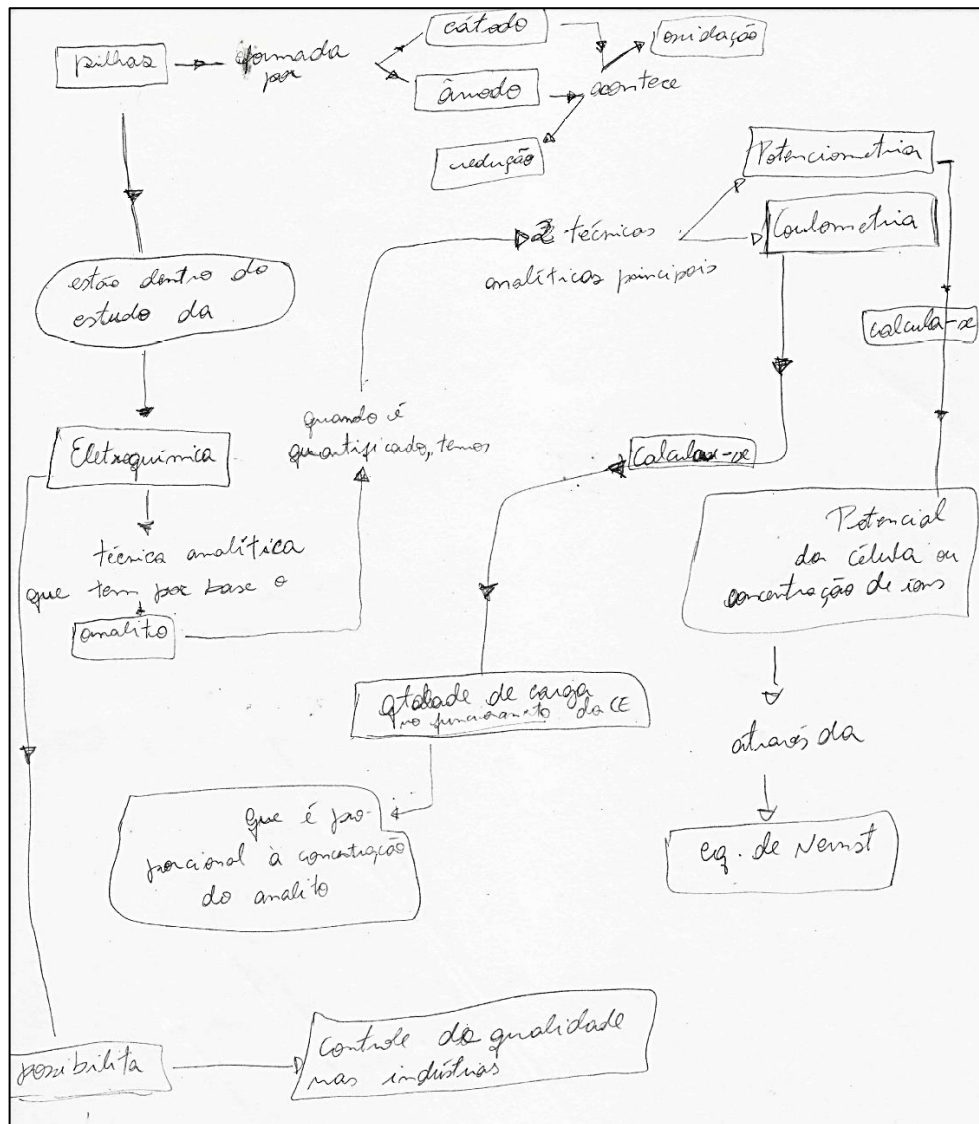


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destacamos o MC apresentado na Figura 9, classificado na categoria C, cuja estrutura de organização permite relacionar a constante Q com o cálculo do potencial na equação de Nernst, cruzando os conceitos e, ao mesmo tempo, permitindo a reconciliação integrativa para os conceitos mais gerais. Podemos perceber a hierarquização dos conceitos, iniciando por Eletroquímica e Métodos eletroanalíticos, que são mais abrangentes e diferenciando-os para cátodo e ânodo e determinação do ponto final da titulação, conceitos menos abrangentes.

Contudo, quatro mapas foram classificados na categoria B pois apresentam: falta de ligações cruzadas e proposições erradas como cátodo oxida e o ânodo reduz (Figura 10).

Figura 10 - MC2 do estudante E10.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

5.3.2 Aula de Potenciometria – MC3

Iniciando mais uma aula da disciplina (A9), o professor P2 revisou os conteúdos trabalhados na aula anterior (eletrodo de referência e eletrodo padrão) e, em seguida, completou abordando os eletrodos indicadores. O último conteúdo lecionado nessa aula foi potencial de junção líquida nas células Eletroquímicas.

Observamos que durante as aulas, P2 relacionava conceitos lecionados em sala com os do laboratório da disciplina, na tentativa de mostrar a aplicação prática das teorias discutidas. Essa forma de abordagem dos conteúdos mostrou-se interessante, pois diante da grande quantidade de conceitos, relacioná-los com uma visão mais aplicada, é um grande facilitador da aprendizagem, além de buscar correlação com outras formas de abordagem dos mesmos

conceitos, ampliando as possibilidades de relação que os estudantes possam realizar.

Para o encontro semanal da Tutoria (T5), optamos por levar livros didáticos (LD) do ensino básico de Química. A estratégia adotada foi a de retomar o contato dos estudantes com os livros da Educação Básica visto que esses, juntamente com os professores e outros materiais didáticos, fazem papel de mediação do conhecimento a ser ensinado (SACRISTAN, 2000). Buscamos estimular uma reflexão sobre o currículo apresentado, na forma de organização e sequência dos conteúdos dispostos nos materiais e, de forma conjunta, proporcionar uma análise dos conceitos de Eletroquímica abordados nesses livros. Vale lembrar que conteúdos relacionados com técnicas eletroanalíticas não são abordados em LD da EB.

A proposta de utilização dos LD também foi motivada pelos artigos utilizados nas Tutorias passadas (*An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry*). Os debates a respeito dos conceitos apresentados pelos artigos nos mostraram o potencial de abordagem de concepções alternativas presentes nos LD, além de seu papel de organizador curricular já apresentado anteriormente no capítulo Introdução.

Esse se mostrou um importante momento das Tutorias, pois na realidade da escola atual, o LD tem sido o único instrumento de apoio do profissional docente. Conhecer sua organização e formas de abordagem didática é fundamental para se inserir na carreira docente, fazendo do LD o melhor uso possível.

Como terceira atividade, propus a criação do MC3 com consulta a alguns livros didáticos da Educação Básica disponibilizados aos estudantes (SANTOS; MÓL, 2016; NOVAIS; TISSONI, 2016; CISCATO et al., 2016)

Os resultados da análise dos MC3 durante essa atividade podem ser encontrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação da classificação dos MC3.

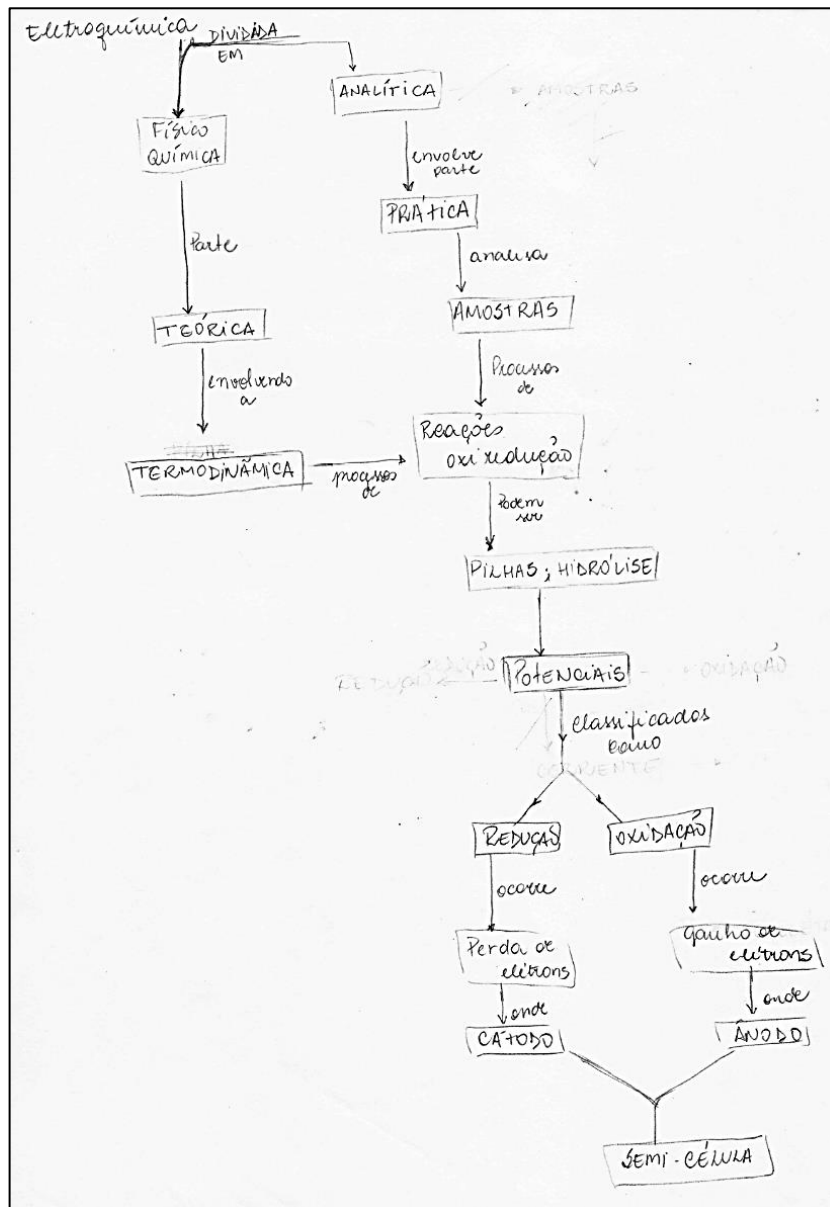
Categoria/ Mapas	Categoria A	Categoria B	Categoria C
MC3	-	E5, E10	E2, E15, E16
Total	0	2	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Analisando essa terceira atividade, realizada por cinco estudantes, percebemos no MC da estudante E5 (Figura 11), a presença de relação hierárquica quando a estudante parte do conceito mais abrangente Eletroquímica para conceitos mais específicos como ânodo e cátodo.

Observamos que houve diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a partir do conceito “Potenciais”, logo em seguida é diferenciado em potencial de redução e oxidação e consecutivamente no ganho e perda de elétrons. Porém, erros conceituais foram cometidos o que implicou na formação de proposições erradas, por exemplo quando a estudante relaciona o conceito de redução com perda de elétrons e o de oxidação com ganho de elétrons. Faltaram conceitos cruzados válidos e significativos assim como integração de um maior número de conceitos trabalhados nas aulas teóricas e Tutorias.

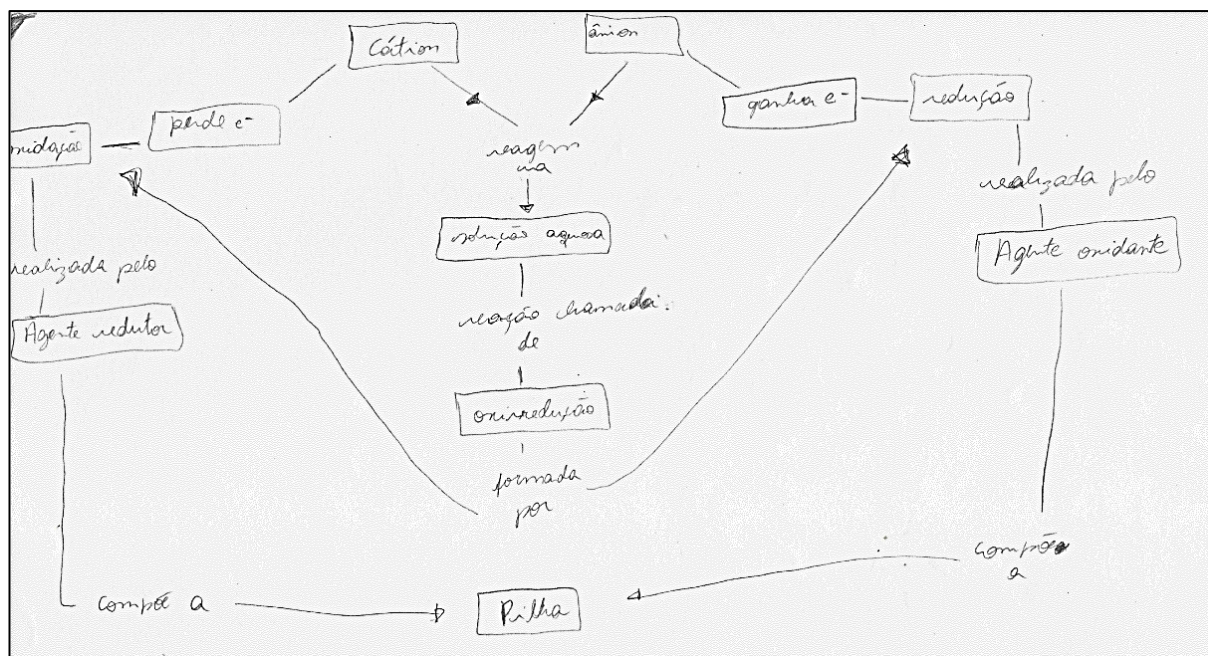
Figura 11 - MC3 do estudante E5.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Comparando MC1 da estudante E10, previamente apresentado na Figura 7 e classificado na categoria A, com o MC3 (Figura 12), classificado na categoria B, podemos observar uma evolução quando se trata de ligação entre conceitos, proposições certas e conceitos cruzados válidos, embora, ainda não suficiente para alcançar a categoria C, devido ao baixo número de conceitos relacionados e diferenciação progressiva (Figura 12).

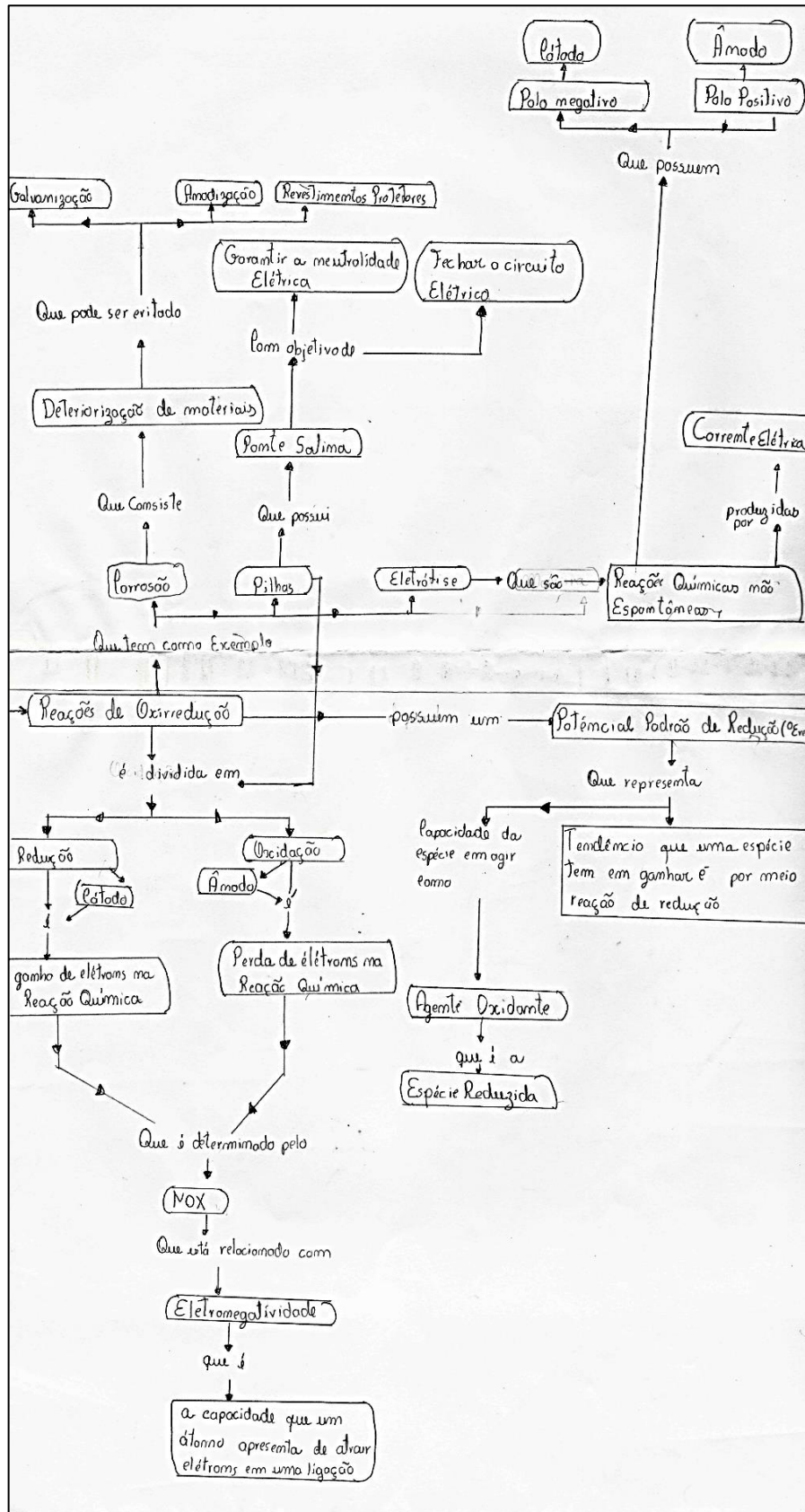
Figura 12 - MC3 da estudante E10.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Nos três mapas classificados na categoria C, identificamos uma melhora tanto no processo de construção do mapa, quanto na formação de proposições válidas, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Como a proposta para essa atividade era a pesquisa em livros didáticos, os conteúdos abordados nos MC3 dos participantes ficaram em torno dos conceitos mais fundamentais da Eletroquímica, não incluindo a Eletroanalítica (Figura 13).

Figura 13 - MC3 da estudante E2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destacaremos nessa etapa uma conversa com o estudante E15, que relatou o que esperava dos encontros da Tutoria e como esse momento se tornou enriquecedor em seu processo de formação.

"Cara, olha que interessante! Eu não acho que se a gente tivesse fazendo essa disciplina sem a Tutoria... provavelmente eu não veria com tanta clareza como essa disciplina é. Porque agora eu me sinto capaz de poder fazer uma aula e poder explicar Eletroquímica para alguém, porque faz muito mais sentido agora o que a gente tá fazendo. No início eu fui preconceituoso e pensei assim... Ah! Como isso pode ajudar a gente? Agora, fazendo isso... observando esses dois caras [mapas], me dá muito mais segurança na disciplina e eu passo a gostar muito mais disso, porque é um trabalho que você faz. Quando você faz um trabalho, você olha para aquilo e diz: poxa, eu entendi aquilo. Fui eu que fiz. Valeu a pena!" (E15)

Essa fala do participante vai ao encontro do que pretendíamos com esse trabalho, que os estudantes ao longo das Tutorias e produção dos MC, percebem as contribuições dos mapas para desenvolver o conhecimento específico de Eletroquímica e a contribuição das reflexões estimuladas durante as Tutorias para suas visões de ensino do conteúdo. De fato,

É possível traçar-se um Mapa Conceitual para uma única aula, para uma unidade de estudo, para um curso ou, até mesmo, para um programa educacional completo. [...] Isso quer dizer que mapas conceituais podem ser importantes mecanismos para focalizar a atenção do planejador de currículo na distinção entre o conteúdo curricular e conteúdo instrumental, ou seja, entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que serve de veículo para a aprendizagem. (MOREIRA, 1998, p.3)

5.3.3 Aula de Potenciometria – Sem Tutoria

Seguindo o cronograma do semestre, chegada a aula 10 (A10) da disciplina, P2 iniciou sua aula relembrando os temas lecionados nas aulas anteriores (eletrodos de membrana e potencial de junção líquida). Na sequência, P2 lecionou os conteúdos: eletrodo de vidro, eletrodo combinado de vidro, potencial de interface, potencial de assimetria, erro ácido e erro alcalino do eletrodo de H_3O^+ , constante potenciométrica, erros que afetam as medidas de pH, eletrodo seletivo de gás CO_2 e NH_3 , eletrodos de membrana cristalina e adição de padrão na potenciometria.

Percebemos que a mesma estratégia didática de retomar os conteúdos para dar prosseguimento na matéria foi aplicada nas aulas de P1 e P2, porém com algumas diferenças na escolha didática durante os exercícios propostos e na contextualização dos conceitos abordados, uma vez que P2 utiliza mais elementos para contextualização dos conteúdos.

Para o próximo encontro das Tutorias (T6) planejamos organizar os estudantes em duplas para compartilharem seus MC anteriores e debaterem a respeito do mapa um do outro. Nosso objetivo com essa estratégia era de promover um trabalho em grupo que estimulasse a troca de conhecimento e visões de organização curricular dos conteúdos de Eletroquímica. Em seguida, planejávamos pedir para as duplas a construção de um novo mapa em conjunto. Contudo, essa etapa precisou ser adiada devido ao não comparecimento dos participantes na Tutoria nessa semana, conforme indicado no cronograma (APÊNDICE B).

5.3.4 Aula de Coulometria – Tutoria Conduzida por P2

Retornadas as atividades após a Semana da Química⁶, acompanhamos a décima primeira semana de aula da disciplina (A11). P2 iniciou a aula orientando os estudantes sobre a lista de exercícios que devia ser entregue no dia da prova. Em seguida deu início ao conteúdo retomando os conceitos lecionados na aula anterior (eletrodos de membrana cristalina) e na sequência abordando os conteúdos: eletrodo de membrana líquida, eletrodo de membrana líquida para determinação de Ca^{2+} , eletrodo de íon seletivo para nitrato e titulação potenciométrica.

Terminados os conteúdos sobre Potenciometria, P2 inicia o conteúdo de Coulometria abordando suas características, utilização e grandezas relacionadas a essa técnica de análise. Na sequência, abordou os conceitos: Leis de Faraday (quantidade de eletricidade), métodos coulométricos (coulometria a corrente constante, coulometria a potencial controlado), célula coulométrica e titulação coulométrica.

Todos os conteúdos foram lecionados de forma expositiva dialogada, com utilização de exercícios e sempre que possível relacionando os conteúdos com os abordados nas aulas de laboratório. Essa didática adotada por P2 foi mencionada anteriormente e é uma característica muito marcante de suas aulas.

Após a A11, P2 solicitou a utilização do encontro da Tutoria (T7) para abordar conceitos que, para ele, não tinham sido bem definidos em sala de aula e, de forma complementar, tirar as possíveis dúvidas dos estudantes. Dessa forma, não foi possível retomar a atividade planejada para T6 nessa semana.

Conduzida por P2, nessa Tutoria foram debatidos conceitos referentes aos conteúdos

⁶ Semana de atividades extraclasse de presença não obrigatória, com oferecimento de minicursos e palestras na área da Química e seu ensino, prevista pelo calendário acadêmico do semestre, interrompendo a sequência de trabalhos programada. As atividades regulares da semana (aulas e encontros das Tutorias) foram canceladas e só retomadas na semana subsequente.

atribuídos para a próxima avaliação da disciplina (Potenciometria e Coulometria), utilizados também como orientação para a resolução da segunda lista de exercícios. Por fim, decido por estender o horário da Tutoria podendo esclarecer possíveis dúvidas que tivessem permanecido a respeito da lista de exercícios.

Entendemos que esse foi um momento de reflexão não só para os futuros professores e profissionais da Química, mas também para P2 que através dessa intervenção, proporcionou um importante processo de formação para os estudantes, pois essa intervenção não é algo habitual nas disciplinas. Conforme discutido, esses momentos podem assumir

As múltiplas possibilidades, que as diversas modalidades de Tutoria apresentam, podem responder às necessidades sentidas de criar e incrementar entre os professores e os alunos da universidade a cultura da orientação e Tutoria. Mas não basta a mera declaração de intenções. O professor universitário tutor converte-se no professor de referência do grupo de alunos que vai acompanhar. (Veiga Simão et al., 2008, p.77)

5.3.5 Aula de Coulometria – MC4

Na décima terceira aula da disciplina (A13) P2 iniciou a aula debatendo com os estudantes as questões da prova. Em seguida, P2 lecionou os conteúdos referentes a técnica eletroanalítica de Condutometria, mais especificamente: suas características, métodos condutométricos de análise, tipos de condutores, condutividade molar, condutância, Lei de diluição de Oswald, condutometria direta e titulação condutométrica.

Durante duas semanas (semana anterior a A13 e semana de A13), retomamos a etapa prevista de construção dos mapas em dupla (MC4). Agrupamos a análise desses dois encontros da Tutoria, uma vez que a atividade proposta (construção do MC4) foi a mesma para as duas semanas, fato esse, consequência do baixo número de estudantes que compareceram na semana de avaliação da disciplina. Destacamos nesses dois encontros da Tutoria (T8 e T9) a troca de ideias entre os componentes das duplas a respeito de seus MC, fazendo apontamentos principalmente a respeito da organização hierárquica dos conceitos, o que pode ser verificado no trecho:

“Já que farão o mapa juntos, tentem perguntar um para o outro por que ele ou ela seguiu por esse caminho. Por que você ligou tal conceito no outro. Tentem trabalhar em grupo, um questionando o outro sobre as tomadas de decisão na hora de construção do MC.” (PQ)

“Acho que os caminhos que seguimos estão bem parecidos. Os conectores e as formas de organização dos conceitos que estão diferentes.” (E16)

“Você usa bem mais conectores. Eu ainda tenho dificuldade nisso.” (E10)

“Tenta criar uma frase sobre o que você quer descrever. Separa essa frase, quebra o texto em partes, divide em conceitos e conectores. Acho que isso ajuda na construção do mapa.” (PQ)

“Aqui ela (E16) começou em Eletroquímica. Ela falou de cátodo e ânodo. Eu tenho a tendência de pular os detalhes. Sou mais direta.” (E10)

“Você tem que pensar que está construindo um mapa para alguém que nunca estudou essa matéria na vida. Observe que você começou por oxirredução e ela começou por Eletroquímica e seguiu depois para reação de oxirredução. Por que vocês concordaram em começar por esse conceito?” (PQ)

“Acho que é a base. Um dos primeiros conceitos que devemos aprender. Um conceito que é importante também é cátodo e ânodo, logo após deles eu penso em oxirredução. Talvez poderíamos começar por ele.” (E10)

“Para eu entender oxirredução existe algo que eu preciso saber antes?” (PQ)

“Nox.” (E16)

“Então eu preciso saber nox para entender uma reação redox? Por qual deles eu deveria começar? Por que não começar por outro conceito como pilha?” (PQ)

“Acho que podemos começar pela reação de oxirredução. Seguir para nox porque um depende do outro e falar de cátodo e ânodo.” (E10)

Os trechos transcritos evidenciam o potencial do espaço de discussões construído ao longo das Tutorias para estimular o pensamento sobre o conteúdo específico durante a construção dos MC, indo ao encontro do que acreditávamos ao propor esse processo.

Ao todo, para essa atividade obtivemos três MC, sendo dois construídos em dupla (E2 e E12; E10 e E16) e um deles apenas pelo estudante E15. O resultado da classificação é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Relação da classificação dos MC4.

Categoria/ Mapas	Categoria A	Categoria B	Categoria C
MC4	-	-	E2 e E12, E15, E10 e E16
Total	0	0	3

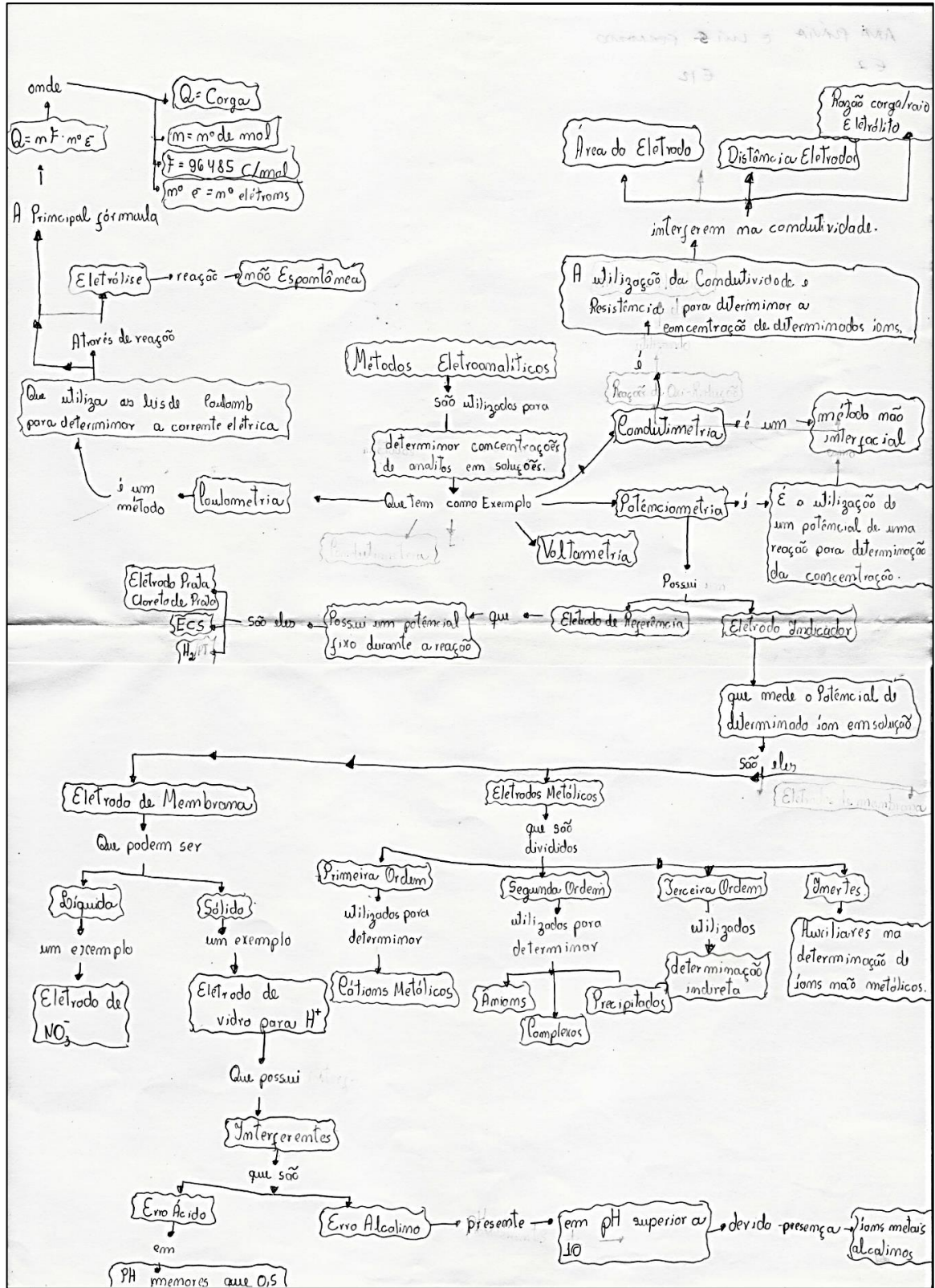
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Durante a construção do MC4, o estudante E15 e a dupla de estudantes E2 e E12 optaram por construir um mapa exclusivamente dos métodos eletroanalíticos visto que esse era o tema

que estava sendo trabalhado nas aulas teóricas. Já a dupla de estudantes E10 e E16 manteve seu foco em melhorar os mapas dos conceitos de Eletroquímica como já haviam fazendo nos mapas anteriores.

Destacamos o mapa da primeira dupla citada (E2 e E12) (Figura 14), o qual apresenta um maior desenvolvimento na parte de Potenciometria, Coulometria e Condutimetria, pontos trabalhados por P2 nas aulas anteriores da disciplina e na Tutoria anterior, conduzida também por P2. Observamos no mapa citado: proposições válidas formadas a partir de ligações entre conceitos como potenciometria, eletrodo de referência e eletrodo indicador; sendo o segundo diferenciado em eletrodo de membrana e eletrodos metálicos, que por sua vez são diferenciados novamente até atingirem conceitos mais específicos e menos abrangentes. Dessa forma, identificamos tanto a existência de diferenciação progressiva quando, de conceitos mais abrangentes (condutimetria, potenciometria e voltametria), a dupla segue para conceitos mais específicos (a influência da área e da distância do eletrodo), possibilitando também a reconciliação integrativa no sentido oposto das setas. Por outro lado, o mapa da dupla ainda demandava ajustes em sua construção, pois há definições grandes que poderiam ser divididas em conceitos e conectores.

Figura 14 - MC4 construído pela dupla E2 e E12.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

5.3.6 Aula de Voltametria – Sem Tutoria

Na aula da semana (A14), P2 iniciou fazendo uma revisão dos conceitos já abordados na aula anterior de titulação condutométrica, estendendo-se para finalizar o conteúdo. Em seguida, P2 lecionou o conteúdo de Voltametria, mais especificamente: métodos voltamétricos de análise e suas diferenças frente aos outros métodos de análise abordados na disciplina, vantagens e desvantagem de cada um dos eletrodos de trabalho utilizados na voltametria, eletrodos e eletrólitos suportes.

Ao se aproximar do final do semestre letivo, encontramos dificuldade em marcar encontros de Tutoria com os estudantes. Eles relataram possuírem grande quantidade de tarefas como relatórios e provas, o que resultou no cancelamento da Tutoria da semana (T10).

5.3.7 Aula de voltametria – MC Final

P2 iniciou a aula da semana (A15) fazendo uma revisão sobre eletrodo de trabalho, eletrodo e eletrólito suportes. Em seguida, abordou os conteúdos: células voltamétricas, diferença de aplicação de potencial nas técnicas voltamétricas e técnicas voltamétricas (Polarografia e Voltametria Cíclica).

Levando em consideração a dificuldade para marcarmos encontros com os estudantes durante a semana, como relatado anteriormente, optamos por unir os dois últimos encontros previstos da Tutoria em apenas um, com duração de duas horas (T11), finalizando essa etapa do trabalho com um MC único, construído em conjunto por todos os participantes da Tutoria (MC Final).

Para o último encontro, planejamos criar um ambiente de discussão coletiva a respeito de tudo que já havia sendo debatido até o momento. Proponho a criação do MC Final da Tutoria (Figura 15) de maneira colaborativa tendo como participantes PQ, E2, E10, E15 e E16. Utilizamos o programa CmapTools⁷ para nos auxiliar na criação e projeção do mapa na lousa interativa, possibilitando a todos os participantes visualizar e opinar em sua criação.

Durante a construção do último mapa, percebemos o amadurecimento dos estudantes quanto a expor suas ideias e dialogar com os demais. Ao criarmos um ambiente de debate, foi possível um participante contrapor o outro, apontando diferentes formas de ligação entre conceitos, sugerindo novas proposições e reestruturando suas relações hierárquicas

“Gostaria que durante a criação do mapa, sempre que cada um for sugerir algo, que

⁷ Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/>

justificasse o porquê daquela escolha. Podemos começar?” (PQ)

“Posso sugerir? Ligar Eletroquímica, que é uma ideia mais geral, em conceitos referentes ao que a Eletroquímica estuda.” (E15)

“Estuda os métodos eletroanalíticos. Também pode colocar como uma parte da Físico-Química.” (E2)

“Reações de oxirredução.” (E15)

“Eu colocaria reação de oxirredução em seguida de Eletroquímica.” (E2)

“Mas oxirredução não está dentro dos métodos eletroanalíticos?” (E10)

“Mas será que temos oxirredução apenas nos métodos eletroanalíticos?” (PQ)

“Não!” (E15)

“O que eu fiz foi puxar a partir de Eletroquímica o conceito de quantificação de íons para em seguida conectar com os métodos eletroanalíticos, e separadamente transferência de elétrons. Poderíamos fazer uma ligação cruzada, pois os métodos eletroanalíticos também envolvem transferência de elétrons.” (E15)

“Eu prefiro seguir a partir de métodos (eletroanalíticos) para os métodos de análise em si. Coulometria, potenciometria, condutimetria e voltametria.” (E2)

Nesse trecho percebemos a confiança dos estudantes em propor e relacionar conceitos e defender seus pontos de vista, o que resultou também nos debates mostrados a seguir.

“A diferença de potencial não gera uma reação Química, a célula eletrolítica que gera uma reação Química.” (E15)

“Mas a célula eletrolítica não existe sob uma diferença de potencial? Sem essa diferença de potencial ela não existe, portanto é ela que gera a reação” (E10)

“Sim, mas o que estou querendo dizer é que célula galvânica e a célula eletrolítica estão ambas conectadas em corrente e diferença de potencial. Pensa comigo. Uma célula galvânica gera uma corrente, gera uma diferença de potencial, mas as duas a partir de uma reação Química. A célula eletrolítica existe sob uma corrente e sob uma diferença de potencial e gera uma reação Química.” (E15)

“Acho que está faltando falarmos também da espontaneidade tanto da célula galvânica, que é um processo espontâneo, quanto da eletrolítica que é não espontâneo. Precisamos entender disso antes de seguir para a diferença de potencial e a produção de corrente elétrica.” (E2)

Durante essa etapa, os diferentes pontos de vista tiveram que ser negociados, pois ao tentarem expor suas visões de currículo e propor diferentes sequências de conceitos, os

estudantes de depararam com um conflito de opiniões. As sequências de conteúdo a serem abordados e os principais conceitos que não poderiam ficar de fora do mapa foram negociados em busca de uma organização curricular, pensando na aprendizagem dos conceitos, de forma mais significativa.

“Para sabermos o que é cátodo e o que é ânodo, precisamos saber antes o que é potencial de redução.” (E15)

“Sim, mas vamos explicar a partir dele.” (E2)

“Para sabermos o que é cátodo e ânodo, não necessariamente precisamos saber agente redutor e agente oxidante. Precisamos saber quem oxida ou quem reduz.” (E16)

“A discussão que vocês estão tendo é sobre a organização curricular da matéria. Vocês estão tentando entender qual a melhor ordem para ensinar a matéria. Então primeiro ensinamos quem é o agente ou quem oxida e quem reduz?” (PQ)

“Então temos que voltar lá em cima em reação de oxirredução e já falar sobre oxidação e redução” (E16)

“Para explicarmos para alguém o Mapa Conceitual, a gente não pode começar de um conceito específico como cátodo, pois ele deriva do agente oxidante.” (E15)

“Para você (E15) agente oxidante e redutor é um conceito mais amplo e não tão específico, mas para elas não. Para elas ele também está dentro de cátodo e ânodo. Então, podemos entender que tanto faz eu sair de cátodo e ânodo e explicar os agentes oxidantes e redutores, como o processo contrário, o que importa é como vamos explicar isso e se está bem definido no mapa, concorda?” (PQ)

“Acho que se compararmos duas pessoas, uma do Ensino Médio e outra do Ensino Superior, cada uma vai tratar esses conceitos em uma sequência diferente.” (E10)

“Estamos construindo um mapa pensando na melhor forma de ensinar esses conceitos. A sequência, então, é muito importante.” (PQ)

“Vamos pensar em ensinar para alguém do Ensino Médio ou para o Ensino Superior? Pois a organização vai ser diferente para cada uma delas” (E16)

“Então você está me dizendo que se o estudante está no Ensino Superior ele já teria que saber esses conceitos de cátodo e ânodo, assim como as reações de oxirredução?” (PQ)

“Sim, senão nem era para ele ter entrado na faculdade.” (E16)

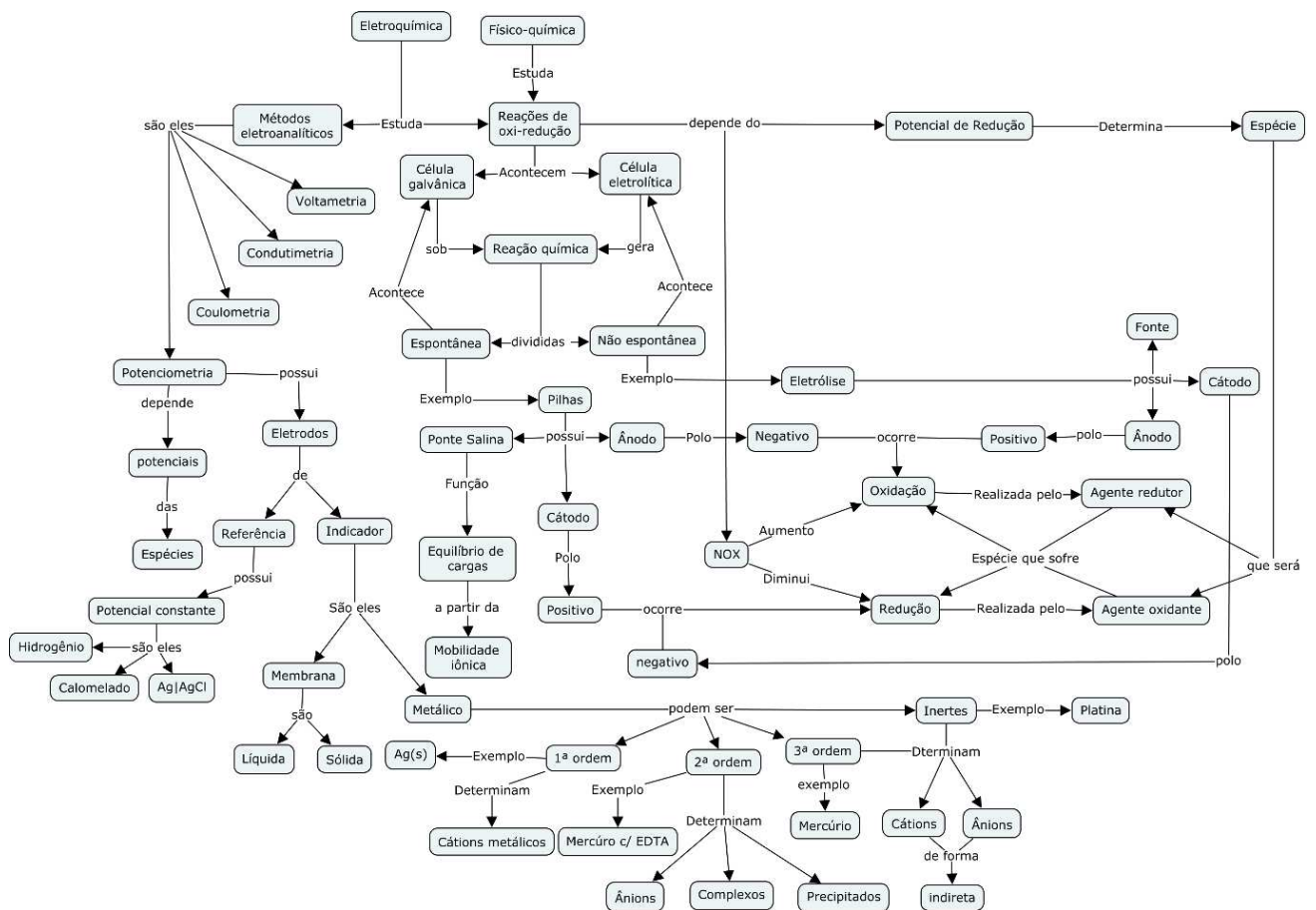
“Quando apresentei a pesquisa para vocês, na primeira aula, e perguntei quem tinha estudado Eletroquímica, quantos responderam que já tinham estudado? Não podemos partir do princípio que nosso estudante já sabe o conteúdo, temos que partir do questionamento do

que ele realmente sabe, para, então, construir novos conhecimentos a partir daí” (PQ)

O trecho apresentado acima é reflexo dos debates levantados ao longo dos encontros das Tutorias a respeito do planejamento curricular e a importância de se conhecer a realidade dos seus estudantes. Conhecimentos que fazem parte da constituição do profissional docente.

Como resultado final, obtivemos o mapa da Figura 15, por meio do qual podemos observar que os estudantes estabelecem ligações entre os conceitos, diferenciando-os dos mais gerais aos mais específicos (diferenciação progressiva) e criam proposições válidas com possibilidade de reconciliação integrativa.

Figura 15 - MC final construído no último encontro das Tutorias.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao compararmos a categorização dos mapas produzidos durante todos os encontros com os estudantes (Tabela 7), é possível perceber o desenvolvimento na AS dos conceitos de Eletroquímica ao longo do semestre.

Tabela 7 - Resultado do processo de construção de mapas conceituais.

Categoria/ Mapas	MC1	MC2	MC3	MC4	MC Final
Categoria A	8	-	-	-	-
Categoria B	6	4	2	-	-
Categoria C	-	4	3	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

5.3.8 Aula de Voltametria e Fechamento da Disciplina

Em sua última semana de aula teórica, P2 resolveu exercícios sobre Voltametria Cíclica e finalizou o conteúdo exemplificando algumas de suas aplicações práticas. Em seguida, lecionou sobre as duas últimas técnicas eletroanalíticas programadas para a disciplina, Amperometria e Voltametria de Redissolução.

Como feito anteriormente, apontaremos as considerações preliminares das análises dos dados até o presente momento iniciando por destacar o desenvolvimento do conhecimento específico dos estudantes, evidenciado na evolução dos MC apresentados. Inicialmente os estudantes possuíam pouco ou nenhum contato com o processo de criação dos Mapas Conceituais, dessa forma é importante destacarmos a evolução na produção desses mapas onde ficou evidente pela forma de organização e maior característica de MC, se distanciando de modelos como fluxogramas e organogramas, os quais eram observados inicialmente. Por fim, acreditamos na grande contribuição que a pesquisa pôde proporcionar aos professores da disciplina, uma vez que estes tentaram se aproximar da realidade apresentada por seus estudantes, utilizando tempo extraclasse para auxiliar os estudantes participantes das Tutorias na construção do conhecimento de forma adicional ao que já estavam construindo nas aulas da disciplina.

5.4 HISTÓRICO DA DISCIPLINA DE ELETROQUÍMICA

Com os resultados de aprovações e reprovações da disciplina desse semestre, no qual oferecemos a Tutoria, decidimos por realizar um levantamento do histórico da disciplina de Eletroquímica juntamente à coordenação do curso de Química da UFJF. Obtivemos os resultados dos últimos sete anos. A partir dos dados fornecidos foi possível verificar o índice de estudantes aprovados e reprovados, de modo a compreender o perfil de aprovações e reprovações que a disciplina apresentou ao longo dos anos (Tabela 8).

Tabela 8 - Histórico da Disciplina Eletroquímica da UFJF.

Ano/ Período ⁸	Aprovado	Rep Freq.	Rep Nota	Trancado	Total de Alunos	Aprovado	Rep Freq	Rep Nota	Trancado
2012/1	26	1	7	4	38	68,42%	2,63%	18,42%	10,53%
2012/3	10	0	13	0	23	43,48%	0,00%	56,52%	0,00%
2013/1	18	2	7	0	27	66,67%	7,41%	25,93%	0,00%
2013/3	7	2	10	0	19	36,84%	10,53%	52,63%	0,00%
2014/1	5	0	10	2	17	29,41%	0,00%	58,82%	11,76%
2014/3	11	6	2	0	19	57,89%	31,58%	10,53%	0,00%
2015/1	9	5	8	2	24	37,50%	20,83%	33,33%	8,33%
2015/3	7	0	5	1	13	53,85%	0,00%	38,46%	7,69%
2016/1	13	1	4	0	18	72,22%	5,56%	22,22%	0,00%
2016/3	4	1	3	2	10	40,00%	10,00%	30,00%	20,00%
2017/1	7	1	9	0	17	41,18%	5,88%	52,94%	0,00%
2017/3	5	0	7	0	12	41,67%	0,00%	58,33%	0,00%
2018/1	19	0	7	2	28	67,86%	0,00%	25,00%	7,14%
2018/3	13	1	3	0	17	76,47%	5,88%	17,65%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

É importante esclarecer que a disciplina possui rotatividade de professores, contando sempre com um professor da área de Físico-Química para a parte inicial (um terço da carga-horária) e outro professor da Química Analítica para o restante da disciplina. Tendo em vista a rotatividade de professores na disciplina, não é possível destacar os dados de evasão e reprovação por infrequência na disciplina, já que cada professor possui critérios de avaliação de frequência diferentes.

Apesar de podermos fazer considerações a respeito das taxas de aprovação e reprovação da disciplina, as combinações possíveis de professores para a disciplina interferem nos modelos de organização de aula e avaliação, fato este que devemos ter em mente, pois se relacionam diretamente com os resultados apresentados.

Nos últimos quatorze semestres, sete deles tiveram aprovação superior a 50% da turma e dentre eles se encontra o semestre da presente pesquisa, onde foi realizado pela primeira vez o oferecimento da Tutoria. Desta forma, avaliamos o resultado obtido com as atividades nas Tutorias positivamente, uma vez que o percentual de aprovação foi o mais alto dos quatorze semestres apresentados, alcançando 76,47% de aprovação. Dentre os estudantes aprovados cinco eram repetentes, sendo E5 e E10 frequentes nas Tutorias, E1 e E8 frequentes na Tutoria

⁸ Na instituição, o ano letivo é dividido em 4 períodos sendo o 1 e 3 correspondentes ao 1º e 2º semestres letivos regulares do ano e os períodos 2 e 4, a atividades intersemestrais de inverno e verão.

apenas até o momento da construção do MC2, e E9 não frequentou a nenhum encontro da Tutoria, porém era frequente nas aulas da disciplina. Dos três estudantes reprovados na disciplina, dois eram repetentes e não frequentaram as aulas da disciplina; nenhum dos três frequentaram as Tutorias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a análise das atividades foi possível avaliar o perfil dos estudantes que chegam para a disciplina de Eletroquímica. Percebemos que os estudantes da graduação participantes dessa pesquisa apresentaram concepções alternativas e/ou pouco conhecimento prévio de conceitos considerados pré-requisitos para a disciplina. De acordo com a sequência curricular dos cursos de graduação, os estudantes foram inseridos em um ambiente de aprofundamento teórico/prático de Eletroquímica e técnicas eletroanalíticas desconhecendo conceitos mais gerais, dificultando o processo de diferenciação desses conceitos.

Durante a pesquisa, seguindo o conteúdo programático das aulas de eletroquímica acompanhada, identificamos como conhecimentos prévios importantes para o bom desempenho dos estudantes na própria disciplina e na formação profissional, conceitos como: reação química, nox, reação de oxirredução, cátodo e ânodo, transferência de elétrons, corrente elétrica, potencial de redução e de oxidação, eletrodo, eletrólito, ponte salina, potencial padrão do eletrodo, células galvânicas e eletrolíticas.

As aulas teóricas tiveram caráter conceitual com aprofundamento em conteúdos referentes a Eletroquímica e Eletroanalítica, onde foram desenvolvidos os conhecimentos específicos da área. Como retorno desse processo, tivemos um aumento no número de conceitos e grau de diferenciação, contribuindo para o desenvolvimento das ideias prévias durante o semestre. De forma complementar, foi realizado um trabalho a partir desses conceitos abordando concepções alternativas em um ambiente de Tutoria.

A Tutoria se mostrou um importante espaço para auxiliar o desenvolvimento do conteúdo específico dos estudantes, além de proporcionar um espaço de reflexão sobre o currículo de Eletroquímica da Educação Básica e do Ensino Superior, tornando-se um ambiente rico para o processo de formação dos estudantes de graduação. Apesar do potencial verificado na pesquisa, a criação de um espaço de Tutoria demanda aceitação e frequência dos estudantes, o que se mostrou um ponto de fragilidade na metodologia adotada, uma vez que a taxa de evasão foi alta nesses encontros.

Os Mapas Conceituais se mostraram uma importante ferramenta tanto para levantar ideias prévias quanto para desenvolver a Aprendizagem Significativa de conceitos relacionados a diversas áreas do conhecimento, bem como fomentar junto aos estudantes debates sobre conhecimento do currículo de Eletroquímica. Reforço que para a utilização de metodologias diferenciadas de ensino, como os Mapas Conceituais, é preciso planejamento e aprofundamento teórico, pois se mostrou uma ferramenta complexa tanto em sua estrutura de produção, quanto

para análise. A categorização dos diferentes Mapas Conceituais ao longo da pesquisa possibilitou tanto verificar o desenvolvimento dos estudantes no processo de construção de MC quanto comprovar seu potencial para desenvolver a Aprendizagem Significativa e o conhecimento sobre o currículo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. M.; ALMEIDA, L. S.; BARROS, A. M. Diversificação de materiais e estratégias no ensino-aprendizagem da matemática: uma experiência com a " Teoria dos Números". **Revista Portuguesa de Educação**, v.10, n.1, p.147-163, 1997.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de Ensino na Universidade**. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. São Paulo: Confidência, 2006.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View**, 2ª ed. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1978.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BROWN; LEMAY; BURSTEN. **Química - A ciência central**, 13 ed., São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CALHEIRO, L. B. **Inserção de tópicos de física de partículas de forma integrada aos conteúdos tradicionalmente abordados no Ensino Médio** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- CAMEL, N. J. C. e PACCA, J. L. A. Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.1, p.7-26, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- CARVALHO, A. M. P., GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CISCATO C. A. M; PEREIRA, L. F; CHEMELLO, E; PROTTI, P. B. **Química: Ciscato, Pereira, Chemello e Protti**. 1ª ed. São Paulo: Editora Moderna, v.1, 2 e 3, 2016.
- COACH CARTER - TREINO PARA A VIDA; Direção: Thomas Carter. Estados Unidos: Paramount Pictures, 2005. 1 DVD (136 min).
- JUNIOR, L. S.; LOPES, J. G. S. **A importância de antigos professores na formação docente de licenciandos em Química**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–IX ENPEC Águas de Lindóia, p.1-8, 2013.
- FERNANDEZ, C. **PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, Campinas, SP. Atas... Rio de Janeiro, RJ: ABRAPEC, v.1. p.1-12, 2011.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livros Editora, 2007.
- GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations, **Journal Research Science Teaching**, v.29, p.121-142, 1992.

KEMPA, R. Students learning difficulties in science: causes and possible remedies. **Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.2, p.119-128, 1991.

LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais no ensino de Química. Reflexões de um grupo de professores a partir do tema Eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1-4, 2005.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. 5ª ed. São Paulo: Ática, 2007.

MARTINS, H. H. T. de S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v.30, n.2, p.287-298, 2004.

MARTINS, I. Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MASSI, L.; ALIANE, C. S. M.; SILVA, P. R.; LOPES, J. G. S. Estratégias para promover a permanência de futuros professores de Química na licenciatura: uma experiência de Tutoria com ingressantes na UFJF. In: José Guilherme da Silva Lopes; Luciana Massi. (Org.). **Aprendizagens da docência no Ensino Superior: desafios e perspectivas da Educação em Ciências**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, p.141-155, 2017.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura (SBPC)**, São Paulo, v.32, n.4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v.11, n.2, p.143-156, 1998.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. 1. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, v.1. p.103, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa**. 1ª ed. São Paulo: Centauro Editora, v.1. p.80, 2010.

MOREIRA, M.A. & MASINI, E.A.F.S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Centauro, 2ª ed., 2006.

NOGUEIRA, K.S.C.; DE GOES, L.F.; FERNANDEZ, C. O estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.3, p.410-434, 2017.

NOVAIS, V. L. D.; TISSONI, M. A. **Vivá: química**. Curitiba: Positivo, vol.1, 2 e 3, 2016.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn. (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.,1996.

PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M. D. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v.2, n.1, p.37-42, 2002

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: Uma Reflexão sobre a Prática**. Penso Editora, 2000.

SANTOS, W. D.; MÓL, G. D. S. **Química cidadã**. São Paulo: AJS, v.1, 2 e 3, 2016.

- SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J., Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies, **International Journal of Science Education**, v.22, n.5, p.521-537, 2000.
- SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J., An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, v.7, n.6, p.853-860, 1999.
- SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J., Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, v.34, n.4, p.377-398, 1997.
- SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J., Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. **Journal of Chemical Education**, v.74, n.7, p.819-823, 1997.
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. D.; MAIA, J. D. O.; SILVA, A. F. A. D.; WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v.31, n.3, p.190-197, 2009.
- SCHMIDT, H. J. Students' misconceptions - looking for a pattern, **Science education**, v.81, p.123-135, 1997.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química nova**, v.25, p.14-24, 2002.
- SHULMAN, L.S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p.4-14, 1986.
- SILVA, R. M; SILVA, R. C.; AQUINO, K. A. S. Estudo da eletroquímica a partir de pilhas naturais: uma análise de mapas conceituais. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.4, n.2, p.45-56. 2014
- SILVA, T. L., **Contribuições da Eletroquímica Molecular para a Química Medicinal: O Caso das Quionas Híbridas Calcogenadas e Halogenadas**. 2017. 121f. Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2017.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 16ª ed. Petrópolis: Vozes, 2014
- VEIGA SIMÃO, A. M.; FLORES, A.; FERNANDES, S.; FIGUEIRA, C. Tutoria no Ensino Superior: concepções e práticas. Sísifo. **Revista de Ciências da Educação**, v.7, p.75-88. 2008.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 16ª ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “DESENVOLVENDO O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO SOBRE ELETROQUÍMICA COM GRADUANDOS EM QUÍMICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a relevância de se estudar diferentes metodologias de ensino que não só contribuam para a aprendizagem de conteúdos específicos, mas preparam o estudante para sua carreira profissional. Nesta pesquisa pretendemos compreender como o processo de construção de mapas conceituais por alunos da graduação em Química contribui para a reflexão sobre a intenção de prática docente e conseqüentemente o desenvolvimento do PCK de Eletroquímica.

Caso você concorde em participar, vamos realizar a aplicação de questionários, recolher material de atividades desenvolvidas ao longo da disciplina, registrar apontamentos sobre o desenvolvimento das aulas. Esta pesquisa apresenta um risco mínimo, na forma de desconforto ou constrangimento que poderão ser gerados a partir da coleta de dados, tanto nos questionários como nas entrevistas e gravações. Cabe ressaltar que os participantes entrevistados não serão identificados em momento algum e suas intimidades serão respeitadas. A pesquisa poderá ajudar no desenvolvimento como profissional docente, assim como na construção do conhecimento pedagógico do conteúdo de Eletroquímica.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 .

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Alan Cláudio do Vale Guimarães
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Instituto de Ciências Exatas/Departamento de Química
CEP: 36036-900
Fone: (32)2102-3396 / (24)98161-3056
E-mail: alanvguima@hotmail.com

APÊNDICE B – Cronograma de Atividades

<i>Cronograma de Atividades</i>		
<i>Data</i>	Disciplina	Tutoria
06/08/18	Aula 1 - Estatística aplicada à Química Analítica / Convite para a participação na Tutoria / TCLE	-----
13/08/18	Aula 2 - Introdução à Eletroquímica / Mapas Conceituais / Construção do 1º MC	-----
15/08/18	-----	Tutoria 1 - Discussão sobre currículo e Concepções alternativas em células galvânicas
20/08/18	Aula 3 - Equilíbrio na Eletroquímica	-----
22/08/18	-----	Tutoria 2 - Discussão sobre a Metodologia de ensino do professor da disciplina / Concepções alternativas em livros didáticos
27/08/18	Aula 4 - Equilíbrio na Eletroquímica	-----
29/08/18	-----	Tutoria 3 - Discussão sobre a Metodologia de ensino do professor da disciplina / Concepções alternativas em Eletrólise
03/09/18	Aula 5 - Aplicações da Eletroquímica	-----
10/09/18	Aula 6 - Lista de Exercícios da Disciplina (Tutor)	-----
17/09/18	Aula 7 - TVC 1	-----
24/09/18	Aula 8 - Métodos elétricos de análise / Potenciometria	-----
26/09/18	-----	Tutoria 4 - Proposta de Construção de um novo MC (MC2)
01/10/18	Aula 9 - Potenciometria	-----
03/10/18	-----	Tutoria 5 - Desenvolvendo MC utilizando como apoio livros didáticos (MC3)

08/10/18	Aula 10 - Potenciometria	-----
10/10/18	-----	Tutoria 6 --Troca de MCs em grupo e construção de um novo para o grupo - Alunos não compareceram
15/10/18	Semana da Química (sem aula)	-----
22/10/18	Aula 11 - Coulometria	-----
24/10/18	-----	Tutoria 7 - Espaço de discussão sobre os conteúdos do TVC 2 com a Participação do Professor P2
29/10/18	Aula 12 - TVC 2	-----
31/10/18	-----	Tutoria 8 - Troca de MCs em dupla e construção de um novo para a dupla (MC4)
05/11/18	Aula 13 - Condutometria	-----
07/11/18	-----	Tutoria 9 - Troca de MCs em dupla e construção de um novo para a dupla (MC4)
12/11/18	Aula 14 - Voltametria	-----
14/11/18	-----	Tutoria 10 - Proposta e Construção do 5º MC – Cancelada
19/11/18	Aula 15 - Voltametria	-----
21/11/18	-----	Tutoria 11 - Proposta e Construção do 5º MC – Mapa construído coletivamente (MC Final)
26/11/18	Aula 16 - Voltametria	-----
28/11/18	-----	Lista de Exercícios da Disciplina
03/12/18	Aula 17 - TVC 3	-----
10/12/18	TVC substitutivo	

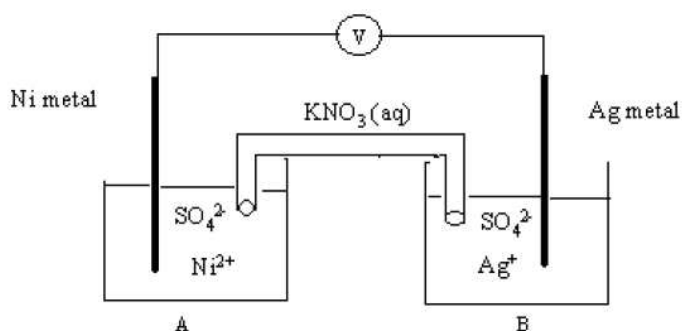
ANEXO A – Tabela de Concepções Alternativas

Type	No.	Misconception
Galvanic cells	1	In an ordered table of reduction potentials, the species with the most positive E° value is the anode.
	2	Standard reduction potentials list metals by decreasing reactivity.
	3	The identity of the anode and cathode depends on the physical placement of the half-cells.
	4	Anodes, like anions, are always negatively charged; cathodes, like cations, are always positively charged.
	5	The fact that the E° for $\text{H}_2(1 \text{ atm})/\text{H}^+(1 \text{ M})$ is zero is somehow based on the chemistry of H^+ and H_2 .
	6	There is no need for a standard half-cell.
	7	Half-cell potentials are absolute in nature and can be used to predict the spontaneity of the half-cells.
	8	Electrons enter the solution from the cathode, travel through the solutions and the salt bridge, and emerge at the anode to complete the circuit.
	9	Anions in the salt bridge and the electrolyte transfer electrons from the cathode to the anode.
	10	Cations in the salt bridge and the electrolyte accept electrons and transfer them from the cathode to the anode.
	11	Cations and anions move until their concentrations are uniform.
	12	Electrons can flow through aqueous solutions without assistance from the ions.
	13	Only negatively charged ions constitute a flow of current in the electrolyte and the salt bridge.
	14	The anode is negatively charged and releases electrons; the cathode is positively charged and attracts electrons.
	15	The anode is positively charged because it has lost electrons; the cathode is negatively charged because it has gained electrons.
	16	Cell potentials are derived by adding individual reduction potentials.
	17	Half-cell potentials are not intensive properties.
Electrolytic cells	18	In electrolytic cells, the direction of the applied voltage has no effect on the reaction or the site of the anode and cathode.
	19	No reaction will occur if inert electrodes are used.
	20	In electrolytic cells, oxidation now occurs at the cathode and reduction occurs at the anode.
	21	In electrolytic cells with identical electrodes connected to the battery, the same reactions will occur at both electrodes.
	22	In electrolytic cells, water is unreactive toward oxidation and reduction.
	23	When predicting an electrolytic reaction, the half-cell reactions are reversed before combining them.
	24	The calculated cell potentials in electrolytic cells can be positive.
	25	There is no relationship between the calculated cell potential and the magnitude of the applied voltage.
	26	Inert electrodes can be oxidized or reduced.
	27	When two or more oxidation or reduction half-reactions are possible, there is no way to determine which reaction will occur.
	28	Electrolytic cells can force nonspontaneous reactions that do not involve electron transfer to happen.
Concentration Cells	29	The direction of electron flow in concentration cells is not dependent on the relative concentration of the ions.
	30	The products produced in the indirect reaction of electrochemical cells are different from those produced in the direct reaction of the starting materials.
	31	The cell potential in concentration cells is not dependent on the relative concentration of the ions.
	32	Because there is no net reaction in concentration cells, the reaction quotient cannot be calculated.

ANEXO B – Questões utilizadas durante a tutoria

Questão 1- Pilha

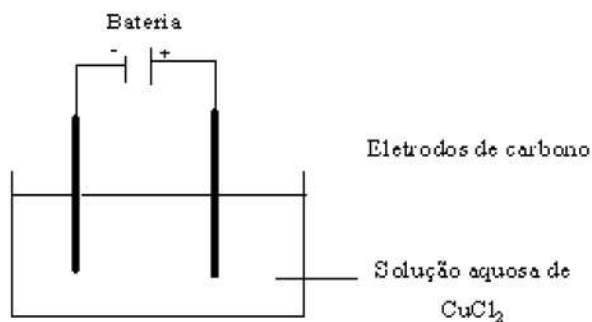
Na pilha representada, a oxidação do níquel introduz íons níquel adicionais na semicélula A e a redução dos íons prata deixa um excesso de cargas negativas na semicélula B.



- Explique como a corrente elétrica é produzida nesta pilha.
- Explique, através de palavras ou de desenho, o movimento das cargas (íons e/ou elétrons), de forma a produzir corrente elétrica.
- Escreva as semi-reações de oxidação e de redução, que ocorrem na pilha acima.

Questão 2 – Célula eletrolítica

A obtenção de vários materiais utilizados pelo homem é realizada através do processo da eletrólise. O equipamento abaixo foi utilizado para efetuarmos a eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de cobre II (CuCl_2) com eletrodos de carbono.



- Escreva o sentido do movimento das cargas (íons positivos, íons negativos e elétrons) nesta célula através dos fios e na solução durante o processo da eletrólise.
- Neste equipamento há uma corrente elétrica e uma corrente iônica. Explique a origem dessas correntes.
- Explique o que acontece na solução durante o processo da eletrólise.

ANEXO C – Cronograma da disciplina de Eletroquímica

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Química



CRONOGRAMA DE ELETROQUÍMICA (QUI128) - 2^o SEM. 2018

Professor P1

Professor P2

EMENTA DA DISCIPLINA: Introdução a Eletroquímica; Equilíbrio na Eletroquímica; Condutometria; Potenciometria; Coulometria; Voltametria.

FORMA DE AVALIAÇÃO: Provas teóricas

DIA/MÊS	CONTEÚDO
06/ago	Estatística aplicada à Química Analítica – Parte 2
13/ago	Introdução à Eletroquímica
20/ago	Equilíbrio na Eletroquímica
27/ago	Equilíbrio na Eletroquímica
03/set	Aplicações da Eletroquímica
10/set	Trabalho em aula como tutor
17/set	TVC-1 (valor: 100 pontos)
24/set	Métodos elétricos de análise/Potenciometria
01/out	Potenciometria
08/out	Potenciometria
15/out	Semana da Química – não haverá aula
22/out	Coulometria
29/out	TVC-2 (valor: 100 pontos)
05/nov	Condutometria
12/nov	Voltametria
19/nov	Voltametria
26/nov	Voltametria
03/dez	TVC-3 (valor: 100 pontos)
10/dez	Prova Substitutiva

Nota Final = (TVC-1 + TVC-2 + TVC-3) / 3

Bibliografia principal:

1) Atkins P. W.; de Paula, J. Físico-Química. 8^a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008. Vol. 1. 592 págs. (ISBN: 9788521616009)

2) I. N. Levine, Físico-Química. 6^a Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Vol. 1.

3) Harris D. C. Análise Química Quantitativa. 7^a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 868 págs. (ISBN: 9788521616252)

4) Skoog D. A.; West D. M.; Holler F. J.; Crouch S. R. Fundamentos de Química Analítica. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 999 págs. (ISBN: 8522104360)

<http://www.ufjf.br/nupis/>

ANEXO D – Plano de Ensino da disciplina de Eletroquímica

Plano de Ensino (QUI128- Eletroquímica)

Ementa	<p>1) Introdução a Eletroquímica; 2) Equilíbrio na Eletroquímica; 3) Condutometria; 4) Potenciometria; 5) Coulometria; 6) Voltametria.</p>
Conteúdo	<p>Métodos de Calibração: 1) Métodos de calibração; 2) Curva analítica; 3) Curva de adição de padrão; 4) Sensibilidade analítica; 5) Seletividade; 6) Limite de detecção; 7) Limite de quantificação; 8) Recuperação; 9) Repetibilidade; 10) Exatidão; 11) Precisão.</p> <p>Introdução a Eletroquímica: 1) Experimentos de Faraday sobre a eletrólise da água; 2) Nomenclatura geral dos componentes de células Eletroquímicas; 3) Sistemas eletroquímicos; 4) A célula de Daniel e o conceito de FEM (diferença de potencial entre terminais); 5) Definição de eletrodo (meia célula); 6) Diagrama de célula.</p> <p>Equilíbrio na Eletroquímica: 1) Revisão da termodinâmica de sistemas químicos; 2) Termodinâmica de sistemas eletroquímicos; 3) O potencial eletroquímico e sua relação com o potencial químico; 4) Condição de equilíbrio de sistemas químicos e eletroquímicos; 5) A equação de Nernst ζ, princípios; 6) A equação de Nernst ζ formalismo; 7) Determinação de potencial padrão; 8) Potencial padrão de eletrodo; 9) Determinação de atividade, determinação de entalpia padrão e entropia padrão, Determinação de K_{ps}, determinação do K_a de ácidos fracos.</p> <p>Potenciometria: 1) Introdução a eletroanalítica; 2) Propriedades elétricas; 3) Movimento de cargas; 4) representação esquemática de uma célula Eletroquímica; 5) Transporte de massa em uma célula Eletroquímica; 6) Princípio da potenciometria; 7) Medidas de potencial; 8) Eletrodos de referência (Ag/AgCl e calomelano); 9) Eletrodos indicadores metálicos; 10) Potencial de junção líquida; 11) Potencial de assimetria; 12) Eletrodos indicadores de membrana cristalina (eletrodo para fluoreto); 13) Eletrodos indicadores de membrana não-cristalina (eletrodo de vidro para pH); 14) Sensores para análises de gases (CO₂ e NH₃); 15) Eletrodos indicadores de membrana não-cristalina (eletrodo de vidro para outros íons e eletrodo de membrana líquida); 16) Titulação potenciométrica.</p> <p>Coulometria: 1) Princípio da coulometria; 2) Grandezas importantes na coulometria; 3) Quantidade de eletricidade; 4) Métodos coulométricos; 5) Método de Karl Fisher.</p> <p>Condutometria: 1) Princípio da condutimetria; 2) Tipos de condutores; 3) Relação condutância e concentração; 4) Condutividade molar; 5) Condutividade iônica limite; 6) Eletrólitos fortes e fracos; 7) Células de condutividade; 8) Titulações condutimétricas.</p> <p>Voltametria: 1) Princípio da voltametria; 2) Eletrodos; 3) Eletrólito suporte; 4) Célula Eletroquímica; 5) Influência do Oxigênio; 6) Polarografia; 7) Voltametria cíclica; 8) Amperometria; 9) Voltametria de redissolução.</p>
Bibliografia	<p>Atkins, P.W.; De Paula, J. Físico-Química. 8a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008. Vol. 1. 592 págs. (ISBN: 9788521616009) Harris, D.C. Análise Química Quantitativa. 7a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 868 págs. (ISBN: 978-85-2161-625-2)</p>

	Skoog, D.A.; West, D.M.; Holler, F.J.; Crouch, S.R. Fundamentos de Química Analítica. São Paulo: Cengage Learning, 2006. 999 págs. (ISBN: 85-221-0436-0)
Bibliografia complementar	Jeffery, G.H.; Bassett, J.; Mendham, J.; Denney, R.C. Vogel - Análise Química Quantitativa. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 712 págs. (ISBN: 978-85-216-1087-8)

Fonte: <http://www.ufjf.br/quimica/disciplinasdep/plano-de-ensino/?CodDisciplina=QUI128>