UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

BRENNO RALF MACIEL OLIVEIRA

**Eletroquímica e formação continuada: caminhos para
desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de
professores de Química**

SÃO PAULO – SP

2019

BRENNO RALF MACIEL OLVEIRA

**Eletroquímica e formação continuada: caminhos para desenvolver
o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de
Química**

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Física, ao
Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para
a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Química

ORIENTADORA: Profa. Dra. Carmen Fernandez

SÃO PAULO – SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Oliveira, Brenno Ralf Maciel

Eletroquímica e formação continuada: caminhos para desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de Química. São Paulo, 2019.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Carmen Fernandez
Área de Concentração: Ensino de Ciências

Unitermos: 1. Ensino; 2. Desenvolvimento profissional; 3. Formação continuada do professor; 4. Eletroquímica; 5. Cooperação.

USP/IF/SBI-080/2019

AGRADECIMENTOS

Finalizar um ciclo importante da vida sempre requer um grande esforço e, muitas vezes, para alcançarmos as grandes conquistas, esse esforço não se limita apenas a nós. São muitas mãos, muitas vozes, muitas saudades, muitas esperas e, acima de tudo, muita fé, que nos fazem perceber que somos capazes de chegar lá.

Por isso, reconhecer o papel essencial de todos que contribuíram para a finalização dessa etapa na minha vida e expressar eterna gratidão é o início de qualquer agradecimento que eu possa tentar fazer aqui.

Agradeço primeiramente a Deus, que me permitiu acumular todas as experiências humanas e espirituais que tive até hoje e que me construíram o ser humano que sou. Sou grato pela vida, saúde, pelas pessoas que tenho comigo e tudo que já conquistei até então. Especialmente, agradeço por todo o crescimento durante esse período de doutoramento.

Agradeço aos meus pais, Josir e Regina, que, embora já não façam parte do meu convívio diário por morarem em outra cidade, se fazem sempre tão presentes em meu coração. Sei do tamanho do esforço que eles fizeram para me educar e para que eu pudesse trilhar esse caminho. Obrigado pelas orações, pela compreensão, pela torcida e pelo afago.

Aos meus irmãos, Andrey e Albert, minha cunhada Sumaia, meus sobrinhos Raul e Louise, que comemoram comigo cada etapa e estão com as mãos estendidas sempre que é necessário. Vocês também são parte da minha inspiração neste trabalho.

Um obrigado com letras douradas para minha namorada, Tayná, que talvez seja quem mais sentiu os impactos das instabilidades e ausências decorrentes de um doutorado. Obrigado por ter esperado, por ter compreendido, por ter me acolhido e, especialmente, por ter me dado amor e carinho nos momentos em que precisei de uma energia a mais para me reerguer.

A todos meus tios e primos, familiares e conhecidos das famílias Maciel e Oliveira que também são importantes na minha trajetória e é para onde muitas vezes eu corro para recarregar as forças. Aos membros das famílias Baraúna e Miranda, especialmente meu sogro José, minha sogra Elizabeth, minha cunhada Luiza, que representaram minha família em tantos momentos durante esse ciclo e por quem tenho muito amor e gratidão.

Agradeço aos campistas de todas as cidades por onde passei (Assis, Palmital, Iepê, Dourados, Eldorado, Iguatemi, Brusque, Joinville, Anitápolis, Passo Fundo, Campo Grande, Rio dos Cedros e as demais que eu possa ter esquecido). Certamente, grande influência do meu trabalho com a cooperação advém das experiências que vivenciei com vocês.

Agradeço também a Profa. Neide e a Profa. Salete, que são grandes influenciadoras da minha trajetória acadêmica, pessoas com quem muito aprendi e que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigado por colaborarem em minha qualificação de doutorado.

Um agradecimento especial a meus colegas Guto, Catarinie, Karine, Fabíola e Maria da Graça que, em alguns momentos, colaboraram com minhas atividades e compromissos, sabendo compreender meu momento com apoio e amizade.

Aos colegas que me acompanharam durante o período de doutorado e, especialmente, à Raquel que, desde o primeiro momento deste ciclo, participou dos sofrimentos e das alegrias que permearam o caminho.

Obrigado também a todos os colegas do grupo PEQuim, que deram suas contribuições ao meu trabalho e me ajudaram a crescer e amadurecer com as importantes discussões de terças feiras. Agradeço especialmente a Luciane, Keysy, Daiane, Pablo e Anike que de uma forma ou de outra estiveram diretamente ligados a este ciclo.

Um agradecimento, repleto da mais pura gratidão, à minha orientadora, Profa. Carmen Fernandez, que me acolheu no início dessa minha trajetória e acreditou no meu potencial desde as primeiras conquistas. Com você pude aprender muito e não apenas sobre o PCK, mas sobre ser um profissional do ensino de ciências com competência. Aprendi também com suas qualidades, especialmente, nesta fase final, que me tratou com tanta compreensão, profissionalismo e humanidade. Por mais profissionais que se lembrem de “ser humanos”, assim como você.

Quero agradecer também às pessoas que se uniram a mim em oração nas últimas semanas do meu doutorado, enviando palavras de força e carinho. Hoje vocês são parte do meu testemunho e fizeram uma diferença que não imaginam.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma ou outra torceram por mim, estiveram ao meu lado durante essa fase e que eu não tenha colocado o nome aqui. Sintam-se abraçados.

Minha vitória é de todos nós!

Brenno Oliveira

*“Ninguém é tão grande que não possa aprender,
nem tão pequeno que não possa ensinar”*

Autor desconhecido

RESUMO

OLIVEIRA, B. R. M. **Eletroquímica e formação continuada: caminhos para desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de Química.** 2019. 301f. Tese (Doutorado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2019.

As necessidades formativas de professores para o ensino de eletroquímica é algo latente no atual contexto educacional brasileiro, uma vez que tanto os docentes apresentam barreiras e limitações ao exercer o ensino deste conteúdo, quanto as iniciativas da formação continuada carecem de reformulações que as tornem mais eficazes. Perante este cenário, o presente trabalho discute a implementação de um curso de formação continuada pautado nos princípios da aprendizagem cooperativa como possibilidade de desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de química acerca da eletroquímica. Trata-se de um estudo qualitativo, realizado na cidade de Joinville-SC, em que dois professores de química (P1 e P2) foram entrevistados e acompanhados durante suas aulas de eletroquímica, antes e depois de participarem do curso de formação continuada supracitado. O PCK desses professores foi documentado e analisado conforme os três domínios propostos no Modelo Consensual Refinado (RCM), sendo o PCK coletivo (cPCK), o PCK pessoal (pPCK) e o PCK em ação (ePCK). Os resultados revelaram que os dois professores apresentaram melhoras em seus conhecimentos das estratégias instrucionais e da compreensão dos alunos, tanto no domínio do pPCK quanto no ePCK, em decorrência da influência do cPCK construído no curso de formação continuada. No domínio do pPCK, dentre as dez categorias de conhecimentos analisadas, P1 teve melhora em sete e P2 melhorou em seis, enquanto que no domínio do ePCK, verificou-se melhora em quatro categorias de P1 e em sete de P2. Desta situação observou-se que nem sempre os conhecimentos declarados no pPCK são mobilizados na prática, no ePCK. Perante os resultados, conclui-se que o curso de formação continuada contribuiu efetivamente para o desenvolvimento profissional dos professores através do cPCK oferecido e construído, permitindo que os mesmos melhorassem seus conhecimentos nos domínios do pPCK e do ePCK, ainda que em diferentes intensidades. Conclui-se pela importância de espaços formativos que foquem em atividades especialmente planejadas para o desenvolvimento do PCK e que preconizem o trabalho cooperativo em que os professores possam compartilhar experiências e construir novos aprendizados a fim de conseguirem melhorar sua prática profissional.

Palavras-chave: Ensino de Química, Aprendizagem Cooperativa, Eletroquímica, Conhecimentos de professores, PCK, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

ABSTRACT

OLIVEIRA, B. R. M. **Eletrochemistry and continuous professional development: ways to develop the Pedagogical Content Knowledge of chemistry teachers.** 2019. 301f. Tese (Doutorado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2019.

The teacher training needs for the teaching of electrochemistry is something latent in the current Brazilian educational context. Both teachers have problems and limitations when teaching this content, and the continuing professional development (CPD) courses need reformulations that make them more effective. Against this background, this thesis discusses the implementation of a CPD course based on the principles of cooperative learning as a possibility to develop the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of chemistry teachers about electrochemistry. This is a qualitative study, conducted in the city of Joinville-SC, in which two chemistry teachers (P1 and P2) were interviewed and followed during their electrochemistry classes, before and after attending the aforementioned course. The PCK of these teachers was documented and analyzed according to the three domains proposed in the Refined Consensus Model (RCM), being the collective PCK (cPCK), the personal PCK (pPCK) and the enacted PCK (ePCK). The results revealed that both teachers showed improvements in their knowledge of instructional strategies and knowledge of student understanding, within the pPCK and ePCK domains, due to the influence of cPCK built on the continuing education course. In the pPCK domain, among the ten knowledge categories analyzed, P1 showed improvements in seven and P2 in six, while in the ePCK domain, P1 showed improvements in four knowledge categories and P2 in seven. From this situation it was observed that the knowledge declared in pPCK is not always mobilized in practice in ePCK. Given the results, it is concluded that the CPD course effectively contributed to the professional development of teachers through the offered and built cPCK, allowing teachers to improve their knowledge in the fields of pPCK and ePCK, although at different intensities. It is concluded by the relevance of teacher training spaces that focus on activities specially planned for the development of the PCK. Also spaces that promote cooperative work in which teachers can share experiences and build new learning in order to improve their professional practice.

Keywords: Chemistry Teaching, Cooperative Learning, Electrochemistry, Teacher Knowledge, Pedagogical Content Knowledge, PCK.

LISTAS DE SIGLAS

TGT	- <i>Teams-Games-Tournaments</i>
STAD	- <i>Student Team-Achievement Divison</i>
PCK	- <i>Pegagogical Content Knowledge</i> (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo)
cPCK	- PCK coletivo
pPCK	- PCK pessoal
ePCK	- PCK em ação
RCM	- <i>Refined Consensus Model</i> (Modelo Consensual Refinado do PCK)
CM	- <i>Consensus Model</i> (Modelo Consensual do PCK)
UDESC	- Universidade do Estado de Santa Catarina
UFES	- Universidade Federal do Espírito Santo
UFSCar	- Universidade Federal de São Carlos
AC	- Aprendizagem cooperativa
KWL	- <i>Know-Want-Learn</i>
PIBID	- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
MRPA	- Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação
CoRe	- Representação do Conteúdo
PaPeRs	- Repertório de Experiência Pedagógica e Profissional
DECA	- Dificuldade, equívoco e concepção alternativa
QNEsc	- Química Nova na Escola
RASBQ	- Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química
ENPEC	- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ENEQ	- Encontro Nacional de Ensino de Química
EPPEQ	- Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química
GERED	- Gerência Regional de Educação
Nox	- Número de oxidação
ddp	- Diferença de potencial
PNLD	- Programa Nacional do Livro Didático

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação.....	28
Figura 2 - Modelo Consensual da cúpula do PCK.....	36
Figura 3 - Modelo Consensual Refinado do PCK.....	41
Figura 4 - Domínio do PCK em ação – ePCK.....	43
Figura 5 - Domínio do PCK pessoal – pPCK.....	44
Figura 6 - Domínio do PCK coletivo – cPCK.....	45
Figura 7 - Funcionamento do método Jigsaw.....	52
Figura 8 - Exposição dos relatores e discussão sobre a dinâmica para o trabalho cooperativo.....	91
Figura 9 - Discussão sobre o contexto dos professores e o ensino de eletroquímica.....	92
Figura 10 - Ideia/conceito considerados centrais pelos professores entrevistados.....	98
Figura 11 - Principais estratégias e recursos didáticos utilizados pelos professores durante o ensino de eletroquímica.....	99
Figura 12 - Nível de dificuldade para ensinar eletroquímica na visão dos professores entrevistados.....	99
Figura 13 - Principais dificuldades e limitações encontradas pelos professores entrevistados durante o ensino de eletroquímica.....	100
Figura 14 - Principais instrumentos de avaliação utilizados pelos professores entrevistados durante as aulas de eletroquímica.....	101
Figura 15 - Discussão nos grupos de base para elencar as principais DECAs em eletroquímica.....	103
Figura 16 – Representação da divisão dos grupos de especialistas no curso de formação continuada.....	109
Figura 17 - Professores realizando as atividades no Grupo A.....	111
Figura 18 - Professores realizando as atividades no Grupo B.....	111
Figura 19 - Professores realizando as atividades no Grupo C.....	112
Figura 20 - Professores realizando as atividades no Grupo D.....	112
Figura 21 - Retorno dos integrantes aos grupos de base e compartilhamento das experiências.....	114
Figura 22 - Relatores expondo como as discussões ocorreram em seus grupos.....	114
Figura 23 - Distribuição dos kits eletroquímica ao final do curso.....	119
Figura 24 - Professores que concluíram o curso de formação continuada.....	120
Figura 25 - Esquema utilizado por P1 na AULA 5 (2018).....	283
Figura 26 - Reprodução do esquema feito no quadro durante a explicação – P2/Aula 1.....	288
Figura 27 - Esquema utilizado pelos alunos na AULA 1 e 2 (2018).....	293
Figura 28 - Esquema utilizado por P2 na AULA 9 e 10 – Exercício 1 (2018).....	300
Figura 29 - Esquema utilizado por P2 na AULA 9 e 10 – Exercício 2 (2018).....	301

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Algumas dificuldades, equívocos e/ou concepções alternativas de estudantes sobre conceitos da eletroquímica reportados na literatura	56
Quadro 2 - Estrutura da entrevista sobre a trajetória dos professores	74
Quadro 3 – CoRe-Entrevista	74
Quadro 4 – Entrevista sobre o curso de formação continuada	76
Quadro 5 - Atividades realizadas no primeiro encontro do curso de formação continuada.....	79
Quadro 6 - Atividades realizadas no segundo encontro do curso de formação continuada	83
Quadro 7 - Questionário de avaliação final do curso de formação continuada	85
Quadro 8 - Atividades realizadas no terceiro encontro do curso de formação continuada	86
Quadro 9 - Síntese das respostas dos professores na dinâmica sobre o contexto e o ensino de eletroquímica.....	97
Quadro 10 - DECAs trazidas da literatura e elencadas pelos professores no grupo de base principal, a partir de suas próprias experiências com o ensino de eletroquímica.....	103
Quadro 11 - Tabela de DECAs elencadas como principais pelo grupo de base principal	104
Quadro 12 - Respostas do grupo de base principal sobre a DECA 4 e DECA 6	105
Quadro 13 - Respostas de P1 e P2 para as atividades à distância – fórum geral.....	106
Quadro 14 - Respostas de P1 e P2 para as atividades à distância – tarefa	107
Quadro 15 - Atividades realizadas pelos professores nos grupos de especialistas.....	110
Quadro 16 - Repostas de P1 e P2 durante seus estudos nos grupos de especialistas	113
Quadro 17 – Proposta da sequência de ensino construída pelo grupo de base principal.....	115
Quadro 18 - Síntese das respostas de P1 ao CoRe em 2016	126
Quadro 19 - Síntese das respostas de P1 ao CoRe em 2018	131
Quadro 20 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da avaliação.....	135
Quadro 21 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento pedagógico	136
Quadro 22 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento do conteúdo	137
Quadro 23 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento dos alunos.....	141
Quadro 24 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento curricular	143
Quadro 25 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das estratégias instrucionais	145
Quadro 26 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da representação do conteúdo	146
Quadro 27 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da compreensão dos alunos	148
Quadro 28 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das práticas científicas	151
Quadro 29 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das maneiras de pensar	151
Quadro 30 - Síntese da análise do pPCK de P1 e seu desenvolvimento	153
Quadro 31 - Síntese das aulas de P1 em 2016.....	155
Quadro 32 - Síntese das aulas de P1 em 2018.....	157
Quadro 33 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da avaliação	159
Quadro 34 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento pedagógico.....	161
Quadro 35 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento de conteúdo.....	163
Quadro 36 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento dos alunos	164
Quadro 37 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento curricular.....	166
Quadro 38 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e seu conhecimento das estratégias instrucionais	167
Quadro 39 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da representação do conteúdo	169
Quadro 40 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e seu conhecimento da compreensão dos alunos	173
Quadro 41 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento das práticas científicas	177
Quadro 42 - Síntese da análise do ePCK de P1 e seu desenvolvimento	178

Quadro 43 - Síntese da análise do pPCK e do ePCK de P1 e seu desenvolvimento.....	179
Quadro 44 - Síntese das respostas de P2 ao CoRe em 2016	195
Quadro 45 - Síntese das respostas de P2 ao CoRe em 2018	199
Quadro 46 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da avaliação.....	202
Quadro 47 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento pedagógico	203
Quadro 48 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento do conteúdo	206
Quadro 49 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento dos alunos.....	209
Quadro 50 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento curricular	212
Quadro 51 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das estratégias instrucionais	214
Quadro 52 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da representação do conteúdo	216
Quadro 53 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da compreensão dos alunos	217
Quadro 54 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das práticas científicas	218
Quadro 55 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das maneiras de pensar	219
Quadro 56 - Síntese da análise do pPCK de P2 e seu desenvolvimento	221
Quadro 57 - Síntese das aulas de P2 em 2016.....	222
Quadro 58 - Síntese das aulas de P2 em 2018.....	223
Quadro 59 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e seu conhecimento da avaliação	226
Quadro 60 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento pedagógico.....	229
Quadro 61 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento de conteúdo.....	231
Quadro 62 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento dos alunos	233
Quadro 63 - Trecho das aulas de P2 em 2018 e seu conhecimento curricular	234
Quadro 64 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 seu conhecimento das estratégias instrucionais	235
Quadro 65 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da representação do conteúdo	237
Quadro 66 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da compreensão dos alunos	238
Quadro 67 - Trecho das aulas de P2 em 2018 e seu conhecimento das práticas científicas	240
Quadro 68 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento das maneiras de pensar	241
Quadro 69 - Síntese da análise do ePCK de P2 e seu desenvolvimento	242
Quadro 70 - Síntese da análise do pPCK e do ePCK de P2 e seu desenvolvimento.....	243

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO E MOTIVAÇÕES PESSOAIS	14
INTRODUÇÃO	18
1. A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	20
1.1 MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E ALGUMAS INICIATIVAS	21
1.2 POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	24
1.3 CONHECIMENTOS ESSENCIAIS PARA O PROFESSOR	32
1.4 O MODELO CONSENSUAL REFINADO (RCM) PARA O PCK	40
1.4.1 O PCK em ação – ePCK	42
1.4.2 O PCK pessoal - pPCK	43
1.4.3 O PCK coletivo - cPCK	44
2. APRENDIZAGEM COOPERATIVA	46
3. O ENSINO DE ELETROQUÍMICA E SUA ABORDAGEM NA LITERATURA	54
4. OBJETIVOS DA PESQUISA	65
4.1 OBJETIVO GERAL	65
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	65
5. ASPECTOS DO PERCURSO METODOLÓGICO	66
5.1 ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE A PESQUISA QUALITATIVA	66
5.2 O ESTUDO DE CASO: UMA POSSIBILIDADE PARA A INVESTIGAÇÃO	69
5.3 CONTEXTO DA COLETA DOS DADOS	71
5.4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO	72
5.5 ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA	76
5.6 ANÁLISE DOS DADOS	86
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
6.1 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DO COLETIVO – O CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA E A CONSTRUÇÃO DO cPCK	90
6.2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DE P1	120
6.2.1 Caracterização de P1 - perfil pessoal e trajetória na docência	120
6.2.2 Análise do pensamento de P1 e seu pPCK	121
6.2.2.1 CoRe de P1 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada	121
6.2.2.2 Um olhar sobre o pensamento de P1 e as manifestações acerca de seu pPCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional	135
6.2.3 Análise das aulas de P1 e seu ePCK	154
6.2.3.1 As aulas de P1 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada ...	154
6.2.3.2 Um olhar sobre as aulas de P1 e as manifestações acerca de seu ePCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional	158
6.2.4 Considerações sobre o PCK de P1 e os três domínios do PCK	179
6.3 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DE P2	190
6.3.1 Caracterização de P2 - perfil pessoal e trajetória na docência	191
6.3.2 Análise do pensamento de P2 e seu pPCK	192
6.3.2.1 CoRe de P2 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada	192
6.3.2.2 Um olhar sobre o pensamento de P2 e as manifestações acerca de seu pPCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional	201
6.3.3 Análise das aulas de P2 e seu ePCK	221
6.3.3.1 As aulas de P2 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada ...	222
6.3.3.2 Um olhar sobre as aulas de P2 e as manifestações acerca de seu ePCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional	226
6.3.4 Considerações sobre o PCK de P2 e os três domínios do PCK	242
7. CONCLUSÕES	252
REFERÊNCIAS	255
APÊNDICES	271

APRESENTAÇÃO E MOTIVAÇÕES PESSOAIS

Em minha trajetória pessoal sempre tive influências do trabalho em equipe, seja durante os afazeres em casa, quando desde pequeno auxiliava meus pais em diversas tarefas; nos compromissos na igreja quando dava minha contribuição de trabalho para as coisas funcionarem bem; ou nas atividades escolares durante a realização de trabalhos em sala de aula ou disputando campeonatos escolares em um time de vôlei.

Essas experiências e a vivência dos resultados positivos advindos das mesmas me fizeram acreditar que o trabalho em grupo é possível e benéfico, mas para isso é necessário organizá-lo de tal maneira que cada um do grupo contribua de alguma forma e se reconheça como importante na conquista daquilo que se almeja.

Ao ingressar na vida acadêmica, participei de alguns projetos de ensino, do qual ressalto meu caminho enquanto pibidiano. Continuei percebendo que muitos dos resultados positivos que alcançava nos trabalhos em grupo, tanto na graduação quanto na vida pessoal, tinham em comum a divisão organizada e sinérgica dos trabalhos entre os envolvidos. O resultado final não era uma soma das pequenas partes, mas nesses casos um mais um era sempre mais que dois, pois os benefícios eram para todos os envolvidos, que de fato estavam comprometidos com a realização dos trabalhos.

Perante essa motivação pessoal, conheci durante a graduação a metodologia de aprendizagem cooperativa, a partir de um artigo científico em que explorava seu uso para o ensino de cinética química e foi um momento de identificação imediata. Resolvi estudar mais a fundo essa metodologia e tentar utilizá-la em intervenções didáticas em sala de aula, ainda em minhas primeiras experiências durante os estágios supervisionados.

Continuei acreditando que a cooperação era uma importante ferramenta, nesse caso para a construção de conhecimentos químicos, pois percebia a melhora da compreensão de meus alunos e, além disso, verificava que os mesmos começaram a experimentar os ganhos no âmbito do desenvolvimento de habilidades sociais, melhorando sua fala, organização das ideias, entre outras.

Nesse sentido, em 2013, iniciei meu mestrado e tive como principal desejo explorar o uso da aprendizagem cooperativa e os ganhos advindos de seu uso e, por isso, resolvi investigar quais contribuições o uso dessa metodologia traria a um grupo de pibidianos de uma Licenciatura em Química ao trabalharem com ela ao longo de três etapas: a) estudo sobre o arcabouço teórico da aprendizagem cooperativa; b) vivência de uma atividade pautada na aprendizagem cooperativa (denominada “Chocoquímica: os encantos do chocolate”), e c)

aplicação da metodologia na tentativa de planejar e executar uma atividade na educação básica (OLIVEIRA, 2015).

Os resultados dessa pesquisa reafirmaram o potencial do trabalho cooperativo na construção de conhecimentos por parte dos pibidianos. Além deles apresentarem um aprendizado nos aspectos relacionados ao estudo do chocolate durante as atividades por mim planejadas e aplicadas, os mesmos deram indícios da construção de conhecimentos pedagógicos ao participarem das três etapas de minha pesquisa, apontando para um possível caminho novo a se explorar a aprendizagem cooperativa.

Com essa nova ideia, ingressei no doutorado em 2015, e fui apresentado ao PCK, o conhecimento pedagógico do conteúdo, que se refere a amálgama do conhecimento específico do conteúdo com o conhecimento pedagógico de um professor, ao tentar transformar um determinado conteúdo em conteúdo ensinável a seus alunos.

Diante disso, imaginei ser possível explorar os benefícios do trabalho cooperativo na construção de um grupo de professores para tentar levá-los a uma melhora em suas aprendizagens, mas, nesse caso, não de conhecimentos químicos acerca do chocolate, e sim sobre seus conhecimentos pedagógicos do conteúdo.

A partir daí, percebeu-se a necessidade formativa dos professores em relação ao assunto da eletroquímica, que é um conteúdo bastante difícil para os estudantes compreenderem na educação básica e, muitas vezes, para os próprios professores ensinarem. Perante esta motivação, de não realizar uma pesquisa apenas, mas de tentar contribuir com a formação de outras pessoas e com o cenário da formação de professores e ensino de química, surge este trabalho.

Neste sentido, buscamos investigar o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de dois professores de Química sobre eletroquímica, ao participarem de um curso de formação continuada estruturado conforme os princípios da aprendizagem cooperativa.

A seguir serão descritos como os capítulos desta tese estão organizados, mas antes gostaria de ressaltar que a realização deste trabalho se mostrou um desafio ímpar por alguns motivos que considero ser importante elencar, tais como: a) a subjetividade e a complexidade de analisar os conhecimentos manifestados e/ou mobilizados por um professor; b) as dificuldades inerentes à incorporação e compreensão dos diversos modelos que buscam expressar os mecanismos de desenvolvimento profissional dos professores e das interrelações de seus conhecimentos relacionadas à ocorrência ou surgimento do conhecimento pedagógico do conteúdo; c) a multiplicidade dos desafios enfrentados pelos professores no contexto escolar

e a nossa tentativa de contribuir com a resolução dos problemas, que às vezes pareceu um beija-flor levando uma gota d'água para apagar um incêndio na floresta; c) o quão difícil é trabalhar na formação continuada, especialmente na consolidação de parcerias com professores que aceitem que o pesquisador adentre em sua sala de aula sem parecer um intruso ou alguém que está ali apenas para avaliá-los.

Desta forma, o presente trabalho está organizado em sete capítulos principais. A abertura do texto se dá pela introdução em que se busca contextualizar de forma geral o leitor sobre o assunto do qual trata esta tese.

No capítulo 1 introduz-se um pouco acerca da formação de professores em nosso país, pensando especificamente sobre os modelos formativos e algumas das principais iniciativas na formação continuada. Além disso, são trazidos alguns dos principais trabalhos que exploram a realização de cursos ou formação de grupos de professores com o intuito de aprimoramento profissional, bem como outros estudos que colaboram na consolidação de um dos principais constructos desta tese, o PCK.

No capítulo 2, situamos o leitor em relação à metodologia de aprendizagem cooperativa, por ter sido o referencial que nos guiou na construção do curso de formação continuada. Dessa forma, são apresentadas suas principais características, os elementos que a constituem, alguns dos métodos que auxiliam em sua aplicação e no estabelecimento de seus princípios.

No capítulo 3, trazemos um geral sobre os trabalhos que exploram o ensino de eletroquímica, refletindo sobre as principais dificuldades e problemas atrelados à prática dos professores em relação a esse conteúdo em sala de aula, bem como aspectos da aprendizagem dos estudantes sobre o referido assunto. A junção das ideias apresentadas nesses três primeiros capítulos fornece o aporte necessário para o cerne de nossa pesquisa.

O capítulo 4 apresenta os objetivos dessa Tese, dividindo-se em objetivo geral e alguns objetivos específicos, que buscar-se-ão ser atingidos ao longo das análises e discussão dos resultados.

No capítulo 5, são apresentados alguns aspectos do percurso metodológico trilhado durante essa pesquisa. Inicialmente são trazidas informações que fundamentam a pesquisa qualitativa e, especificamente o estudo de caso, que é como nossa pesquisa é entendida. Em seguida, são esclarecidos os caminhos pelos quais foi realizada a coleta de dados junto aos sujeitos investigados. Depois são descritas as etapas de realização da pesquisa, dando ênfase à realização dos encontros do curso de formação continuada que foi por nós planejado e implementado. E por fim, apresenta-se o procedimento adotado para a análise dos dados a partir

da análise de conteúdo, pautada no Modelo Consensual (CM) e no Modelo Consensual Refinado (RCM), que embasou também nossas discussões.

No capítulo 6 são apresentados os resultados obtidos nessa pesquisa, inicialmente caracterizando-se a construção de um PCK coletivo (cPCK) a partir da consolidação de um curso de formação continuada em eletroquímica e os principais resultados atingidos com o mesmo. Na sequência, apresentam-se os dados para os dois professores analisados, primeiramente para P1 e depois para P2, em que inicialmente se faz uma breve caracterização do sujeito investigado, seguida por uma descrição e análise que subsidiam seu PCK no domínio do pPCK, uma descrição e análise sobre seu PCK no domínio do ePCK, e uma discussão geral que busca estabelecer relações do pPCK e ePCK, bem como destes com o cPCK local, construído no curso de formação continuada.

Por fim, no capítulo 7, são feitas considerações sobre os resultados obtidos nessa pesquisa frente aos objetivos almejados, refletindo sobre as principais contribuições de nosso estudo. Neste capítulo, são traçadas também algumas perspectivas futuras a partir de questionamentos deixados em aberto decorrentes de nossa intervenção. As referências e apêndices fecham a apresentação deste texto.

INTRODUÇÃO

A formação de professores se apresenta como um desafio na atual conjuntura da sociedade, uma vez que inúmeros desafios são impostos àqueles que decidem seguir a carreira docente. Nesse sentido, os modelos formativos nem sempre dão conta de atender as reais necessidades do ambiente escolar, em especial no que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades pessoais e interpessoais, bem como na construção de aprendizados que estimulem a criticidade e a formação cidadã.

A área de Ensino de Química se caracteriza por uma crescente publicação acadêmica de estudos que envolvem experiências de sala de aula que promovem a inovação e melhoram o processo de ensino e aprendizagem, bem como a formação inicial e continuada de professores. Em contrapartida, muitas vezes os resultados destes estudos não chegam ao conhecimento daqueles que estão inseridos no contexto escolar.

Considerando este fato, os professores devem ter a oportunidade de atualizar sua formação constantemente, a partir de iniciativas de formação continuada que ajudem a instrumentalizá-los com vistas à superação das dificuldades encontradas na sala de aula. Nessa perspectiva, as necessidades formativas devem emergir da realidade dos docentes, ou seja, dos contextos reais.

Assim, consideramos que a partir de um trabalho de cooperação entre pesquisadores e professores é possível estimular o compartilhamento dos resultados destes estudos, bem como do repertório docente dos professores com seus colegas de profissão, de modo que neste ambiente cooperativo seja mais fácil incorporar soluções criativas para o enfrentamento dos mais diversos desafios impostos ao professor. Ademais, quando o professor aprende a trabalhar em grupo ele pode promover essa habilidade entre seus alunos, em contradição ao atual paradigma escolar que incentiva vaidades individuais e a competição entre os estudantes, mesmo que este caminho nem sempre traga resultados melhores para todos.

Nesse sentido, defendemos a ideia de que um grupo de formação continuada, organizado conforme os princípios da aprendizagem cooperativa pode consistir em uma importante estratégia para auxiliar os professores no desenvolvimento de seu conhecimento pedagógico do conteúdo, bem como seus conhecimentos profissionais de forma geral. Assim, a partir de um processo de reflexão proporcionado pela cooperação, os professores poderão desenvolver-se de uma forma mais significativa, trazendo ganhos para todos os envolvidos.

Durante esse processo, em que o professor passa a refletir sobre sua própria prática e pode agir sobre a mesma, são desenvolvidos conhecimentos próprios da docência (sobre o

currículo, o contexto, o conteúdo, os aspectos pedagógicos, entre outros) e o professor vai se tornando mais capaz para superar as dificuldades que encontra na sala de aula, em especial no ato de ensinar.

Embora a Química apresente uma relevância social bastante grande e possua conteúdos essenciais para o estudante se tornar um cidadão crítico, muitos desses assuntos são considerados difíceis de compreender e/ou de ensinar, devido a sua abstração e/ou as limitações que o professor possui, principalmente pelo fato de que os professores muitas vezes desconhecem as dificuldades dos alunos em determinados conteúdos, ou ainda, eles mesmos possuem dificuldades de compreensão nesses mesmos conteúdos.

A eletroquímica é um conteúdo que repetidas vezes não é trabalhado pelos professores na educação básica, devido a diversos motivos, tais como: o pouco tempo frente a grande carga de conteúdos previstos no currículo, as dificuldades dos professores em ensinar tal assunto, as dificuldades dos alunos compreenderem os aspectos relacionados a esse tópico, entre outros que fazem do ensino de eletroquímica uma problemática que deve ser analisada com maior cautela em seus diversos desdobramentos.

Perante tais argumentos, serão mais bem discutidos a seguir alguns aspectos que fundamentam as três ideias centrais de nosso argumento: a formação de professores e o conhecimento pedagógico do conteúdo, a aprendizagem cooperativa, e o ensino de eletroquímica.

1. A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A busca por melhorias na educação tem impulsionado nas últimas décadas diferentes iniciativas que compõem as mais diversas esferas na sociedade. Tal fato é uma realidade mundial, uma vez que melhorar a educação reflete na qualidade de vida dos indivíduos.

A educação, de uma forma geral, pode ser vista como um instrumento que auxilia o indivíduo a se tornar autônomo e crítico, a partir da construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades que contribuem para sua emancipação.

Como aspecto central neste debate está a formação de professores, que pode ser considerada como um desafio, devido à complexidade da ação pedagógica de forma geral e da particularidade que cada professor possui ao construir seu fazer docente.

Alguns pesquisadores (SCHNETZLER, 2010; MALDANER, 2013; GIL-PÉREZ; CARVALHO, 2011) acreditam que repensar a formação de professores em seus diferentes níveis é uma necessidade latente, em especial no sistema educacional brasileiro, em que os modelos de formação de professores normalmente não condizem com as reais prioridades do professor e do contexto, tanto na formação inicial quanto na formação continuada.

Na área de ensino de ciências, os estudos que tentam compreender o processo de desenvolvimento profissional dos professores têm crescido ligeiramente nas últimas décadas e, conseqüentemente, a temática da formação docente vem conquistando espaço nas discussões de cunho político e nos planos de governo de vários países (FONSECA; SANTOS, 2016).

Ademais, as propostas de reestruturação de aspectos inerentes a esta formação, tais como o currículo, iniciativas para a formação continuada, a inserção de disciplinas integradoras na formação inicial, incentivo a programas de desenvolvimento docente, dentre outras ideias e políticas educacionais que regulamentam (BRASIL, 2002; 2009a; 2009b; 2015) e buscam contribuir para essa melhoria no sistema de formação docente, começam a apresentar seus resultados e, conseqüentemente, permitem uma avaliação mais criteriosa acerca das perspectivas traçadas até então e dos possíveis caminhos que podem levar a uma melhoria mais efetiva na formação de professores.

Melo (2012) afirma que a preocupação com a formação docente teve origem em aspectos econômicos, relacionados à crescente demanda de trabalhadores das indústrias que necessitavam de escolarização. Entretanto, embora alguns aspectos deste paradigma tecnicista não sejam mais a característica principal atualmente, poucas mudanças no sistema educacional são constatadas de fato, especificamente nos modelos de formação de professores.

Nesse sentido, buscar-se-á refletir a seguir acerca de diferentes aspectos que compõem os modelos de formação docente e de que maneira eles influenciam ou podem influenciar na prática dos professores.

1.1 MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E ALGUMAS INICIATIVAS

Os atuais modelos de formação de professores, em especial na área de ciências, são bastante criticados devido à dificuldade de articulação entre os aspectos inerentes ao conteúdo específico, como os conhecimentos técnico-científicos, e os aspectos relacionados ao fazer docente, que contemplam conhecimentos pedagógicos e contextuais. Essa problemática continua sendo o foco de diversas pesquisas e estudos no Brasil, o que resultou em uma considerável quantidade de produções científicas e ensaístas (GÉGLIO, 2006).

Segundo Imbernón (2012), em uma perspectiva histórica, os processos de formação docente se propunham a solucionar problemas padronizados, de modo que as problemáticas enfrentadas fossem comuns aos professores e que, por sua vez, teriam soluções genéricas fornecidas por especialistas da área. Nesta ótica, há a predominância de um ensino descontextualizado na formação dos professores, uma vez que a solução para o problema não considera a circunstância concreta do problema educacional, bem como o contexto particular do professor.

Os modelos de formação de professores podem ser compreendidos, principalmente, sob duas perspectivas, sendo que a primeira consiste na racionalidade técnica e a segunda pauta-se na racionalidade prática (SCHÖN, 1997).

A racionalidade técnica, enquanto modelo formativo, teve sua origem no positivismo e pode ser compreendida como uma maneira de instrumentalizar os professores na resolução de problemas pré-definidos. Pereira (2002) afirma que neste modelo as questões educacionais são consideradas como meros problemas técnicos, que podem ser resolvidos a partir de soluções prontas para cada problema, de modo que os conhecimentos teóricos são rigorosamente suficientes para resolver problemáticas advindas das situações práticas.

Ou seja, segundo este modelo formativo, basta utilizar um conjunto de técnicas e métodos de ensino, que teoricamente funcionam, para que os objetivos educacionais sejam atingidos e os problemas reais sejam superados a partir das teorias e conhecimentos científicos mobilizados. Nesse sentido, os profissionais poderão solucionar os problemas instrumentais a partir da escolha de quais meios ou técnicas são mais adequados para cada especificidade (SCHÖN, 2000).

Embora essa seja a proposta do modelo pautado na racionalidade técnica, que predominou por muito tempo no cenário educacional e deixou/deixa heranças até os dias atuais, os problemas abordados nesta perspectiva constituem-se em problemas ideais e nem sempre se aplicam a situações práticas (SCHNETZLER, 2000).

Perante este cenário, o indesejável distanciamento entre teoria e prática é reforçado mais significativamente, uma vez que os problemas reais acabam sendo ignorados em detrimento das teorias e técnicas construídas em outro contexto e temporalidade.

Os modelos formativos alicerçados nesse paradigma são incapazes de superar os desafios impostos na sociedade atual, especificamente nas salas de aula. Logo, surge uma defasagem conceitual e metodológica por parte dos professores, decorrentes das lacunas nos programas de formação inicial e continuada, que consequentemente impacta nos resultados encontrados no sistema de ensino.

Fonseca e Santos (2016) discutem que na formação inicial, por um lado, há uma supervalorização dos conhecimentos teóricos ou acadêmicos e, por outro, uma preconização das particularidades do fazer pedagógico a partir das vivências nos estágios obrigatórios. Entretanto, segundo os autores, estes dois blocos coexistem de forma distinta e desarticulada.

A dicotomia entre teoria e prática verificada nos cursos de formação inicial, bem como o distanciamento das situações reais, fazem os professores:

ao saírem dos cursos de licenciatura, sem terem problematizado o conhecimento específico em que vão atuar e nem o ensino desse conhecimento na escola, recorrerem, usualmente, aos programas, apostilas, anotações e livros didáticos que os seus professores proporcionaram quando cursaram o Ensino Médio. É isto que mantém o círculo vicioso de um péssimo ensino de Química em nossas escolas! (MALDANER, 2013, p. 74)

Nessa perspectiva, o modelo da racionalidade técnica acaba se perpetuando na formação de professores, de modo que as práticas docentes exercidas pelos professores que os licenciandos tiveram em seu ensino médio nem sempre foram eficazes e tampouco contribuem na superação dos desafios atuais da educação.

A formação de professores de ciências deve contemplar a construção de conhecimentos científicos e pedagógicos de maneira articulada, permitindo que o professor/futuro professor vivencie situações no ambiente escolar desde a graduação, estimulando o estabelecimento de uma cultura de problematização e estudo de sua própria prática (POPKEWITZ, 1997).

Freitas e Villani (2002) afirmam que não basta que o professor seja apresentado a novas teorias científicas e educacionais, conforme o paradigma da racionalidade técnica, mas que para modificar sua concepção acerca do ensino é necessário refletir em torno de si mesmo, em

especial sobre as atividades que desempenha em sua prática docente, a fim de pensar sobre o que faz com que um ensino seja efetivo.

O modelo concebido na racionalidade prática, por sua vez, não considera o professor como um técnico que utiliza das teorias pré-estabelecidas para solucionar os problemas a partir de uma mera aplicação, mas o compreende como um profissional pesquisador de sua própria prática, dotado de autonomia, que permite sua reflexão, a tomada de decisões e a criação durante sua atividade pedagógica (PEREIRA, 2000).

Assim, a prática docente deixa de ser um mero ambiente em que são aplicados os conhecimentos científicos e pedagógicos, mas torna-se um espaço em que são construídos novos conhecimentos, de modo a valorizar a prática profissional baseada na reflexão, análise e problematização do fazer docente como possibilidade para superar os problemas (PÉREZ-GOMEZ, 1997; FREIRE; FERNANDEZ, 2015).

Na formação inicial de professores de Química, busca-se a superação do modelo da racionalidade técnica e a incorporação das ideias pautadas no modelo da racionalidade prática. Nesse sentido, algumas iniciativas podem ser reconhecidas como uma tentativa de valorização da prática profissional dos futuros professores, a fim de consolidar o ambiente escolar como local de reflexão e construção de conhecimentos (CORIO; FERNANDEZ, 2010; FERNANDEZ, 2012; 2018).

Dentre tais iniciativas, é possível apontar a reformulação curricular de alguns cursos em que se privilegia a vivência do contexto escolar desde o início da graduação, bem como a inserção de disciplinas integradoras que buscam articular os conhecimentos pedagógicos e científicos.

Alguns estudos buscam compreender em sua complexidade como essas mudanças estão auxiliando a formação de professores e apontam algumas perspectivas que podem ou ainda estão sendo trilhadas (SANTOS; GAUCHE; SILVA, 1997; ORNELLAS, 2016).

Parades (2012) discute que o termo formação não é restrito às disciplinas científicas ou acadêmicas e desta forma a reformulação dos modelos formativos vai muito além de uma reorganização curricular dos cursos de licenciatura. Assim, outras possibilidades podem enriquecer a experiência formativa de um licenciando promovendo sua inserção no campo social, de modo que um contato mais direto com as escolas seja promovido a partir de projetos que articulam ações de ensino, pesquisa e extensão.

Nessa perspectiva, as políticas de incentivo a programas que estimulam a carreira docente têm se configurado como importante ferramenta na formação inicial que permite ao futuro professor se inserir na realidade escolar, amparado por uma análise e reflexão de sua

prática, levando-o a se construir e reconstruir enquanto professor de dentro do contexto educacional. Por isso, muitos estudos atuais argumentam acerca da importância de programas como o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) na formação inicial do professor, a partir de uma visão sobre a docência que evidencia seu caráter de práxis, discutindo os caminhos trilhados até então e as perspectivas do programa nos cursos de licenciatura em Química (STANZANI, 2012; BRAIBANTE; WOLLMANN, 2012; SILVA, 2016).

Galiazzi e Moraes (2002), amparados nas ideias de Demo (1997), defendem um modelo formativo que tem a pesquisa como princípio educativo. De acordo com os autores:

[...] a nova formação se constituirá em uso da pesquisa como atitude cotidiana na sala de aula. Isso implica em transformar os licenciandos, de objetos, em sujeitos das relações pedagógicas, assumindo-se autores de sua formação por meio da construção de competências de crítica e de argumentação, o que leva a um processo de aprender a aprender com autonomia e criatividade (GALIAZZI; MORAES, 2002, p.238)

Tais aspirações vão ao encontro dos princípios da racionalidade prática, ao valorizar a pesquisa da própria atividade docente como possibilidade de desenvolvimento profissional, tornando-a um exercício permanente de reflexão, alicerçado no questionamento e argumentação (GALIAZZI; MORAES, 2002). Dessa forma, pode-se contribuir para integração entre os conteúdos chamados disciplinares e os conteúdos pedagógicos, bem como diminuir a distância entre o que é trabalhado na academia e o que é verificado na realidade da prática docente.

Segundo Géglio (2006), vale ressaltar que as críticas tecidas sobre a formação de professores na racionalidade técnica, que historicamente apontam para a necessidade de se considerar a prática da sala de aula neste processo, não buscava diminuir o valor que a teoria assume na formação do professor, mas tinha o intuito de mostrar que apenas o racionalismo técnico, no qual a apreensão da aplicação das técnicas isoladas nas situações diversas do dia a dia, não trazia efeitos satisfatórios e, portanto, não era suficiente.

Perante tais argumentos é importante pensar que as necessidades formativas e as críticas estabelecidas para a formação inicial de professores, muitas vezes também se estendem para a formação continuada, uma vez que nem sempre as iniciativas nessa dimensão apresentam efetividade.

1.2 POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Dado que no paradigma proposto pela racionalidade prática o ato docente passa a ser promotor de situações que levam o professor a construir conhecimentos a partir de sua reflexão

e ação no contexto real de sala de aula, é correto afirmar que a formação docente se dá em um processo constante, de tal modo que nunca se pode dar por findada e sempre há algo a se pensar e melhorar.

Maldaner (2013) argumenta que há um consenso entre os pesquisadores e educadores de que é necessária a criação de oportunidades para que os professores se aperfeiçoem, uma vez que a prática pedagógica exige a mobilização de conhecimentos que nem sempre são construídos na formação inicial e por isso a formação continuada se torna uma necessidade intrínseca do professor.

Nessa perspectiva é preciso que, além da formação inicial, os professores busquem iniciativas que valorizem a formação continuada em sua profissão, de modo que permanentemente sejam construídos conhecimentos a partir da consolidação de sua prática escolar (MAMLOK-NAAMAN; MARKIC; FERNANDEZ, 2013).

Dentre os principais motivos pelos quais é possível justificar a necessidade da formação continuada de professores, ressaltam-se três: a) os professores necessitam de um contínuo aprimoramento profissional e de espaços coletivos de discussão com reflexões críticas acerca de sua atuação docente; b) existe a necessidade de superação do grande distanciamento que existe entre as pesquisas na área de educação e a real melhoria do ensino nas escolas, de modo a fazer do professor o protagonista da pesquisa sobre sua própria prática e não um mero objeto de pesquisa; c) é preciso extinguir a visão simplista sobre a docência de que o conhecimento do conteúdo juntamente com algumas técnicas da pedagogia são suficientes para exercer o papel de professor. (SCHNETZLER, 2002)

Aires e Lambach (2010) afirmam que a formação continuada de professores de Química vem sendo amplamente discutida nos últimos tempos em duas perspectivas, que por vezes são paradoxais: de um lado alguns estudos reconhecem a importância das iniciativas de formação continuada, valorizando as contribuições que estas podem proporcionar na melhoria do ensino; mas por outro lado, estudos apontam para a pouca efetividade dessas ações desenvolvidas com professores.

Para Echeverría e Belisário (2008), a maioria das iniciativas e ações oficiais se limitam ao oferecimento de cursos de treinamento aos professores, realizados à distância ou presencialmente, em períodos de férias ou letivos, que são ofertados como imposição de órgãos superiores. Tal situação afeta no quanto ativamente os professores se envolvem nas propostas, levando-os a uma participação que caracteriza um mero cumprimento burocrático, muitas vezes para ascensão na carreira.

A pouca eficácia verificada em algumas ações voltadas à formação continuada, pode ser compreendida, dentre algumas justificativas, pelo fato dessas iniciativas consistirem em ações episódicas, com cursos de pequena duração; ou até mesmo pela pouca relação entre o que é proposto nos cursos (geralmente resultado de pesquisas acadêmicas) e o contexto dos professores participantes, ou seja, suas reais necessidades (SCHNETZLER, 2002).

Freitas e Villani (2002) afirmam que nas propostas em que são considerados os ideais do pesquisador em detrimento das necessidades do professor, observa-se um fechamento afetivo e cognitivo por parte do docente, principalmente em relação a sua abertura em aprender. Desta forma, o professor sente dificuldades para adentrar neste processo e como resultado dessa insatisfação surge seu descompromisso com o ensino.

Nery e Maldaner (2012) discutem que, embora tenha sido verificada uma maior preocupação com a formação de professores no Brasil nos últimos anos, por parte dos órgãos governamentais, com a criação de sistemas formativos no país, existem incoerências nesses mesmos sistemas, especialmente em relação a dificuldade de acesso para professores que não residem nas grandes cidades e que possuem as mesmas necessidades formativas.

Perante este cenário, a formação continuada de professores carece urgentemente de ações que levem em consideração as necessidades dos professores, em um processo de reflexão sobre os contextos reais, que valorize a prática docente sem, contudo, se distanciar dos conhecimentos construídos pelas pesquisas acadêmicas.

É preciso modificar o modelo da transmissão vertical que muitas vezes é observado nas ações formativas, em que um especialista “soluciona” os problemas dos professores. A formação que soluciona problemas genéricos precisa ser substituída por uma formação que se aproxime das situações problemáticas em seu próprio contexto e complexidade, a fim de se construir soluções e alternativas de mudança no contexto em que se produz a educação.

Além disso, parece ser importante que tais ações sejam ofertadas e estruturadas sistematicamente por cada área de conhecimento, de tal maneira que a reflexão crítica sobre a prática seja preconizada e que seja levada em consideração a realidade escolar, docente, da área do conhecimento e da comunidade em que está inserida a escola (AIRES; LAMBACH, 2010).

Como ressalta Santos e colaboradores (2006) nessa proposta em que a reflexão crítica sobre a prática e o contexto particular do professor é um dos principais pilares que sustenta as atividades de ensino, pesquisa e extensão, surge naturalmente a necessidade de se discutir sobre as estratégias de ensino, os recursos didáticos, as metodologias, etc.

Borges (2016) realizou um trabalho em que realizou um levantamento dos estudos sobre a formação de professores publicados nos periódicos Qualis A1 e A2, a fim de verificar como tem sido realizada a formação continuada de professores no país no período de 2005 a 2015.

A partir da análise dos trabalhos encontrados, Borges (2016) elencou algumas categorias, das quais destaca-se duas que dialogam com o presente trabalho. A primeira diz respeito a aproximação do professor da educação básica com a universidade, em que foram encontrados nove artigos explorando a formação continuada em espaços acadêmicos, a partir da proposição de cursos extensionistas ou também de especialização. Segundo o autor, essas oportunidades permitem que o professor se mantenha entusiasmado em relação a aprender e atualizar sua prática. Outra categoria que chamou a atenção está relacionada a cinco artigos que preconizam a produção de saberes pelos professores, em que os mesmos produzem materiais que são aplicados em seus contextos escolares.

Complementar a este resultado, Silva e Souza (2019) realizaram uma busca acerca das teses e dissertações que exploraram a formação continuada de professores entre 2010 e 2017. Desta busca, foram encontrados onze trabalhos, sendo que seis destes são investigações de doutoramento e cinco resultados de pesquisas de mestrado.

De um modo geral, as teses e dissertações encontradas buscaram investigar em algum aspecto o processo de desenvolvimento profissional do professor, explorando o uso de análises para identificar limites e potencialidades que possam contribuir ao processo formativo dos professores. Os resultados destes trabalhos mostram muitas vezes uma melhoria da qualidade do ensino na sala de aula como uma consequência das iniciativas de formação continuada, extrapolando os benefícios para os próprios alunos.

Dois aspectos principais nos trabalhos que apontaram essa melhora, são os processos de 1) reflexão do professor sobre sua própria prática e 2) a participação dos professores em grupos colaborativos de formação continuada.

Perante tais resultados, parece ser bastante pertinente que as iniciativas na formação continuada explorem espaços coletivos em que os professores possam discutir e refletir sobre suas vivências, buscando alternativas viáveis de forma conjunta e encontrando os melhores caminhos para aprimorar seus conhecimentos.

Shulman (1987), enfatiza alguns destes aspectos primordiais destacados até aqui em relação à reflexão sobre a prática e à transformação dos aprendizados para a atuação em sala de aula, ao propor o Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA). Conforme este modelo (Figura 1), os processos de ensino sempre são precedidos pela compreensão de algum material por parte dos alunos e professores e a partir desta compreensão existe um ciclo de

transformação, instrução, avaliação e reflexão, que originam novas compreensões e assim sucessivamente criam um processo de raciocínio do professor sobre o ensino de um conteúdo, criando um ciclo de reestruturação contínua. Nesse sentido, esse modelo representa as etapas que ocorrem para o desenvolvimento da prática profissional dos professores, em especial sobre um conteúdo específico.

Figura 1 – Modelo de raciocínio pedagógico e ação

Fonte: Fernandez (2011)

O MRPA considera os conhecimentos do professor sobre um determinado conteúdo, a partir das abordagens metodológicas e recursos utilizados pelo professor durante seu ensino. Além disso, este modelo valoriza também o enriquecimento proporcionado pelo contexto, tais como os resultados obtidos, as interações sociais e os momentos distintos que caracterizam a prática docente. Desta forma, o MRPA apresenta características importantes fundamentadas na racionalidade prática e pode auxiliar na compreensão do processo de desenvolvimento profissional de professores.

Considerando os aspectos discutidos anteriormente, alguns programas e iniciativas que investem na capacitação e formação continuada de professores têm buscado dar voz aos professores, considerando-os como protagonistas e direcionadores dos caminhos a serem trilhados nesse processo reflexivo (FERNANDEZ; LOPES; BONARDO, 2008).

Nessa perspectiva, Montenegro e Fernandez (2015) exploraram o trabalho reflexivo em um grupo colaborativo de professores a partir de ações realizadas individualmente e em grupo. Os resultados deste trabalho são corroborados com o argumento de outros trabalhos sobre a essencialidade da reflexão na formação continuada de forma colaborativa.

A reflexão explorada no trabalho de Montenegro e Fernandez (2015) fez com que os professores se desenvolvessem e buscassem novos caminhos de ação pedagógica na sala de aula, a partir de um processo de tomada de consciência.

Assim, a reflexão colaborativa é uma estratégia bastante importante para a formação continuada, que permite aos professores identificar e reconhecer sua própria atuação docente, a partir da troca de experiências com outros professores, que o levam a perceber de maneira consciente as novas possibilidades que possui em relação a sua ação na sala de aula (BONARDO; FERNANDEZ, 2014; BORGES, 2016).

Para Rosa (2000), nesses grupos de formação continuada há a construção de relações e saberes que são essenciais para que o professor se desenvolva profissionalmente, de modo que são estimuladas atitudes de cooperação entre os professores e respeito para com os saberes teóricos dos professores em exercício.

Pimenta (2002) afirma que a partir do compartilhamento das experiências dos professores são geridas novas práticas, de tal forma que os professores passam a ser formuladores de currículos.

Conforme Imbernón (2010, p. 55):

A formação continuada de professores, na análise da complexidade dessas situações problemáticas, necessariamente requer dar a palavra aos protagonistas da ação, responsabilizá-los por sua própria formação e desenvolvimento dentro da instituição educacional na realização de projetos de mudança.

Nessa perspectiva, a parceria de cooperação entre professores e pesquisadores, dentro do processo de formação continuada, configura-se como uma contribuição para o estudo da prática pedagógica em bases teóricas, em um modelo que o professor deixa de ser mero receptor das informações e ensinamentos fornecidos pelos pesquisadores, mas torna-se um participante ativo que contribui diretamente com seus conhecimentos nos momentos de reflexão (PIMENTA; GARRIDO; MOURA, 2004)

Cabe ressaltar, que continua sendo essencial a ideia de que o professor precisa ser protagonista das ações, desde a proposição de problemas até na busca pela solução e no planejamento de suas aulas. Para Goi e Santos (2014) essa tarefa e responsabilização do

professor o leva para o desenvolvimento de habilidades em sua formação a partir do desenvolvimento de estratégias didáticas e conhecimentos sistematizados.

Ao investigar a percepção dos professores sobre as iniciativas de formação continuada, Géglio (2006, p74) constatou que:

Para a maioria dos professores entrevistados, um dos aspectos de grande importância proporcionado por um curso de formação continuada é a possibilidade do encontro com outros professores da mesma disciplina, de outras escolas. Isso revela a necessidade premente de um professor em conversar com outros que ministram a mesma disciplina em outros contextos, isto é, trocar informações, ideias e experiências, como forma de saber se está atualizado, e como está desenvolvendo o seu trabalho. É um momento para rever e falar sobre sua prática, suas angústias profissionais, suas perspectivas, ou mesmo a falta delas, bem como para falar de conteúdo escolar, de metodologias, para se informar das oportunidades e dos cursos. É também, em alguns casos, um momento para rever amigos de graduação, ou de outros cursos, de outras escolas. Este caráter subjetivo dos cursos de formação continuada é importante, pois estimula as trocas de informação interpares. Esse momento favorece o compartilhamento de ideias, experiências e informações entre professores, provenientes de diferentes lugares e situações profissionais. Possibilita, além da identificação, também a diferenciação, propiciando, assim, o estabelecimento de vínculos e relacionamentos, assim como as emoções positivas, que estão além do caráter formativo ou informativo do curso.

Ademais, alguns grupos no Brasil têm promovido a pesquisa na formação docente na área de Química e Ciências relacionada ao desenvolvimento de projetos com resultados positivos, que vão desde a construção e reconstrução de materiais didáticos a partir da incorporação de referenciais discutidos coletivamente perante as situações práticas, até a análise do próprio processo formativo destes professores a partir da construção de saberes e conhecimentos considerados importantes para os professores (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007; ECHEVERRÍA; ZANON, 2010; FERNANDEZ; LOPES; BONARDO, 2008; GAUCHE et al., 2008; MAZZEU, 1998; MONTENEGRO, FERNANDEZ, 2015; PORTO, 2013; SANTOS, 2007; SANTOS; VIEIRA; VIEIRA, 2005; ZANON; MALDANER, 2007)

Diante do exposto, e concordando com Vigotski (2000) que defende a ideia de que a aprendizagem e a reconstrução cultural só irão ocorrer a partir das interações sociais entre os indivíduos, consideramos que os grupos de formação de professores devem integrar as ações de ensino, pesquisa e extensão, com o foco principal na análise e reflexão da prática docente.

Santos e colaboradores (2006) têm discutido a exploração dessa ideia a partir da formação de um grupo de professores em que se busca encontrar possíveis soluções a problemas identificados no contexto particular da escola, com foco no professor, no aluno e no objeto de conhecimento. Segundo os autores, ao invés de se apresentar aos professores respostas prontas

aos problemas, são encontradas coletivamente alternativas para sua superação, por um processo de parceria e reflexão conjunta.

Conforme Echeverría e Belisário (2008), neste modelo de nova prática pedagógica, as ações de formação continuada devem envolver a constituição de grupos com interações assimétricas, a partir de professores formadores, alunos de graduação e pós-graduação e professores da educação básica. Assim, a própria assimetria, o compartilhamento de experiências e o apoio, podem contribuir para um enriquecimento tanto conceitual como prático dos participantes do grupo.

Nesta perspectiva, Lopes e colaboradores (2011) argumentam que a formação de grupos de estudos coletivos na formação de professores tem significado um investimento profissional, que traz benefícios que refletem diretamente sobre o trabalho realizado e os objetivos dos mesmos.

Bonotto (2008) também realizou um estudo na formação continuada de professores em que verificou as compreensões, reações e ações dos professores ao lidarem com o conteúdo do curso e ao tentarem incorporá-lo em suas práticas, que revelou uma formação inicial deficitária por parte dos participantes, sendo necessária a retomada de discussões conjuntas.

Além disso, Géglio (2006) ressalta que, embora na maior parte dos casos, as atividades de formação continuada objetivam construir novos conhecimentos que sejam aplicados em sala de aula, é preciso considerar que essas iniciativas também consistem em oportunidades para que os professores tenham contato com seus pares, bem como rememorem conhecimentos que já foram trabalhados em sua formação inicial, mas que estão “adormecidos”.

Outra perspectiva explorada na formação continuada é o uso de estratégias que se baseiam na resolução de problemas, aumentando a possibilidade de envolvimento dos alunos e motivação dos professores na ação (ABREU; BEJARANO e HOHENFELD, 2013). Nesse sentido, os autores afirmam ser fundamental que além de vivenciar a resolução destes problemas junto aos alunos, os professores tenham a oportunidade de também discutir coletivamente a prática junto aos seus pares.

De acordo com Géglio (2006), os professores estão habituados a participarem de cursos, seminários e grupos em que um especialista estabelece o conteúdo e as atividades realizadas, comunica os objetivos, conhecimentos e resultados esperados em forma de uma palestra, em uma sessão de treinamento.

Sobre a proposição de cursos na formação continuada, Silva e Marcondes (2010) investigaram o entendimento de professores acerca da contextualização durante discussões e reflexões, bem como ao realizarem um planejamento e elaboração de material instrucional. Ao

final do curso, os professores tiveram uma ampliação na maneira com que concebiam a contextualização, que evoluiu de uma simples exemplificação a questões que abordavam aspectos mais sociais.

Outra iniciativa que explora o uso de cursos de formação continuada é a de Vaciloto (2017), que ao criar um grupo colaborativo de professores de química investigou os conhecimentos e as práticas dos professores sobre três assuntos principais: eletroquímica, equilíbrio químico e cinética química. Os resultados revelaram que muitos professores tinham dificuldades conceituais nos três assuntos e que, conseqüentemente, muitas vezes os professores deixavam de abordar tais assuntos em suas aulas.

Goes (2018) explorou o uso de um curso de formação continuada para auxiliar professores de química no desenvolvimento de seu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) em eletroquímica. Nesse estudo, os professores demonstraram ao final do curso desenvolverem componentes de seu PCK de forma independente e em diversos níveis, com destaque para o conhecimento das estratégias.

Perante todo esse cenário das principais iniciativas exploradas na formação continuada, também parece ser pertinente pensar sobre quais conhecimentos são necessários aos professores, para que, a partir disso, seja possível repensar sobre as propostas de formação continuada de modo que sua eficácia seja voltada a auxiliar os professores a se desenvolverem naqueles conhecimentos que são considerados essenciais.

Nesse sentido, a seguir discutiremos alguns destes conhecimentos importantes para um professor em sua ação docente.

1.3 CONHECIMENTOS ESSENCIAIS PARA O PROFESSOR

Diversas pesquisas no cenário educacional discutem quais são os conhecimentos necessários que um professor deve apresentar para exercer sua docência de modo a ser considerado um “bom professor”. Estes estudos apontam, em sua maioria, que cabe ao professor além do indispensável domínio dos conceitos específicos de sua disciplina, possuir conhecimento pedagógico acerca de tais conceitos.

Muitos destes trabalhos tiveram grande influência das pesquisas realizadas por Shulman (1987), que estabeleceu sete conhecimentos de base para a prática docente do professor: a) o conhecimento específico do conteúdo, b) o conhecimento pedagógico geral, c) o conhecimento curricular, d) o conhecimento pedagógico do conteúdo, e) o conhecimento dos alunos e suas

características, f) o conhecimento do contexto educacional e f) o conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais.

O conceito de “conhecimento pedagógico do conteúdo” (PCK na sigla em inglês *Pedagogical Content Knowledge*), proposto por Shulman em 1986, é entendido como base indispensável aos professores, ou seja, é um conhecimento tácito que contempla tudo aquilo que o professor utiliza para que um determinado conteúdo seja compreendido pelo aluno, como por exemplo, as ideias, as ilustrações, as analogias, etc. O PCK está relacionado à capacidade do professor de transformar determinado conteúdo em conteúdo para ser ensinado por intermédio de situações de aprendizagem que possibilitem a construção de novos conhecimentos em diferentes contextos de ensino. Este conhecimento, que representa a ligação entre o conteúdo específico e a pedagogia, é o que diferencia um especialista de um professor de determinada área (FERNANDEZ, 2014a, 2014b, 2015).

A partir do trabalho de Shulman (1987), outros autores discutem sobre o PCK. Cochran (1993) define o PCK como a articulação simultânea entre quatro conhecimentos: o pedagógico, o da matéria, o das características dos alunos e o conhecimento relacionado ao contexto ambiental.

Para Park e Oliver (2008) o PCK é a compreensão e a atitude que os professores têm quando ajudam um grupo de alunos a compreender o conteúdo específico utilizando de diversas estratégias. Assim, quanto maior for a quantidade de estratégias e representações disponíveis ao professor, melhor será seu entendimento sobre a aprendizagem de seus alunos, ou seja, qual a maneira melhor e mais efetiva que ele pode ensinar um conteúdo naquele contexto.

Já Grossman (1990) discute que o PCK depende da concepção que o professor tem acerca dos propósitos de ensinar determinado conteúdo, perpassando o conhecimento que o mesmo possui sobre a concepção dos estudantes, o currículo e as estratégias instrucionais. De acordo com esta autora, o PCK pode ser compreendido como a transformação do conhecimento pedagógico, do conhecimento do contexto e do conhecimento do conteúdo específico, embora esta autora considere que cada um destes conhecimentos específicos pode desenvolver outros domínios do conhecimento base.

Fernandez (2014a, 2015) afirma que uma variedade de pesquisas tem buscado estudar os conhecimentos docentes de um bom professor, as características de sua abordagem em diferentes contextos, sua capacidade de mediar e de propor atividades de ensino. Este conhecimento da prática do professor deve ser profundamente estudado e, além disso, precisa ser catalogado sistematicamente para se construir uma base de dados qualitativos de estudos realizados em ambiente natural de ensino (FENSTERMACHER, 1994).

Nesta perspectiva, identificar e acessar o PCK dos professores tem sido uma estratégia para elucidar seus componentes e conhecer os processos envolvidos na sua construção, configurando-se como uma importante fonte de dados para refletir sobre a prática docente, buscando aperfeiçoar os cursos de formação de professores.

No entanto, acessar o PCK de um professor é algo bastante complexo de ser realizado, pois exige a identificação de conhecimentos implícitos em contextos concretos de ensino. Logo, são utilizadas várias metodologias para investigar, documentar e retratar o PCK dos professores, como entrevistas, observação de aulas, análise de discussão em grupo, questionários, testes de múltipla escolha, mapas conceituais, registros audiovisuais, reflexão vídeo-estimulada e avaliação de múltiplos métodos (FERNANDEZ, GOES, 2014; FERNANDEZ, 2014a, 2014b).

Pereira e Fernandez (2013) apontam a análise do conteúdo de planejamentos de ensino como uma alternativa para reconhecer e acessar o PCK de professores. Além disso, os diários de bordo também podem ser utilizados como fonte para identificar elementos do PCK (FREIRE; FERNANDEZ, 2014). O registro de suas observações, a avaliação das manifestações de seus planejamentos em aulas reais e sua avaliação pessoal sobre a evolução da aula, estimula a reflexão do professor sobre sua prática e configura um espaço privilegiado para a explicitação de suas crenças e concepções sobre as diversas dimensões do ensino (NOVAIS; FERNANDEZ, 2012). Depois, os pesquisadores realizam uma triangulação dos dados a partir dessas múltiplas fontes e finalmente eles inferem um perfil geral do PCK dos professores (BAXTER; LEDERMAN, 1999).

Na área de ensino de ciências, destacam-se o PaPeRs (Repertório de Experiência Pedagógica e Profissional) e o CoRe (Representação do Conteúdo). O PaPeR é um registro da aula e da reflexão do que o professor acredita ser necessário para uma aprendizagem efetiva e o CoRe constitui um conjunto de perguntas direcionadas ao professor que busca explicitar suas ideias centrais sobre um conteúdo específico. Tais perguntas abrangem diversos fatores que implicam no ensino e na aprendizagem desse conteúdo, considerando aspectos pedagógicos e conceituais, sobre como o professor seleciona os conteúdos refletindo sobre estratégias, metodologias e aspectos sócio-econômico-culturais (FERNANDEZ, 2014a; FERNANDEZ; GOES, 2014).

É consensual entre várias pesquisas que além do indispensável domínio dos conteúdos e conceitos considerados específicos para uma determinada área ou disciplina, o professor deve também possuir um conhecimento pedagógico acerca destes conteúdos ou conceitos.

Os estudos acerca do desenvolvimento dos conhecimentos importantes para a prática docente cresceram nas últimas décadas e, especialmente, foram impulsionados com as contribuições dadas por Shulman (1987) ao discutir o PCK dos professores.

Nesse sentido, os pesquisadores possuem compreensões acerca do PCK que às vezes convergem em alguns pontos, mas divergem em outros. Ademais, a proposta de inúmeros modelos de conhecimento dos professores pode diluir as discussões em aspectos que não são centrais (FERNANDEZ; GOES, 2014; GOES, FERNANDEZ, 2018).

Perante este cenário, surgiu a necessidade de consolidar uma ideia de PCK, bem como de um modelo de conhecimento de professores, que fossem consensuais entre os atores deste debate.

Assim, no ano de 2012, nos Estados Unidos, durante a realização de uma conferência que reuniu os pesquisadores de diversos países que realizam estudos sobre o PCK, foi estabelecido que o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo é definido como o:

Conhecimento do raciocínio prévio e planejamento para o ensino de um tópico particular de uma maneira particular, para um propósito particular, para determinados alunos, com o intuito de melhorar os seus resultados (reflexão sobre a ação, explícito). O ato de ensinar um tópico particular, de uma maneira particular, com um propósito particular para determinados alunos, de modo a melhorar os seus resultados (reflexão na ação, tácito ou explícito). (GESS-NEWSOME; CARLSON, 2013, tradução de FERNANDEZ, 2015).

Desta forma, estabelecida uma definição considerada consensual entre os pesquisadores, buscou-se a construção de um modelo de conhecimento dos professores que considerasse os diferentes modelos usados pelos diversos grupos de pesquisa. Assim, surgiu o Modelo Consensual (CM na sigla em inglês *Consensus Model*) da cúpula do PCK (Figura 2).

Este modelo considera a base de conhecimentos de Shulman (1987) como ponto de partida para representar a relação daquilo que o professor deve saber ou sabe, com sua ação na sala de aula (sua prática docente) e os resultados obtidos com os alunos (FERNANDEZ, 2015).

Além disso, sua característica reflexiva o torna bastante semelhante ao modelo proposto por Shulman (1987) que considera as etapas de reflexão, compreensão e formação de novas compreensões.

Figura 2 - Modelo Consensual da cúpula do PCK

Fonte: Adaptado de Fernandez (2015)

No CM é estabelecida uma base de conhecimentos profissionais, formada por cinco conhecimentos: (conhecimento da avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento do conteúdo, conhecimento dos alunos, e conhecimento curricular).

O **Conhecimento da avaliação** está presente na base de conhecimentos profissionais do professor. A avaliação é considerada por Shulman (1987) como um elemento da ação docente, enquanto que para Rollnick (2008) é um componente do PCK. Ela pode ser entendida como a ação de avaliar a compreensão dos alunos e o processo de ensino, considerando todas as atividades propostas pelo professor que permitam o acompanhamento da evolução do

aprendizado dos estudantes e o diagnóstico das dificuldades (OLIVEIRA JUNIOR; NOVAIS; FERNANDEZ, 2012, 2015; TACOSHI; FERNANDEZ, 2014).

O **Conhecimento pedagógico** também faz parte da base de conhecimentos profissionais do professor no modelo da cúpula e considera o gerenciamento do processo de ensino-aprendizagem, ou seja, os conhecimentos relacionados aos princípios gerais de organização do ensino, de gerir a sala de aula, bem como conhecimentos sobre teorias e métodos de ensino (GARRITZ; TRINIDAD-VELASCO, 2006). As estratégias consideradas neste aspecto, vão além do âmbito da disciplina, caracterizando-se como estratégias gerais (SHULMAN, 2005).

O **Conhecimento do conteúdo** é um dos conhecimentos da base de conhecimentos profissionais do professor considerados no modelo da cúpula do PCK, e relaciona-se à área em que o professor é especialista, contemplando o conhecimento específico da disciplina/matéria a ser ensinada (SHULMAN, 2005). Logo, considera-se a forma com que tais conhecimentos podem ser aprofundados ou adaptados no processo de torná-los compreensíveis (MARCON, 2013).

O **Conhecimento dos alunos** é parte dos conhecimentos profissionais básicos do professor segundo o modelo da cúpula do PCK e diz respeito ao conhecimento de como aprendem os estudantes, seus conhecimentos prévios, suas habilidades orais e escritas, seus interesses e aspirações (FERNANDEZ, 2014a, 2014b, 2015). Shulman (1987) considera que o conhecimento dos alunos e suas características estão intrínsecos ao conhecimento do contexto, e refere-se a particularidades sociais, culturais e psicológicas.

O **Conhecimento curricular** compõe a base de conhecimentos profissionais do professor, conforme o modelo da cúpula do PCK e diz respeito ao conhecimento sobre os conceitos ensinados e os pressupostos que norteiam o ensino, a partir dos documentos e orientações oficiais (ANDRADE; FERNANDEZ, 2018). Além disso, consideram-se aspectos do currículo vertical e do currículo horizontal, assim como do currículo específico da escola (FERNANDEZ, 2011, 2014a, 2014b, 2015; FREIRE; FERNANDEZ, 2013).

Estes conhecimentos da base influenciam e são influenciados pelo conhecimento profissional específico de um tópico. Intuitivamente, o corpus de conhecimentos que constituem esse conhecimento profissional específico de um tópico é particular (como seu próprio nome) para cada tópico determinado, que será ensinado pelo professor.

Conforme os cinco conhecimentos da base de conhecimentos profissionais do professor são mobilizados em um ato docente para um tópico específico, implicitamente o conhecimento profissional específico de um tópico é consolidado, originando um PCK pessoal. Quando se trabalha com outro tópico, há uma nova modificação nos conhecimentos da base, originando

um PCK específico para este novo tópico (FERNANDEZ, 2014a, 2014b, 2015). Este conhecimento específico de um tópico pode ser reconhecido pelo conhecimento das estratégias instrucionais, conhecimento da representação do conteúdo, conhecimento da compreensão dos alunos, conhecimento das práticas científicas e conhecimento das maneiras de pensar (FERNANDEZ, 2015).

O Conhecimento das estratégias instrucionais é constituído pelo repertório de estratégias e recursos que um professor utiliza para ensinar um determinado tópico. Neste sentido, ao transformar um conteúdo específico em uma situação didática, seja no planejamento ou em um contexto real de sala de aula, o professor explorará todas as ferramentas e instrumentos que considera ser mais eficazes para o ensino daquele conteúdo.

O Conhecimento da representação do conteúdo traz a dimensão das diferentes formas que um tópico em específico pode ser explorado durante uma situação didática, considerando assim os aspectos fenomenológicos ou macroscópicos dos fenômenos, que possuem relação com o que pode ser sensorial; os aspectos teórico-conceituais ou submicroscópicos, de característica exploratória dos fenômenos a partir de manipulações mentais de entidades abstratas, a partir de leis e teorias; e os aspectos simbólicos ou representacionais, que se referem às representações destes fenômenos na linguagem científica, considerando todo o universo simbólico de fórmulas e expressões específicas que possuem significados próprios. Nesse sentido, o conhecimento da representação do conteúdo leva em consideração os diferentes tipos de expressão da linguagem que são levados em consideração pelo professor explorados durante uma situação didática.

O Conhecimento da compreensão dos alunos é caracterizado por meio daquilo que o professor conhece sobre o aprendizado dos alunos em um determinado tópico, considerando assim as possíveis dificuldades que normalmente são apresentadas por eles durante o ensino de um conteúdo e demais aspectos sobre o entendimento dos estudantes que podem nortear a abordagem e postura do professor durante o ensino de um assunto específico.

O Conhecimento das práticas científicas considera os princípios teórico-metodológicos, filosóficos e epistemológicos que norteiam o ensino de um assunto, especificamente, em uma referida área de conhecimento. Nesse sentido, as aspirações trazidas pelas tendências de ensino mais atuais, bem como os ideais que podem ser almejados por uma área do conhecimento ou até mesmo pela instituição em que o professor atua, podem representar os processos pelos quais se constrói o conhecimento durante o ensino de um determinado conteúdo.

O Conhecimento das maneiras de pensar é caracterizado pelo delineamento de como normalmente os estudantes pensam sobre determinado conteúdo a ser ensinado, ou seja, o funcionamento dos mecanismos de construção de conhecimento dos aprendizes. Nessa perspectiva, são considerados os comportamentos dos estudantes durante o ensino de um assunto específico e os processos de pensamento dos mesmos para a efetivação do aprendizado.

Entre o conhecimento profissional específico de um tópico e o momento da manifestação do PCK pessoal na prática da sala de aula, estão os amplificadores e filtros dos professores, que dizem respeito às crenças, orientações e ao contexto no qual o professor está inserido. O PCK pessoal se manifesta quando o professor precisa preparar e refletir sobre o ensino de determinado tópico, em um contexto específico, para um determinado grupo de alunos, com objetivos específicos (SMITH; BANILOWER, 2012).

Após os filtros e amplificadores do professor, o conhecimento profissional específico de um tópico é adaptado para a sala de aula, influenciado pelo conhecimento do PCK pessoal e pelas condicionantes particulares do contexto, currículo etc. (FERNANDEZ, 2014a, 2014b, 2015), produzindo um PCK que é observado em ação. Nesse sentido, o conhecimento específico passa pelos filtros das crenças do professor, do contexto ao qual ele pertence e dos propósitos para o ensino, é transformado e adaptado à sala de aula. Nesse sentido, o PCK é manifestado na prática da sala de aula, que também influencia e é influenciada pelo conhecimento profissional específico de um tópico e pelo conhecimento do currículo.

O conhecimento específico, depois de transformado, passa ainda pelo filtro dos alunos (composto pelas crenças, comportamentos e conhecimentos prévios dos alunos) até que seja avaliado a partir dos resultados obtidos com eles. Para se chegar neste último nível os amplificadores e filtros dos alunos irão considerar o comportamento dos estudantes, a cooperação junto aos colegas e as suas atitudes. O resultado obtido a partir destes elementos que interferem diretamente no quão efetivo será o aprendizado, alimenta novamente os conhecimentos profissionais da base e o conhecimento específico de um tópico (FERNANDEZ, 2014a, 2014b, 2015) e influenciam a prática em sala de aula, o conhecimento específico de um tópico e o conhecimento curricular.

Assim, professor pode avaliar e refletir sobre sua prática na sala de aula a partir dos resultados dos alunos e essa prática sofre e exerce influência nos demais conhecimentos, a partir de um processo reflexivo do professor sobre sua atividade docente em busca de melhores resultados com os alunos que ocasiona uma reconstrução e transformação do conhecimento pessoal de PCK do professor, do conhecimento profissional específico de um tópico e seus conhecimentos da base (FERNANDEZ, 2015).

A discussão e o uso do CM em pesquisas relacionadas ao conhecimento de professores ainda são relativamente recentes e, por isso, são necessários novos estudos para sua consolidação. Mesmo assim, embora o CM seja um dos modelos mais abrangente, o mesmo sofreu algumas críticas, pelo fato de alguns pesquisadores considerarem que ele não acrescentou nada ao que já vinha sendo discutido nos modelos propostos anteriormente (BALLERINI, 2014).

Nesse sentido, mais recentemente, pesquisadores de várias partes do mundo, que trabalham com estudos sobre o PCK, incluindo alguns dos que ajudaram a construir o CM em 2012, reuniram-se para discutir sobre a compreensão e utilização deste modelo nas pesquisas e reestabeleceram um novo consenso a partir da proposição de um novo modelo que melhor representava suas ideias e que levava em consideração as críticas e limitações percebidas no CM. A seguir será descrito o processo de construção de proposição deste novo modelo conhecido como Modelo Consensual Refinado (RCM da sigla em inglês *Refined Consensus Model*).

1.4 O MODELO CONSENSUAL REFINADO (RCM) PARA O PCK

A cúpula do PCK, realizada em 2012, contou com alguns dos principais estudiosos do PCK e trouxe como principais contribuições a proposição de um modelo consensual entre os participantes, bem como a apresentação de uma definição comum acerca de qual seria o entendimento sobre o PCK.

Em 2016 foi realizada uma nova cúpula do PCK, que contou com a participação de pesquisadores e grupos da primeira cúpula de 2012 juntamente com outros investigadores de várias partes do mundo que desenvolvem pesquisas sobre PCK. Durante a realização deste encontro foram compartilhados os instrumentos e ferramentas utilizadas nos trabalhos que envolviam o PCK, bem como os resultados adquiridos nos mesmos e, a partir das discussões que decorreram desse compartilhamento, buscou-se analisar como esses estudos estavam alinhados à proposta do CM e, a partir daí, reconhecer o que era e não consenso.

Com o estabelecimento da proposta do CM na reunião da cúpula em 2012, os pesquisadores começaram a explorá-lo em seus estudos e foi ficando mais claro sobre as possibilidades trazidas por este modelo e as limitações impostas por seu uso. Diante disso, verificou-se que o CM não era suficientemente bom para representar a complexidade do PCK em suas diferentes variáveis e camadas, dando mais solidez ao argumento de que era necessário propor um novo modelo.

Diante disso, iniciou-se um processo de discussão coletiva que se estendeu além deste evento em 2016, para que fosse criado um novo modelo de PCK e, em 2017, foi apresentado o Modelo Consensual Refinado (RCM da sigla em inglês *Refined Consensus Model*) do PCK que buscou fornecer aos pesquisadores maneiras de situar os estudos na área, em relação à aprendizagem dos alunos e atuação dos professores em sala de aula, bem como permitir a construção de teorias sobre o desenvolvimento do PCK de professores.

No RCM (Figura 3), a prática ganha destaque e são consideradas as complexas camadas acerca dos conhecimentos e das experiências dos professores, que modificam, revelam sua prática e mediam os resultados com os alunos.

Figura 3 - Modelo Consensual Refinado do PCK

Fonte: Carlson e Daehler (2019) – Tradução Grupo PEQuim

Nesse modelo, são identificados três domínios diferentes do PCK, o PCK coletivo (denominado cPCK), o PCK pessoal (intitulado de pPCK) e o PCK em ação (denominado de ePCK), que representam, respectivamente, o conhecimento profissional de vários estudiosos de uma determinada área, o conhecimento idiossincrático individual de um professor de ciências/química e o conhecimento também idiossincrático que é desenvolvido por um

professor durante o ensino de um determinado tópico, resultante de um ciclo de planejamento, ensino e reflexão.

No desenvolvimento desses diversos domínios do PCK também são consideradas as contribuições e influências de outros professores, de alunos e outros indivíduos. Além disso, a base de conhecimentos continua sendo o alicerce fundamental do PCK e o contexto de aprendizagem ganha destaque na influência que possui no ensino e na aprendizagem de um determinado assunto.

No RCM, a troca de conhecimentos entre os domínios ocorre de forma bidirecional (representado pelas setas de troca de conhecimentos) de modo que os mesmos estão interrelacionados e exercem influência mútua. Ou seja, o pPCK de um professor poderá direcionar as suas escolhas para o ensino de um assunto específico, em um contexto específico e a determinados alunos, caracterizando seu ePCK. Por outro lado, as experiências advindas da prática desse ensino e os resultados atingidos com a mesma retornarão ao pPCK, contribuindo na formação de um constructo pessoal do professor, funcionando como um repertório docente. Ademais, a partir do diálogo e troca de experiência com outros professores, ou até mesmo ao participar de um curso ou projeto de pesquisa que visem sua capacitação profissional, um professor pode contribuir para a construção do cPCK, ao mesmo tempo que é influenciado por este corpus de conhecimentos coletivamente compartilhados por um grupo ou comunidade.

1.4.1 O PCK em ação – ePCK

O PCK em ação, representado pela Figura 4, se refere aos conhecimentos e habilidades utilizados por um professor durante a prática do ensino de um determinado conteúdo em uma situação específica, contemplando desde o planejamento, até a execução do planejamento e a reflexão sobre os resultados atingidos com aqueles alunos (CARLSON; DAEHLER, 2019).

Nesse sentido, os conhecimentos do PCK em ação são restritos a uma situação determinada e levam em consideração não apenas a execução das atividades em aula, mas o processo de planejamento para aquela situação específica e a reflexão sobre aqueles determinados resultados alcançados e isso, logicamente, reflete o contexto particular da escola, da turma e dos alunos, bem como o entendimento que o professor tem sobre o assunto e as habilidades pedagógicas do mesmo.

As ações do professor devem buscar o atendimento às necessidades dos alunos especificamente para cada situação e são resultantes da gama de conhecimentos desse professor.

Para alcançar um ensino eficaz, o professor idealmente deve ter tempo para planejar, ensinar e refletir, de preferência junto com outras pessoas.

Figura 4 - Domínio do PCK em ação - ePCK

Fonte: Carlson e Daehler (2019) – Tradução Grupo PEQuim

Então, o ePCK é entendido como uma representação parcial do PCK de um professor, uma vez que ele é específico para um episódio em particular. Nesse sentido, ele representa uma parte do PCK pessoal (CARLSON, DAEHLER, 2019).

1.4.2 O PCK pessoal – pPCK

Segundo Carlson e Daehler (2019), o PCK pessoal, representado pela Figura 5, consiste nos conhecimentos e habilidades que um professor possui sobre determinado conteúdo e possui característica de ser dinâmico e cumulativo.

O pPCK é alimentado pelas próprias experiências do professor, bem como pelas contribuições de outros especialistas, seja por meio de diálogos, participação em capacitações, leitura de artigos científicos, ou outras. Cabe ressaltar, que este conhecimento é exclusivo de cada indivíduo e por isso, embora possa sofrer influências diversas, o pPCK de cada professor é distinto.

Esse constructo é cumulativo e simboliza o repertório docente que o professor possui. Nele, também são consideradas as contribuições de todos os alunos que o professor já ensinou aquele determinado conteúdo e, como seria impossível utilizar todos os conhecimentos que

fazem parte desse repertório em um momento específico de ensino, o professor pode ou não utilizar os conhecimentos que o constitui durante uma prática de ensino, transformando-os ou não em ePCK (CARLSON, DAEHLER, 2019).

Nesse sentido, o pPCK influencia e é influenciado pelo ePCK, ao passo que seu desenvolvimento ocorre com o passar do tempo e o acúmulo de experiências de ensino. Desse conjunto de fatores, o professor passa a refinar seu pPCK, ampliando seu conhecimento especializado para o ensino de um tópico específico, bem como as habilidades necessárias para ensiná-lo em determinados contextos para alunos específicos.

Figura 5 - Domínio do PCK pessoal - pPCK

Fonte: Carlson e Daehler (2019) – Tradução Grupo PEQuim

1.4.3 O PCK coletivo – cPCK

O PCK coletivo, representado pela Figura 6, simboliza as contribuições de vários educadores e do próprio professor sobre o ensino de um determinado conteúdo (CARLSON; DAEHLER, 2019).

Esse conhecimento coletivo tem sua fronteira definida em relação ao conhecimento de cada indivíduo pelo contexto de aprendizagem, que abrange todos os fatores do ambiente específico de aprendizagem, as características dos alunos e do próprio contexto em si. Por isso, segundo o RCM, é fundamental que o professor conheça o contexto de aprendizagem em que ensina, pois ele vai funcionar como um amplificador ou filtro entre o pPCK, que é individual, do cPCK, que é coletivo.

Figura 6 - Domínio do PCK coletivo - cPCK

Fonte: Carlson e Daehler (2019) – Tradução Grupo PEQuim

O cPCK é resultado da combinação entre as bases de conhecimento profissional e as diferentes experiências de ensino em um assunto específico, que é compartilhada entre um grupo de pessoas em um determinado contexto de aprendizagem.

Neste sentido, o PCK coletivo é produto da troca entre pesquisadores, professores e outros indivíduos, abrangendo o conhecimento de mais de uma pessoa a partir dos discursos presentes na literatura (pesquisas, trabalhos acadêmicos, etc.), como um PCK coletivo considerado canônico, ou então do entendimento de um grupo local, que vai além do que está na literatura e considera as especificidades de uma escola, um grupo de professores, etc., como PCK coletivo local.

A camada mais externa do RCM representa a base de conhecimentos profissionais de um professor em seus aspectos mais gerais, levando em consideração o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico, o conhecimento dos estudantes, o conhecimento curricular e o conhecimento de avaliação.

Esses conhecimentos podem ser desenvolvidos por percursos formativos e capacitações como em cursos de professores e, depois, serem consolidados a partir das experiências pessoais do professor durante as atividades em sala de aula.

2. APRENDIZAGEM COOPERATIVA

Segundo Carvalho (2000), é consenso entre educadores e pesquisadores de que o ambiente educacional se configura como o melhor ambiente para se aprender sobre cooperação, pois é na escola que os alunos e professores têm a possibilidade de estar entre seus semelhantes. O sistema educacional, de forma geral, já condiciona a divisão dos estudantes em grupos (turmas), para estudarem e aprenderem.

No entanto, constata-se que no melhor ambiente para aprender hábitos cooperativos há um incentivo, mesmo que implícito, à competição e ao individualismo, a partir dos sistemas de classificação, da diferenciação entre um aluno bom e um aluno ruim, e da valorização dos resultados individuais que estimulam vaidades individuais.

Desta forma, estamos contra as próprias origens de organização social do ser humano: vive-se em grupo, mas a educação volta-se para o individual.

Embora alguns educadores defendam que o próprio sistema exige a formação de indivíduos competitivos, os melhores resultados nos diversos sistemas sociais, seja no sistema escolar, familiar ou empresarial, são advindos de ações coordenadas por vários indivíduos para alcançar um objetivo comum.

Perante tal cenário, a aprendizagem cooperativa (AC) estimula a promoção da aprendizagem baseada em hábitos de cooperação entre os indivíduos, em uma tarefa determinada, a partir de métodos instrucionais que facilitam seu desenvolvimento.

Kaye (1992) aponta algumas características importantes a serem consideradas no campo da AC: 1) A aprendizagem ocorre em uma esfera individual, que pode ser e é influenciada por diversos fatores externos, como por exemplo, a interação com outros indivíduos; 2) As interações em grupo e interpessoais envolvem um processo social na reorganização e na modificação dos entendimentos e das estruturas de conhecimentos individuais e, portanto, a aprendizagem é simultaneamente um fenômeno privado e social; 3) Aprender de maneira cooperativa significa que, durante a interação social entre os indivíduos, é possível que os membros do grupo assumam diferentes papéis nos diversos momentos, conforme for necessário. 4) A cooperação envolve sinergia e assume que, de alguma maneira, o todo é maior do que a soma das partes individuais.

Carvalho (2000) discute que a AC tem como objetivo facilitar a construção de conhecimentos de tal maneira que o aprendiz de fato aprenda os conteúdos estudados e junto a isso constrói habilidades necessárias para uma vida em sociedade.

De acordo com Sharan (1999) a aprendizagem cooperativa pode ter significados distintos, dependendo do autor e do contexto específico. Embora a AC possa ser entendida sob diferentes perspectivas, a maioria dessas definições converge para o trabalho em grupo, cuidadosamente planejado e articulado a fim de promover a participação de todos os membros de um grupo e estimular a construção de conhecimentos e habilidades interpessoais.

Johnson, Johnson e Holubec (1999) compreendem a AC como uma metodologia de ensino, que leva os estudantes ao trabalho em grupo em uma relação de ajuda mútua, proporcionando ganhos acadêmicos e melhoria nas relações sociais e afetivas entre os estudantes.

Bidegáin (1999) enfatiza que quando cooperar é uma ação essencial para a realização de um trabalho ou tarefa proposta a um grupo, o sucesso de um aluno só irá ocorrer quando todos os integrantes do grupo também o tiverem. Nesse caso é que ocorre a AC.

Para Jacobs e Goh (2008) o aprendizado cooperativo vai além de simplesmente realizar atividades em grupo, mas é preciso que o professor auxilie seus alunos a trabalhar juntos a fim de se obter maior eficácia. Segundo estes autores, o trabalho em grupo deve ser criterioso e cuidadosamente planejado a partir de técnicas e métodos próprios que valorizem a necessidade de que os alunos trabalhem juntos.

A AC é entendida, conforme Campos e colaboradores (2003) como uma proposta pedagógica que busca a construção de conhecimentos, em que os alunos atuam como parceiros uns dos outros e também com o professor, de modo que eles se ajudem durante o processo de aprendizagem.

Rué (1998) discute que o termo “aprendizagem cooperativa” é um conceito genérico que consiste em diversos processos de ensino desenvolvidos junto a grupos de estudantes que trabalham coletiva e cooperativamente para realizarem tarefas que levam à construção de conhecimentos.

Lazarowitz e Hertz-Lazarowitz (1998) consideram que AC traz para a escola uma nova forma de gestão de sala de aula, a partir de um modo avançado de aprendizagem em grupos, onde os alunos podem trocar informações e experiências, auxiliar uns aos outros, tornando a aprendizagem conjunta um estilo de vida.

Neste processo interativo, em que há um debate e negociação entre os integrantes do grupo, é possível alcançar um nível de compreensão que sozinho não seria atingido (EILKS; PRINS; LAZAROWITZ, 2013).

No processo de implementação da AC em uma sala de aula, o professor possui um importante papel para mediar e organizar as atividades e materiais nos grupos, distribuindo

tarefas entre os estudantes; intervindo pedagogicamente nas atividades do grupo a partir da observação das dificuldades durante a realização do trabalho, estimulando a cooperação e visando a superação das dificuldades e, estimulando os estudantes para que sejam gradativamente autônomos em suas aprendizagens.

Os alunos, por sua vez, também devem ter seus papéis bem definidos em um grupo que trabalha de forma cooperativa, pois dessa forma fica claro o que cada um deve fazer ou o que pode esperar do outro na realização das atividades (LOPES; SILVA, 2009).

Conforme Freitas e Freitas (2003, p.21), “a aprendizagem cooperativa se desenvolveu mais como uma prática que foi provando ser bem-sucedida do que como resultado de uma teoria genericamente aceita”. No entanto, o arcabouço teórico da AC pode ser compreendido, conforme Johnson, Johnson e Smith (1998) a partir da teoria da interdependência social, da teoria cognitivo-evolutiva e da teoria de aprendizagem comportamental.

A interdependência, aspecto central na teoria da interdependência social, diz respeito à forma com que as interações em um grupo são estabelecidas, ou seja, o modo com que essas relações são estruturadas irá influenciar diretamente em como os indivíduos dentro de um grupo irão se relacionar e, conseqüentemente, que resultados são esperados para este trabalho (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998). A interdependência positiva ocorre em um ambiente respaldado pela cooperação, em que os indivíduos se ajudam mutuamente; enquanto que a interdependência negativa diz respeito às situações em que os indivíduos competem entre si. Existe ainda a inexistência dessa interdependência, caracterizando a realização de um trabalho individualista.

A teoria cognitivo-evolutiva está amparada na ideia de que a cooperação fomenta a realização de um conflito no grupo e no indivíduo, pelo confronto entre pontos de vista que podem ser divergentes, levando cada indivíduo a reexaminar suas ideias ou até mesmo modificá-las, a fim de convergir os pensamentos a um consenso a partir da comunicação e tomada de consciência. Piaget (1970) discute que neste conflito há um desequilíbrio que, para se tornar aprendizagem, o sujeito deve superar a partir de esquemas cognitivos mais estruturados. Vygotsky (1984) reforça que a interação social tem importância central no desenvolvimento, uma vez que a aprendizagem se consolida a partir de processos internos que só operam quando o indivíduo interage com outra pessoa. Nesse sentido, ao interagir com outra pessoa em um nível de desenvolvimento diferente, o indivíduo cria uma zona de desenvolvimento proximal que faz com que em uma relação de cooperação o indivíduo menos competente aprende com o mais competente a partir de um processo de mediação. Segundo Slavin (1988) os conflitos sociocognitivos estabelecidos no ambiente da aprendizagem

cooperativa são importantes no desenvolvimento uma vez que, ao argumentarem ou explicarem aos outros o que está sendo estudado, os estudantes melhoram suas próprias aprendizagens.

O trabalho realizado pode ser mais bem desempenhado quando existe algum tipo de estímulo ou recompensa na atividade. A teoria da aprendizagem comportamental afirma que tais incentivos podem estimular a motivação para o trabalho no grupo. Slavin (1988) ressalta que esses estímulos podem ser individuais ou coletivos, de modo que os benefícios conquistados funcionem como um combustível para a ajuda mútua entre os membros de um grupo.

A AC também possui características que vão ao encontro das ideias preconizadas por Freire (1982) que enfatiza a participação e a interação entre as pessoas ao invés de uma busca individualizada. Para este autor a cooperação é mais do que ajuda e auxílio, é comunhão.

Na literatura que discute acerca da AC, frequentemente são reportados os nomes de David e Roger Johnson, uma vez que esses americanos sistematizaram os trabalhos em que foram obtidos resultados positivos com o uso da aprendizagem cooperativa em sala de aula, originando assim cinco princípios que a caracterizam: i) a interdependência positiva, ii) a interação face a face, iii) a responsabilidade individual, iv) as habilidades sociais e v) o processamento grupal (JOHNSON; JOHNSON, 1999). Logo, é necessário que tais princípios sejam estabelecidos nas atividades consideradas como cooperativas.

A **interdependência positiva** pode ser considerada como a principal característica da aprendizagem cooperativa, pois consiste no quanto os alunos estarão dependentes uns dos outros para suas aprendizagens, de modo que a preocupação pela própria aprendizagem e pela aprendizagem dos colegas cria a consciência de que o sucesso de cada um depende do sucesso de todos e vice-versa, ou seja, todos devem ter a noção de que o trabalho individual contribui para o grupo e que o trabalho coletivo contribui para o indivíduo.

Alguns autores (KAGAN, 1994; JOHNSON; JOHNSON, 1999) estabelecem que interdependência positiva pode ser criada, dentre outras maneiras, a partir de ações que estimulam a interdependência de finalidades, de recompensas, de tarefas ou de papéis. A interdependência de finalidade ocorre quando o trabalho visa um fim comum entre os membros do grupo, como a realização de um cartaz ou um relato escrito. A interdependência de recompensa pode ser estabelecida quando o grupo recebe certos privilégios se todos os elementos do grupo obtiverem um bom resultado (essa atribuição é muito discutível entre os pesquisadores). A interdependência de tarefas acontece quando na tarefa todos participam, de forma que o trabalho não seja possível de se realizar com apenas duas mãos, como por exemplo, quando cada membro do grupo faz um tipo de pesquisa sobre determinado tópico. A

interdependência de papéis existe quando os membros do grupo possuem papéis dependentes uns dos outros que garantem o bom funcionamento do trabalho cooperativo, como por exemplo, um aluno trabalha como mediador das discussões, outro cronometra o tempo destinado a cada tarefa, outro redige as respostas, etc.

Na **interação face-a-face**, valoriza-se o contato direto entre os membros do grupo, a partir do debate entre diferentes pontos de vistas voltados ao consenso ou então quando os alunos encorajam e facilitam os esforços dos demais para completar suas tarefas, a fim de alcançar os objetivos comuns. Neste processo de interação, os estudantes se ajudam, trocam recursos, informações ou materiais e fornecem *feedbacks* uns aos outros acerca da realização dos trabalhos no grupo.

A **responsabilidade individual** consiste em uma característica importante uma vez que, embora o trabalho seja realizado em grupo, é necessário avaliar e responsabilizar individualmente cada membro do grupo pela parte que lhe compete. Nessa perspectiva, os estudantes são responsáveis por seus companheiros de grupo e também por contribuir para os resultados alcançados no grupo. Essa responsabilidade deve ser avaliada e valorizada no processo de trabalho cooperativo. Em sala de aula o professor pode acompanhar os trabalhos periodicamente, aplicar testes, ou avaliar de outras maneiras, a fim de buscar o estabelecimento deste princípio.

As **habilidades sociais** podem ser estimuladas constantemente no trabalho cooperativo. Os alunos são capazes de aprender a confiar e interagir uns com os outros, comunicar de forma precisa e inequívoca, aceitar e apoiar uns aos outros e resolver conflitos de forma construtiva. As habilidades sociais são indispensáveis no trabalho em grupo e requisito primordial para o trabalho cooperativo, de modo que liderança, tomada de decisão, construção de confiança, comunicação oral e escrita, organização de ideias, habilidade de administrar conflitos, são temáticas que devem ser inseridas no trabalho e ensinadas com tanta importância quanto as habilidades acadêmicas.

No **processamento grupal** realiza-se uma reflexão sobre quão bem o trabalho de grupo funcionou em um processo explícito e estruturado. A reflexão deve incluir as ações dos membros que foram consideradas úteis ou inúteis, e quais dessas ações devem ser mantidas ou alteradas. O processamento grupal é uma avaliação sistemática periódica que deve ocorrer no grupo, por meio de uma identificação de ações positivas e negativas no trabalho realizado, traçando meios de melhorar os processos que os mesmos utilizam para melhorar seu aprendizado no grupo. Além disso, o grupo deve considerar se os objetivos estabelecidos nas tarefas são atingidos e modo a planificar condutas para outras atividades.

Existem diversos métodos de AC que buscam estabelecer os cinco princípios discutidos anteriormente, sendo uns mais prescritivos e concretos e outros mais conceituais e flexíveis. Essa diversidade é um dos fatores que contribuíram para sua difusão e uso nas escolas e em outros contextos de aprendizagem, dependendo da formação do professor, do tipo de tarefas em que são utilizados e dos alunos que vivenciam a AC (LOPES; SILVA, 2009). Suas características possibilitam o ajustamento e a adaptação da AC às circunstâncias específicas e às necessidades dos alunos, bem como a intervenção pedagógica para melhorar a eficácia de qualquer grupo que não esteja funcionando bem (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 2007).

Alguns métodos de AC são considerados de curta duração e são usados especialmente quando o professor começa a utilizar a AC em suas aulas. De acordo com Lopes e Silva (2009), o professor deve introduzir gradativamente os trabalhos pautados na AC, de modo que os estudantes vão adquirindo as competências essenciais ao trabalho em grupo. Dentre os métodos de curta duração, também chamados de métodos informais, destacam-se o: sumário em desordem, KWL (*Know-Want-Learn*), círculos concêntricos, entre outros.

Os métodos formais, normalmente são usados por um maior período de tempo, quando o professor já possui um considerável domínio no uso da metodologia cooperativa. Destacam-se nesta categoria o STAD (*Student Team-Achievement Divison*), o *Jigsaw*, o TGT (*Teams-Games-Tournaments*), a controvérsia criativa, o investigando em grupo, entre outros.

Ressalta-se neste cenário o método *Jigsaw*, usado mais amplamente na área de ensino de Química no Brasil e em outros países, que será explorado neste estudo como protagonista na organização da metodologia cooperativa em um grupo de professores de Química.

O *Jigsaw*, também conhecido como método puzzle ou quebra-cabeças, foi criado por Elliot Aronson e colaboradores (ARONSON; PATNOE, 1997) e valoriza a interdependência positiva, especialmente pela divisão dos conteúdos em atividades de aprendizagem que ocorrem em grupos separados e que depois são compartilhadas entre todos, semelhante à montagem das peças de um quebra-cabeças. Aronson criou tal método em meados de 1971 a fim de amenizar os conflitos entre os estudos na sala de aula, decorrentes das constantes lutas civis que ocorriam nos Estados Unidos nessa época.

Nessa perspectiva, o método *Jigsaw* é dividido em três fases em que se valoriza a interdependência de conteúdo (Figura 7), para que cada estudante seja responsável por seu aprendizado e também pelo que os colegas aprendem (COCHITO, 2004).

Figura 7 - Funcionamento do método *Jigsaw*

Fonte: Adaptado de Fatoreli et al., 2010.

Na primeira fase, o estudo é realizado no grupo de base a partir da discussão de um tópico geral que pode ser dividido em subtópicos, para ser estudado separadamente na fase posterior.

Na segunda fase, os grupos são reorganizados, de tal maneira que sua composição será determinada pelo subtópico estudado. Assim, um membro específico de cada grupo de base, juntamente com os membros dos outros grupos também responsáveis em estudar este material comum, originará os grupos de especialistas.

Na terceira e última fase, todos retornam a seus grupos de base a fim de compartilhar os estudos e conhecimentos advindos das atividades realizadas nos grupos de especialistas em um processo de ensino mútuo.

O método articula os conteúdos de uma forma particular que o compartilhamento dos estudos se torna um requisito necessário para o aprendizado acerca de todos os subtópicos e, conseqüentemente, uma compreensão sobre o tópico geral. Segundo Aronson e Patnoe (1997) nenhum estudante consegue realizar satisfatoriamente seu trabalho sem que seja ajudado pelos outros membros do grupo, pois cada um contribui de maneira única.

Para Cochito (2004) é preciso que, primeiramente, os estudantes aprendam os conteúdos e construam os significados para si, para então ensinar aos demais, buscando maneiras que facilitem a compreensão dos colegas.

Embora as atividades sejam realizadas em grupo, o professor possui um papel fundamental no desenvolvimento de aulas pautadas na aprendizagem cooperativa, de modo que sua função ocorre antes, durante e depois de realizar o trabalho (LOPES; SILVA, 2009).

Na pré-implementação o professor é responsável por especificar os objetivos e as atitudes que se espera, evidenciando aos estudantes os benefícios e resultados que normalmente são alcançados com o uso da AC; determinar o tamanho dos grupos e a distribuição dos estudantes por grupo; organizar a atribuição de papéis aos estudantes no grupo e a distribuição das tarefas; organizar o espaço da sala de aula de forma a estimular a interação; planejar os materiais a serem estudados com vistas a promover a interdependência positiva e a responsabilidade individual.

Durante a implementação, cabe ao professor: acompanhar o comportamento dos estudantes durante os trabalhos; intervir, quando necessário, nos conflitos ou andamento das atividades; auxiliar os estudantes na resolução das atividades, se julgar pertinente; elogiar os estudantes individualmente, estimulando-os a cumprirem as responsabilidades.

Depois de realizadas as atividades pautadas na AC, o professor deve: elencar os pontos mais importantes no estudo realizado ou organizar essa síntese a partir dos grupos; avaliar a aprendizagem dos estudantes e a contribuição de cada integrante do grupo, fornecendo *feedbacks* aos estudantes e ao grupo; promover uma reflexão sobre o trabalho realizado.

Além dessas atribuições, cabe ressaltar a importância de que o professor seja constantemente um mediador nas atividades realizadas em grupo e atue como problematizador dos conhecimentos individuais dos estudantes, de modo que auxilie diretamente e constantemente no processo de reflexão e estudo dos alunos nos grupos cooperativos.

3. O ENSINO DE ELETROQUÍMICA E SUA ABORDAGEM NA LITERATURA

A Química é uma ciência essencial para a compreensão dos fenômenos que ocorrem no mundo, as transformações dos materiais nele presentes, bem como a composição dos mesmos e as distintas propriedades que estes possuem. Nesse sentido, é importante que as bases desta ciência sejam compreendidas pelos indivíduos, para que os mesmos sejam capazes de agir consciente e criticamente em seu dia a dia, considerando a relação indissociável entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente.

A escola pode ser considerada como uma ferramenta neste processo de conscientização e aprendizado, ou ainda, como um local em que o indivíduo irá, durante o período de escolarização, se apropriar dos conhecimentos básicos das diferentes áreas, que construirão uma base sólida capaz de contribuir para sua conscientização e cidadania. Embora esta função não seja apenas da escola, grande parte dela é atribuída a ela e aos professores.

Na Química, existem diversos conteúdos importantes de serem abordados com os estudantes, que fazem com que o aprendizado e o cotidiano do aluno estejam diretamente relacionados, trazendo significado para os conteúdos ensinados para o aprendiz, permitindo que o mesmo os utilize de maneira consciente em sua vida.

De modo geral, a Química tem como um de seus principais objetivos o de desenvolver nos estudantes a capacidade de interpretação dos fenômenos químicos, em relação ao arranjo, movimento e disposição das partículas, moléculas e átomos (SANTOS; GRECA, 2005). Desta forma, pressupõe-se que o estudante saiba discernir esses aspectos no nível macroscópico, microscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1993). Assim, compreender a química consiste em transitar adequadamente nestes níveis de representação, entendendo seus significados e interpenetrações.

Os níveis microscópico e simbólico podem ser considerados os mais difíceis para os estudantes se apropriarem, uma vez que dizem respeito aos aspectos abstratos (BEN-ZVI et al., 1987). Nessa interdependência entre os três níveis reside uma problemática, pois nem sempre os estudantes estabelecem relações apropriadas entre os níveis macro e micro (POZO, 2001).

Alguns conceitos são considerados mais difíceis de trabalhar no ensino de química; em parte pela dificuldade em contextualizá-los, ou ainda, por apresentarem limitação quanto às estratégias e/ou recursos didático-metodológicos disponíveis para sua elucidação. Desta situação surgem alguns problemas de aprendizagem para os estudantes.

Para superar este obstáculo no processo de aprendizagem acerca de determinados conteúdos ou objetos de estudo, o professor pode utilizar de diferentes estratégias, recursos, metodologias, por exemplo, o quadro, as discussões, os exercícios, os vídeos, as atividades práticas, o livro didático, entre outros inúmeros exemplos que contribuem para a construção do conhecimento dos estudantes e que variam de acordo com a disponibilidade e criatividade do professor, bem como com a gama de opções que cada conteúdo químico permite.

Nesta perspectiva, o ensino dos processos de oxirredução se mostra problemático no ensino médio e, embora tais processos estejam presentes em várias situações cotidianas, o que se observa é que muitos professores evitam o ensino deste conteúdo e, muitas vezes, não compreendem corretamente os conceitos inerentes a ele. Alguns docentes acham o tema difícil de ensinar e, em razão disso, acham os planos de aula difíceis de preparar (AHTEE; ASUNTA; PALM, 2002).

Sanjuan e colaboradores (2009) apontam para o fato de que muitos professores, por terem dificuldades com tal assunto, deixam este conteúdo para o final do ano letivo, já sabendo que não haverá tempo hábil para trabalhá-lo. Por conseguinte, as dificuldades apresentadas pelos alunos compreenderem quimicamente os processos de oxirredução e os demais aspectos da eletroquímica são evidenciadas, os equívocos e as concepções errôneas são construídos e os modelos alternativos de explicação aos fenômenos podem ser reforçados.

Se, por um lado os recursos didático-metodológicos podem auxiliar o professor a superar as dificuldades de aprendizagem em sala de aula, por outro, o uso inapropriado de alguns destes recursos e estratégias, por exemplo, os livros didáticos, podem agravar a problemática. Arnaud fez uma extensa pesquisa em livros didáticos brasileiros da Educação Básica no que concerne os processos redox e aponta vários problemas em relação a trechos dos livros que enfatizam algumas concepções alternativas nesse tópico (ARNAUD, 2019).

De acordo com Ogude e Bradley (1994) uma grande fonte de equívocos dos estudantes vem de linguagem imprecisa ou inadequada utilizada por livros didáticos para explicar conceitos eletroquímicos. Martorano e Marcondes (2009) reforçam que na dinâmica da sala de aula, especialmente no ensino, há uma grande importância atribuída ao papel do livro didático e embora haja diversos recursos disponíveis para se obter informações sobre a ciência, o livro didático continua a ter um papel importante na transmissão dos conhecimentos científicos.

Perante as diferentes abordagens dos processos de oxirredução, seja nos livros didáticos, nos trabalhos publicados e, principalmente as abordagens em sala de aula, podem surgir situações de compreensões equivocadas com o uso de analogias, imagens, textos e explicações

incorretas, e isso tudo pode promover erros conceituais, dificuldades na aprendizagem e concepções alternativas (ARNAUD, 2019).

Esta situação pode ser verificada em vários estudos sobre o ensino de eletroquímica, que relatam as concepções de estudantes e as dificuldades conceituais com relação a noções como: redução, corrente elétrica, condutibilidade elétrica em soluções, representação de reações redox, potencial de redução, dependência entre as reações de redução e as de oxidação, o processo de transferência de elétrons, o significado do número de oxidação, identificação dos reagentes como redutores ou oxidantes, identificação de reações redox e balanceamento de reações redox (GARNETT; TREAGUST, 1992a, 1992b; DE JONG; ACAMPO; VERDONK, 2002). Além disso, os alunos têm dificuldade em diferenciar as reações no nível macroscópico e microscópico (BARKE; HAZARI; YITBAREK, 2009). Por isso, é importante que os professores conheçam as dificuldades que os estudantes possuem durante o processo de aprendizagem sobre eletroquímica, os equívocos e as concepções alternativas que envolvem o ensino deste conteúdo (DE JONG; TREAGUST, 2002; NOGUEIRA; GOES; FERNANDEZ, 2017a, 2017b).

A partir de diversos estudos realizados nesta perspectiva, foram compiladas algumas das dificuldades, equívocos e/ou concepções alternativas de estudantes sobre os conceitos relacionados aos processos redox e ao conteúdo de eletroquímica de maneira geral. Essas informações estão compiladas e apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Algumas dificuldades, equívocos e/ou concepções alternativas de estudantes sobre conceitos da eletroquímica reportados na literatura.

Conceito Químico	Dificuldades, equívocos e/ou concepções alternativas
CIRCUITOS ELÉTRICOS	
Lei das cargas	Numa célula os ânions e cátions se atraem mutuamente e isso afeta o movimento dos íons para os eletrodos (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Os elétrons se movem através de eletrólitos sendo atraídos por íons positivos em solução (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Transferência de carga sem conservação (CARMEL; PACCA, 2011)
	Dois efeitos inicialmente separados que se somam (CARMEL; PACCA, 2011)
	Transferência de cargas “marcadas” (CARMEL; PACCA, 2011)
	Perda da natureza da espécie (CARMEL; PACCA, 2011)
	Fluxo de prótons em condutores metálicos (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Corrente convencional é o fluxo de cargas positivas (geralmente prótons) (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	A eletricidade em química e física é diferente porque a corrente flui em direções opostas (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Fluxo de prótons em eletrólitos (independentemente de a solução ser

Corrente elétrica	ácida básica ou neutra) (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Fluxo de elétrons em eletrólitos (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Prótons e elétrons fluem em direções opostas em um eletrólito (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	O movimento de íons em solução não constitui uma corrente elétrica (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons (GARNETT; TREAGUST, 1992a; ACAR; TARHAN, 2007; CAMEL; PACCA, 2011)
	Quando um eletrólito conduz uma corrente, os elétrons se movem para um íon no cátodo e são transportados por esse íon para o ânodo (GARNETT; TREAGUST, 1992a; ACAR; TARHAN, 2007)
	A “energia” do sistema flui em dois sentidos (CAMEL; PACCA, 2011)
	Corrente unicamente de natureza iônica (CAMEL; PACCA, 2011)
	Origem da circulação / eletrólito inativo (CAMEL; PACCA, 2011)
	Somente íons carregados negativamente constituem um fluxo de corrente no eletrólito e na ponte salina (ACAR; TARHAN, 2007)
	Prótons e elétrons fluem em direções opostas para constituir uma corrente elétrica (ACAR; TARHAN, 2007)
Diferença potencial e fem	Uma diferença de potencial entre dois pontos é unicamente devida a diferenças na concentração de carga nos pontos (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Existe uma elevada concentração de elétrons no ânodo (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Existe uma baixa concentração de elétrons no cátodo (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Os elétrons saem do ânodo, onde há uma alta concentração de elétrons, e passam pelo circuito externo até o cátodo, onde há uma baixa concentração de elétrons (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Em células eletroquímicas, como as forças de atração entre cátions e ânions afetam a velocidade dos íons para o eletrodo, diferentes potenciais são lidos quando soluções diferentes são utilizadas nas células (ACAR; TARHAN, 2007)
	Prótons e elétrons fluindo em direções opostas causam uma diferença de potencial entre as duas extremidades do fio (ACAR; TARHAN, 2007)
Função das placas metálicas	As placas metálicas só atuam como um transportador de elétrons durante a reação redox e assim não haverá alteração na estrutura física dos eletrodos (ACAR; TARHAN, 2007)
	Os eletrodos inertes podem ser oxidados ou reduzidos (ACAR; TARHAN, 2007)
OXIDAÇÃO-REDUÇÃO	
Atribuição de estados de oxidação	O estado de oxidação de um elemento é o mesmo que a carga do íon monoatômico desse elemento (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Números ou estados de oxidação podem ser atribuídos a moléculas poliatômicas e / ou íons poliatômicos (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	A carga de uma espécie poliatômica indica o estado de oxidação da molécula ou íon (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
Identificar equações de oxidação-redução usando números de oxidação	Em uma equação, as mudanças nas cargas de espécies poliatômicas podem ser usadas para identificar equações redox (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
	Em uma equação, as mudanças nas cargas de espécies poliatômicas podem ser usadas para determinar o número de elétrons removidos ou

	ganhos pela reação de espécies (GARNETT; TREAGUST, 1992a)
Usando outras definições para identificar equações de oxidação-redução	Em todas as equações químicas, as definições de oxidação como adição de oxigênio e redução como remoção de oxigênio podem ser usadas para identificar oxidação e redução (GARNETT; TREAGUST, 1992a; BUESO; FURIÓ; MANS, 1988; FREIRE et al., 2011)
A interdependência dos processos de oxidação e redução	Os processos de oxidação e redução podem ocorrer de forma independente (GARNETT; TREAGUST, 1992a; CAAMAÑO, 2007; FREIRE et al., 2011)
CÉLULAS ELETROQUÍMICAS	
Identificação do ânodo e cátodo em células eletroquímicas	Nas tabelas de potencial de redução padrão, as espécies com o maior valor de E° são o ânodo (GARNETT; TREAGUST, 1992b) Tabelas de potencial de redução padrão listam os metais em ordem decrescente de reatividade de cima para baixo (GARNETT; TREAGUST, 1992b)
A necessidade de um padrão de meia-célula	A designação de E° para o H_2 (1 M) / H^+ meia-célula padrão não é arbitrária, mas com base na química de H^+ e H_2 (GARNETT; TREAGUST, 1992b) Não é necessária uma meia-célula padrão (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007)
Corrente em uma célula eletroquímica	Os elétrons entram no eletrólito no cátodo, movem-se através do eletrólito e emergem no ânodo (GARNETT; TREAGUST, 1992b) A ponte salina fornece elétrons para completar o circuito (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007) A ponte salina ajuda o fluxo de corrente (elétrons) porque os íons positivos na ponte atraem elétrons de uma meia-célula para a outra célula (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007) Numa célula eletroquímica os ânions e cátions se movem até que a sua concentração em ambas as meias-células seja igual (GARNETT; TREAGUST, 1992b) Os elétrons podem fluir através de soluções aquosas, sem contribuição de íons (SANGER; GREENBOWE, 1997) Íons carregados negativamente constituem apenas uma passagem de corrente no eletrólito e ponte salina (SANGER; GREENBOWE, 1997) Somente íons carregados negativamente constituem o fluxo de corrente no eletrólito e na ponte salina (SANGER; GREENBOWE, 1997) Em uma pilha a ponte salina proporciona elétrons para completar o circuito (CAAMAÑO, 2007; SANGER; GREENBOWE, 1997; LIN et al., 2002; FREIRE et al., 2011).
Ânodo e cátodo em células eletroquímicas	O ânodo está carregado negativamente e por isso atrai cátions. O cátodo é carregado positivamente e por isso atrai ânions (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007) O ânodo está carregado positivamente porque perdeu elétrons. O cátodo está carregado negativamente porque ganhou elétrons (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007) Identificar o anodo e o catodo (SANGER; GREENBOWE, 1997; FREIRE et al., 2011). Identificar o ânodo e o cátodo depende do posicionamento físico das meias-células (SANGER; GREENBOWE, 1997; ACAR; TARHAN, 2007) Os ânodos são carregados negativamente como os ânions (SANGER; GREENBOWE, 1997; ACAR; TARHAN, 2007) Os cátodos são carregados positivamente como os cátions (SANGER;

	GREENBOWE, 1997; ACAR; TARHAN, 2007)
CÉLULAS ELETROLÍTICAS	
Ânodo e cátodo em células eletrolíticas	Numa célula eletrolítica, a polaridade dos terminais da tensão aplicada não tem efeito no local do ânodo e do cátodo (GARNETT; TREAGUST; 1992b; ACAR; TARHAN, 2007)
	Não ocorrerá nenhuma reação na superfície de eletrodos inertes (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007)
	Os processos no ânodo e no cátodo são invertidos em células eletroquímicas e eletrolíticas; em células eletroquímicas ocorre oxidação no ânodo e redução no cátodo, enquanto que em células eletrolíticas ocorre oxidação no cátodo e redução no ânodo (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007)
	A polaridade dos terminais não tem efeito no anodo e no catodo. Na superfície dos eletrodos inertes não ocorre nenhuma reação (CAAMAÑO, 2007; FREIRE et. al., 2011).
Previsão dos produtos de eletrólise e da magnitude da fem aplicada	A água não reage durante a eletrólise de soluções aquosas (GARNETT; TREAGUST, 1992b; ACAR; TARHAN, 2007)
	Quando se preveem reações de células eletrolíticas, as semi-reações de oxidação e redução das tabelas de potencial de redução padrão são invertidas antes de combiná-las (GARNETT; TREAGUST, 1992b)
	A fem prevista para uma célula eletrolítica pode ser positiva (GARNETT; TREAGUST, 1992b)
	Não há associação entre a fem calculada de uma célula eletrolítica e a magnitude da tensão aplicada (GARNETT; TREAGUST, 1992b; CAAMAÑO, 2007, LIN et al., 2002; FREIRE et al., 2011; ACAR; TARHAN, 2007)
	Não há relação entre o potencial da célula e a concentração dos íons (SANGER; GREENBOWE, 1997; FREIRE et al., 2011)
	Os mesmos produtos são produzidos na situação da eletrólise do sal fundido e em solução aquosa (ACAR; TARHAN, 2007)
	Em células eletrolíticas com eletrodos idênticos conectados a bateria, as mesmas reações ocorrerão em cada eletrodo (ACAR; TARHAN, 2007)
	Não é importante quais lados da bateria estão conectados aos eletrodos, uma vez que as mesmas reações ocorrerão nos eletrodos (ACAR; TARHAN, 2007)

Fonte: Disciplina ECQ5717, Reações de oxirredução e seu ensino: conteúdo, dificuldades e possibilidades Carmen Fernandez & Silvia Agostinho, Programa Interunidades Ensino de CiênciasUSP (2015)

Além das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos no conteúdo de eletroquímica, muitas vezes os próprios professores possuem lacunas ou déficits de aprendizagem nesse conteúdo que pode fazer com que o professor evite lecionar tal conteúdo ou que reforce compreensões equivocadas de seus alunos. Os estudos que abordam as concepções de professores sobre esse conteúdo ainda são reduzidos (ÖZKAYA, 2002).

Nesse sentido, Goes, Fernandez e Agostinho (2016) investigaram quais as dificuldades de alguns professores de Química em relação a conceitos considerados fundamentais na eletroquímica e os resultados apontaram para dificuldades mais significativas nos conceitos de eletrodo, célula galvânica, célula eletrolítica e força eletromotriz, de modo que as respostas dos participantes do estudo se limitavam muitas vezes a algoritmos que não contemplavam

explicações dos significados. O estudo permitiu observar a necessidade de iniciativas de formação continuada no conteúdo de eletroquímica para os professores que auxiliem na superação dessas dificuldades e estimule a interação entre professores.

Além dos trabalhos que abordam os equívocos e concepções alternativas de alunos sobre a temática eletroquímica, existem também alguns estudos que envolvem outros aspectos relacionados ao ensino desse conteúdo pelos professores, tais como investigações sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) dos professores acerca da eletroquímica e dos processos de oxirredução; registros sobre as estratégias, recursos didáticos e metodologias como possibilidades para o ensino de eletroquímica, entre outros trabalhos que exploram a temática sob a perspectiva de potencializar o ato de ensinar de alguma forma. Nesse sentido, Goes, Nogueira e Fernandez (2016) realizaram um mapeamento das produções nacionais dos eventos científicos, do período de 2000 a 2014, que utilizam o conteúdo de eletroquímica e reações redox como objeto de investigação, a partir dos anais da Reunião 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). Este estudo revelou que o percentual dos trabalhos com esse enfoque perante os demais é pequeno, mas que especialmente nos últimos anos tem aumentado de maneira bastante expressiva.

Conforme as autoras, os trabalhos abordaram principalmente conteúdos como: corrosão; reações redox; número de oxidação; cinética das reações químicas; pilha; eletrólise; e bateria. Ficaram evidentes que os trabalhos se destinam a explorar principalmente i) experimentos como estratégias para o ensino desse conteúdo; ii) trabalhos que investigaram a compreensão de alunos e/ou professores sobre aspectos da eletroquímica a partir da aplicação de questionários, ou ainda; iii) o uso de sequências didáticas para o ensino de eletroquímica a partir de temáticas ou situações de estudo; iv) a realização de cursos ou oficinas para a formação de professores, com intervenções na formação inicial e também continuada; dentre outros enfoques de menor aparecimento. Vale ressaltar que os trabalhos analisados apresentam propostas de intervenções que utilizam estudos de caso, mapas conceituais, vídeos, jogos, entre outras iniciativas que buscam explorar ações no ensino médio e no ensino superior.

Além dessas constatações nos principais eventos científicos da área de Química, também se observam, principalmente nos últimos dez anos, estudos com o foco no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos relacionados às reações redox nos periódicos que são

referência na área de ensino de Química no Brasil, por exemplo, na Revista Química Nova na Escola (QNEsc).

Goes (2018) realizou um levantamento bastante completo em seu trabalho acerca dos estudos que envolvem as reações redox, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Os resultados revelam que a maior parte dos trabalhos exploram propostas de atividades destinadas a alunos de ensino médio e em menor grau para ensino superior. Mais da metade dos trabalhos exploram práticas experimentais como estratégia e, dentre as temáticas abordadas ressaltam-se as pilhas, as baterias e o fenômenos de corrosão.

Um fato que chama a atenção nos resultados encontrados no levantamento realizado por Goes (2018) é de que alguns trabalhos trazem indícios de que nos cursos de graduação já existem iniciativas que exploram junto a futuros docentes como ensinar as reações redox por meio de diferentes estratégias.

Goes, Nogueira, Fernandez (2018) analisaram detalhadamente as representações das reações redox através das imagens em livros didáticos brasileiros de química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), buscando verificar aspectos da sequência didática do mesmo, a iconicidade, a funcionalidade, dentre outros critérios. Em alguns casos o estudo concluiu que os livros contribuem no reforço de concepções equivocadas sobre a eletroquímica.

Goes (2018) e Arnaud (2019) exploraram as principais dificuldades elencadas na literatura em relação ao conteúdo de eletroquímica e de reações redox, esboçando tabelas que reúnem as principais dificuldades encontradas.

É fato que são inúmeros os trabalhos que envolvem a abordagem acerca do ensino da eletroquímica e muitos deles exploram possibilidades do uso de recursos didáticos diversos, descrevem situações reais de ensino demonstrando bons resultados de aprendizagem, ou relatam dificuldades enfrentadas por professores e/ou estudantes.

Nessa perspectiva, Sartori, Batista e Fatibello-Filho (2008) propõem a realização de um experimento bastante simples e de fácil execução que envolve as reações redox a partir do escurecimento e limpeza de objetos de prata, como brincos e fios de prata.

Sanjuan e colaboradores (2009) discutem o uso da temática maresia para o ensino de eletroquímica a partir de fenômenos cotidianos em regiões litorâneas. Os resultados alcançados com os alunos foram positivos em termos de aprendizagem dos conceitos estudados.

Situação semelhante foi verificada por Fragal e colaboradores (2011) em que, ao desenvolverem uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica e reatividade dos

metais, os autores puderem alcançar resultados relevantes em termos de aprendizado dos estudantes.

Pensando especialmente no processo de ocorrência da corrosão eletroquímica, Matos, Tamaka e Banczek (2013) propuseram uma adaptação ao experimento da gota salina de Evans, que permite a discussão do processo corrosivo ocasionado por reações de oxidação e redução a partir das diferentes colorações observadas na gota conforme as reações redox ocorrem.

Em relação à eletrólise, Sartori e colaboradores (2013) descrevem a construção de uma célula eletrolítica com materiais de baixo custo a fim de realizar experimentos sobre eletrólise e identificar a ocorrência da reação a partir de mudanças de coloração no sistema que utiliza indicador ácido-base feito com repolho roxo.

Diferentemente da maioria dos trabalhos que buscam alternativas experimentais para trabalhar com o ensino da eletroquímica, Pitanga e colaboradores (2014) discutem o enfoque da história da ciência presente nos livros didáticos, analisando cinco livros do ensino médio a fim de verificar essa visão associada ao tema eletroquímica.

Silva e colaboradores (2016) apresentam uma proposta de ensino em eletroquímica que busca aporte nos conceitos de cinética química, como uma abordagem alternativa de ensino. Nesse sentido, os autores relatam sobre a construção de pilhas feitas pelos alunos com laranjas e a mensuração da diferença de potencial em condições distintas.

Klein e Braibante (2017) discutem algumas possibilidades para o ensino do conteúdo de oxirredução a partir de um panorama de como vem sendo desenvolvidas as aulas nesse tema.

Barreto, Batista e Cruz (2017) apresentam uma metodologia diferenciada para abordar o conteúdo de eletroquímica a partir da experimentação, em especial as reações espontâneas e não espontâneas de deposição e eletrodeposição, respectivamente.

Os resultados são corroborados com o trabalho de Carrierio (2018), ao verificar que o uso de metodologias ativas que envolvem estudo de caso e a realização de experimentos nas aulas de eletroquímica promove melhores resultados de aprendizagem com os alunos, bem como desperta o interesse e participação dos mesmos.

Ressalta-se também o trabalho de Pinheiro e Soares (2018) em que exploram o uso da aprendizagem cooperativa no ensino de eletroquímica para alunos do curso de engenharia civil a partir da construção de um robô com kit arduino para detecção da corrosão eletroquímica no concreto armado.

Venturi, Junckes e Oliveira (2019) discutem em seu trabalho alguns dos “pré-conceitos” que alguns licenciandos em química trazem consigo do ensino médio para o ensino superior,

constatando que muitas vezes o ensino ineficaz de seus professores na educação básica faz com que os estudantes cheguem no ensino superior com dificuldades conceituais e com rótulos pré-estabelecidos sobre os conteúdos.

Silva et. al (2019) investigaram em seu trabalho o uso do bafômetro como situação problema para abordar conceitos eletroquímicos junto a estudantes. Os resultados encontrados apontam que os estudantes deram maior ênfase aos aspectos sociais do que o conhecimento científico, que foi abordando de forma mais descritiva, sugerindo que os professores participem mais continuamente de processos formativos para incorporarem o uso de estratégias didáticas diferenciadas na sala de aula.

Rodrigues et. al (2019) exploraram a realização de uma oficina temática pautada nos três momentos pedagógicos, utilizando-se como temática pilhas e baterias, junto a alunos de um curso técnico integrado ao ensino médio. Os resultados apontaram para uma influência positiva desta metodologia no aprendizado dos estudantes.

Silva et. al (2019) também verificaram bons resultados na realização de aulas pautadas na abordagem construtivista que exploraram atividades experimentais sobre pilhas e baterias, comparado os resultados a um grupo controle que teve aulas meramente expositivas.

Diante desse cenário, verifica-se que existem diversas iniciativas que buscam compreender as dificuldades dos estudantes em aprender eletroquímica, bem como a dificuldade dos professores em aprender e ensinar tal conteúdo. Além disso, vários estudos buscam explorar possibilidades e alternativas viáveis para superar essas dificuldades.

Entretanto, nem sempre esses materiais são acessados pelos professores da educação básica, ou quando o são, introduzem levemente novas ideias para as práticas dos docentes, mas que seriam mais significativas se este tivesse um apoio maior para incorporar e explorar as possibilidades apresentadas pelos textos e pesquisas como, por exemplo ao participar de um grupo de formação continuada que subsidie discussões formativas para o professor utilizar essas ideias de maneira criativa e adaptada ao seu contexto escolar.

Cabe ressaltar que o acesso a estes estudos deve ser realizado não como uma solução técnica a ser aplicada pelos professores, mas como um elemento enriquecedor para o repertório docente dos professores, que aliado à reflexão sobre os contextos reais de cada professor podem auxiliar criativamente na superação das dificuldades enfrentadas pelo docente durante o ensino de eletroquímica, a fim de contribuir com seu desenvolvimento profissional.

Perante o exposto, a seguir serão apresentados os objetivos da pesquisa e em seguida os aspectos do percurso metodológico decorrentes no percurso trilhado durante a presente investigação.

4. OBJETIVOS DA PESQUISA

4.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de dois professores de Química sobre eletroquímica, ao participarem de um curso de formação continuada estruturado conforme os princípios da aprendizagem cooperativa.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estruturar e implementar um curso de formação continuada sobre eletroquímica para professores de Química da Educação Básica, com atividades que, a partir da cooperação, estimulem o desenvolvimento do PCK dos professores sobre a eletroquímica.

Analisar o PCK dos professores ao pensarem e trabalharem com a eletroquímica antes e depois de participarem do curso de formação continuada.

Documentar e analisar possíveis relações entre o PCK coletivo (cPCK), o PCK pessoal (pPCK) e o PCK em ação (ePCK) de eletroquímica de dois professores durante e após o curso de formação continuada.

Discutir o uso de cursos de formação continuada para o desenvolvimento do PCK de professores de Química.

5. ASPECTOS DO PERCURSO METODOLÓGICO

5.1 ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE A PESQUISA QUALITATIVA

O método científico na pesquisa surgiu em meio à racionalidade técnica do positivismo, a partir do pensamento humano na busca por compreender a realidade ao seu redor. Para Thiollent (2006), o método científico, que normalmente priorizava informações estritamente quantitativas, não era capaz de fornecer respostas às questões mais subjetivas, advindas do contexto social. Perante as problemáticas constatadas na área da educação, surge a necessidade de uma abordagem mais interpretativa, com métodos próprios, que permita a compreensão do fenômeno em sua singularidade e complexidade.

O debate sobre a investigação na área educacional e os métodos utilizados para tal refletem a existência de diferentes perspectivas conceituais e metodológicas. Nesse sentido, embora todas elas busquem “conhecer a realidade”, duas das principais tendências polarizam a discussão: os modelos de investigação com caráter mais experimental e os modelos hermenêuticos e fenomenológicos que, por vezes, são chamados de qualitativos e ou interpretativos (MORGADO, 2016).

A pesquisa qualitativa vem sendo utilizada no campo educacional com maior frequência nos últimos anos, em especial pelo fato dos estudos nessa área não se preocuparem diretamente com a representatividade numérica em si dos aspectos investigados, mas por buscar profundamente uma compreensão sobre um grupo ou organização social (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Tal fato também se verifica na área de educação, em que há um crescente número de publicações, que discutem principalmente fundamentos teóricos ou metodológicos da pesquisa qualitativa, a fim de explorar novos métodos de investigação para responder questões atuais, inerentes aos problemas encontrados na pesquisa educacional. Esse fato caracteriza o quanto essa abordagem se popularizou entre os pesquisadores (ANDRÉ, 2000).

Embora a pesquisa qualitativa já tenha se consolidado e popularizado no cenário de pesquisa, nem sempre existe clareza acerca de suas características e de seu adequado uso nos múltiplos contextos (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Para Bogdan e Biklen (1982), a pesquisa qualitativa pode ser configurada a partir de cinco características básicas: 1) o ambiente natural da pesquisa é uma fonte direta de dados, obtidos a partir de um contato direto e estreito entre o pesquisador e o ambiente em que ocorre

naturalmente o problema investigado; 2) Os dados coletados descrevem situações, acontecimentos, pessoas, entre outras circunstâncias que podem ser essenciais na compreensão do problema estudado; 3) O foco do estudo está voltado mais para o processo do que para o produto, de tal forma que o pesquisador busca compreender como um determinado problema se manifesta em diferentes situações; 4) Há sempre a tentativa de compreender o significado das coisas a partir da perspectiva dos participantes do estudo; 5) Os dados são analisados normalmente em um processo indutivo que dá origem às abstrações.

De acordo com Duarte (1998), uma característica da pesquisa qualitativa é a de selecionar os dados que são pertinentes na investigação, de modo que sua importância não consiste nos dados por si só, mas no que eles representam em termos do potencial de para onde eles podem levar, ou seja, a amplitude que sua discussão permite.

A pesquisa qualitativa trabalha com um universo de significados, valores, crenças, motivos, aspirações, entre outros aspectos que não podem ser simplificados a uma operacionalização de variáveis, uma vez que nesse tipo de pesquisa se busca responder questões muito particulares, que nem sempre podem ser quantificadas (MINAYO, 2010).

Suassuna (2008) afirma que, na pesquisa qualitativa, as interrogações vão sendo discutidas e apresentadas pelo pesquisador durante o próprio desenvolvimento da investigação, de modo que a formulação e reformulação das hipóteses ocorrem durante a tentativa de compreensão sobre os múltiplos objetos de reflexão e análise. Para André (2000), é durante o processo de pesquisa que as teorias e opções metodológicas vão sendo construídas e reconstruídas em uma abordagem qualitativa. Por isso, exigem-se abertura, flexibilidade e a mobilização de conhecimentos integrados por parte do pesquisador.

Segunda a autora, durante o desenvolvimento da pesquisa qualitativa, o pesquisador questiona os dados coletados e constrói novos conhecimentos a partir deles com base em teorias conhecidas, em um constante trânsito entre a realidade investigada e as teorias que permeiam a discussão, de tal maneira que a preocupação central seja de consolidar e inferir os dados analisados, o que significam e o que podem vir a significar, ao invés de comprovar hipóteses estabelecidas a priori, ou seja, o processo se torna o foco principal ao invés do produto.

A pesquisa qualitativa pode assumir diferentes formas, que variam desde uma análise documental até um estudo exploratório, podendo ser classificada em alguns tipos, dentre os quais se destacam, na área de educação, a pesquisa etnográfica e o estudo de caso, por apresentarem um grande potencial nas investigações de questões no âmbito escolar e seu contexto particular. Nesse sentido, há uma tentativa de alguns pesquisadores organizarem as

produções em catálogos de Teses e Dissertações conforme as temáticas discutidas, as tendências e abordagens utilizadas, as linhas de pesquisa, bem como os instrumentos usados para a coleta de dados, dentre outros aspectos metodológicos da pesquisa na área educacional (NETO, 1990; KRASILCHICK, 1996; PERNAMBUCO, 1985; CARVALHO, 1995).

Scarpa e Marandino (1999), ao analisarem alguns trabalhos na área de educação em ciências, verificaram que, dentre os instrumentos para coleta de dados nas pesquisas qualitativas, são mais populares as entrevistas e os questionários, além da observação também ser utilizada por alguns autores. Além disso, verificou-se que nem sempre é realizada uma discussão teórica sobre a metodologia adotada nas pesquisas, embora este ponto seja fundamental no delineamento do percurso de investigação.

Segundo Stanzani, Obara e Passos (2013) dentre os instrumentos de coleta de dados mais utilizados nas pesquisas qualitativas de maneira geral estão o uso de entrevistas, elaboração de textos e desenhos por parte dos sujeitos, entre outras ferramentas que passam a construir uma nova identidade para essa nova área de investigação.

Morgado (2016) afirma que as técnicas e os instrumentos para a coleta de dados são essenciais no percurso de investigação, uma vez que muitas vezes deles depende a qualidade e o êxito da pesquisa em si.

Schnetzler (2002) afirma que os estudos direcionados à prática dos professores têm trazido importantes contribuições ao sugerir melhorias para o modelo tradicional de formação docente e se configurado como uma das principais linhas de investigação na área. Para a autora, é na prática pedagógica dos professores que se manifestam suas concepções de ensino, de aprendizagem e de conhecimento, bem como suas crenças, sentimentos, compromissos políticos e sociais.

Perante o exposto, o presente estudo pode ser compreendido no âmbito da pesquisa qualitativa, pois se busca compreender mais profundamente um fenômeno complexo inerente à formação de professores, que não pode ser analisado sob o ponto de vista meramente quantitativo, mas que deve ser investigado dentro do contexto em que os sujeitos estão inseridos a partir dos significados construídos por eles.

5.2 O ESTUDO DE CASO: UMA POSSIBILIDADE PARA A INVESTIGAÇÃO

A pesquisa qualitativa é explorada nas mais diversas situações de investigação na área educacional e, especialmente, o uso do estudo de caso vem tendo grande popularização entre os pesquisadores, uma vez que permite ser explorado em uma multiplicidade de situações.

Minayo (2010, p. 12) afirma que:

O objeto de estudo das ciências sociais é histórico. Isto significa que cada sociedade humana existe e se constrói num determinado espaço e se organiza de forma particular e diferente de outras. Por sua vez, todas as que vivenciam a mesma época histórica tem alguns traços comuns, dado o fato de que vivemos num mundo marcado pelo influxo das comunicações. Igualmente, as sociedades vivem o presente marcado por seu passado e é com tais determinações que constroem seu futuro, numa dialética constante entre o que está dado e o que será fruto de seu protagonismo.

Nessa perspectiva, se faz importante que, na área educacional, alguns fenômenos e/ou situações sejam investigados de maneira particular, respeitando a complexidade e singularidade de cada caso. Para tal, o estudo de caso na pesquisa qualitativa surge para propor o estudo de fenômenos em seus contextos naturais, nos quais o investigador busca, de maneira reflexiva, criativa e inovadora, descrever, compreender e interpretar a complexidade do caso estudado, uma vez que ele não tem o controle dos eventos e das variáveis que o compõem (MORGADO, 2016).

Para Yin (2005, p.19):

O estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de se fazer pesquisa em ciências sociais. Experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos (como em estudos de economia) são alguns exemplos de outras maneiras de se realizar pesquisa. Cada estratégia apresenta vantagens e desvantagens próprias, dependendo basicamente de três condições: a) o tipo de questão da pesquisa; b) o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais efetivos; c) o foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos.

O estudo de caso foi grande destaque na área de ensino de Química a partir da transição do caráter fortemente prático e instrumental das pesquisas para um olhar mais qualitativo dos diversos aspectos inerentes à investigação. Para Morgado (2016), o estudo de caso, enquanto estratégia de investigação, tem sido utilizado frequentemente devido aos diversos itinerários de investigação que são possíveis de se delinear a partir deste formato metodológico.

Caracterizar um estudo de caso não é simples, uma vez que ele é utilizado em diferentes áreas como a educação, a medicina e a psicologia. Embora alguns autores considerem todo estudo de caso como qualitativo, algumas situações de estudos de casos realizados na área de casos clínicos ou médicos, de serviço social e direito, não são necessariamente qualitativos.

A origem do estudo de caso, bem como seu significado, é um pouco controversa entre os autores, de modo que existem diferentes posicionamentos que discutem as diversas concepções.

Ludke e André (1986) explicam que o estudo de caso consiste no estudo de um caso, que pode ser simples e específico, ou complexo e abstrato, mas que é bem delimitado e possui contornos claramente definidos. Embora possa haver similaridades entre diversos casos, um caso em si é diferenciado dos demais por possuir um interesse próprio, particular à investigação de uma situação em especial.

Para Lessard-Hébert, Goyette e Boutin (1994) o estudo de caso consiste em uma estratégia de investigação onde se busca analisar, descrever e compreender determinados casos particulares, sejam de indivíduos, grupos ou situações, que permitam ou não encetar comparações com outros casos a fim de buscar possíveis generalizações.

O estudo de caso, na compreensão de Ventura (2007), é uma metodologia que visa a investigação de um caso bem delimitado, com contexto, tempo e lugar bem definidos, a fim de se buscar, de forma circunstanciada, informações sobre um caso específico.

O conhecimento produzido a partir de um estudo de caso é caracteristicamente mais contextualizado e concreto, uma vez que é resultado do estudo de uma situação ou fenômeno específico em que se privilegia a profundidade de análise em detrimento de sua abrangência (MORGADO, 2016).

Na visão de Yin (2005), o estudo de caso consiste em uma maneira de se investigar um tópico ou tema empírico, que pode ser aplicado a múltiplas situações. Segundo este autor, é característico de um estudo de caso que ele esteja situado no contexto da vida real, que as fronteiras entre o fenômeno estudado e o contexto em que ele decorre estejam bem demarcados e que o investigador utilize múltiplas fontes de dados para a interpretação do caso.

Dentre os tipos mais comuns estão aqueles que apresentam foco em uma unidade ou indivíduo, ou aqueles que levam em consideração casos múltiplos que são conduzidos a partir de vários estudos simultâneos, em fenômenos em que diferentes indivíduos e organizações fazem parte. Além dessa classificação dos estudos de caso como único ou múltiplos, propostos por Yin (2005), os estudos de caso podem ser compreendidos em quatro grandes grupos, conforme André (2005): o estudo de caso etnográfico (quando um caso é estudado de maneira profunda a partir da observação participante do pesquisador), o estudo de caso avaliativo (quando um caso ou um conjunto de casos é estudado profundamente com o intuito de auxiliar no julgamento de méritos e valores de políticas, programas ou instituições), o estudo de caso

educacional (quando a preocupação central do pesquisador é a de compreender uma ação educativa em si), ou então o estudo de caso ação (em que há uma busca para contribuir para o desenvolvimento do caso a partir de *feedback*).

Para Ventura (2007) os estudos de caso podem apresentar vantagens, tais como, estimular novas descobertas a partir de sua flexibilidade no planejamento, ou ainda, enfatizar a multiplicidade de dimensões em um problema frente a sua simplicidade procedimental, bem como permitir uma análise profunda dos processos e das relações inerentes à problemática investigada. Ademais, a autora aponta que entre as desvantagens, se destaca a dificuldade em generalizar os resultados obtidos, uma vez que a unidade investigada pode ser bastante atípica em relação às demais unidades semelhantes.

Diante do exposto, a presente pesquisa pode ser entendida como um estudo de caso, uma vez que a partir da imersão nas diversas realidades escolares, se busca compreender o processo formativo de dois professores de Química, bem como a maneira que o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo pode ou não ser desenvolvido.

5.3 CONTEXTO DA COLETA DOS DADOS

O desenvolvimento desta pesquisa se deu em 5 etapas principais. A Etapa 1 contemplou o acompanhamento de aulas de seis professores de Química sobre eletroquímica. Na Etapa 2, foi realizada uma entrevista com os seis professores e análise do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo sobre eletroquímica.

A Etapa 3 consistiu na construção de um curso de formação continuada baseado nos princípios da aprendizagem cooperativa e na realização de encontros para reflexão sobre o ensino e aprendizagem em eletroquímica com aproximadamente 24 professores participantes (frequência variável durante os encontros). Durante a Etapa 3, optou-se por formar um dos grupos com os seis professores que haviam participado da Etapa 1 e Etapa 2, uma vez que naquele momento não se sabia exatamente com quantos destes professores seria possível dar continuidade à pesquisa, com a Etapa 4 e Etapa 5. Além disso, de posse dos dados de como os seis professores pensavam sobre o ensino de eletroquímica e o executavam em suas aulas, o trabalho de acompanhar as discussões e o compartilhamento de ideias durante as atividades do curso de formação continuada seria facilitada e sólida para o pesquisador.

Na Etapa 4, realizou-se novamente o acompanhamento das aulas dos professores de Química sobre eletroquímica depois de participarem do curso de formação continuada. No

entanto, participaram desta etapa apenas três dos seis professores acompanhados inicialmente, sendo que os demais não conseguiram trabalhar com o conteúdo.

A Etapa 5 consistiu na realização de uma nova entrevista com os professores cujas aulas foram acompanhadas após o curso e análise do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo destes professores sobre eletroquímica. Nessa etapa, apenas dois dos três professores acompanhados se dispuseram a realizar a entrevista.

Os dados foram coletados na cidade de Joinville/SC e Araquari/SC, ao longo das cinco etapas, a partir de realização de entrevistas semiestruturadas com os professores de Química sujeitos desta pesquisa, gravação em áudio e vídeo das aulas que foram acompanhadas e dos encontros do curso de formação continuada, aplicação de questionários com os professores durante os encontros do curso e registro em diário de observações do pesquisador tanto das aulas acompanhadas quanto dos encontros no grupo de professores. As etapas do percurso metodológico serão mais bem descritas a seguir.

5.4 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO

A realização da Etapa 1 ocorreu a partir do acompanhamento de aulas de Química de alguns professores da rede pública na cidade de Joinville-SC e Araquari/SC, especialmente as aulas do conteúdo relacionado à eletroquímica.

Cabe ressaltar que, ao iniciar este trabalho, o pesquisador tinha recém-chegado à cidade de Joinville e não tinha contato com muitos professores de Química na cidade para o estabelecimento de parcerias. Por isso, no período de agosto e setembro de 2016, foi feito contato com vinte professores de Química da rede pública da cidade de Joinville-SC, visitando as escolas de ensino médio, de porta em porta, a fim de estabelecer parcerias para a pesquisa. Este contato restringiu-se apenas aos professores que lecionavam em escolas públicas, sem se ater ao fato do professor ser contratado em caráter efetivo ou temporário. Tal escolha se justifica pelo baixo número de professores efetivos nas escolas públicas de Joinville e região.

Vale ressaltar que, inicialmente, não havia um número exato estimado pelo pesquisador de quantos professores idealmente deveriam ser acompanhados, mas o andamento da pesquisa se deu considerando o máximo de professores que aceitassem participar do trabalho, uma vez que, dadas as demais etapas, alguns dados poderiam se perder e o número de professores analisados diminuir.

Nesse sentido, dez professores mostraram-se abertos à parceria com a pesquisa, entretanto, foi possível acompanhar as aulas de apenas 6 destes professores. Os demais não conseguiram trabalhar com o conteúdo de eletroquímica por dificuldades em cumprir o calendário de conteúdos previstos no ano, frente à quantidade de dias letivos, entre outras justificativas como, por exemplo, de não querer mais participar do trabalho.

Assim, na Etapa 1, ocorreu o acompanhamento das aulas de eletroquímica de seis professores, especialmente entre os meses de outubro e dezembro de 2016, tanto no período matutino, como vespertino e noturno. As aulas foram registradas em áudio e vídeo e o pesquisador realizou anotações no diário descrevendo o desenvolvimento das mesmas.

Todos os professores permitiram o acompanhamento de suas aulas (seis professores) e receberam esclarecimentos sobre as diretrizes éticas da pesquisa, bem como os objetivos e ideia geral de nossa investigação, a partir do termo de consentimento livre e esclarecido. Dessa forma, ao assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), os mesmos aceitaram participar de maneira voluntária deste estudo.

Na Etapa 2, também em 2016, os professores foram convidados a participar de uma entrevista em que, individualmente, contaram um pouco sobre suas trajetórias e refletiram acerca do processo de ensino/aprendizagem em eletroquímica, a partir do instrumento CoRe (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004). Optou-se por realizar a aplicação do CoRe (Quadro 3) durante a entrevista semiestruturada, de modo falado, por considerar que, no diálogo, o professor entrevistado ficaria mais à vontade para discorrer sobre os aspectos investigados no CoRe, do que se tivesse que respondê-lo por escrito. Além disso, desta forma, o pesquisador poderia oralmente explorar a ideia dos professores acerca dos processos redox e assim buscar compreender melhor o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo destes professores.

A entrevista foi dividida em duas partes principais, em que, na parte 1 (Quadro 2), buscou-se saber um pouco da trajetória do professor em termos de sua formação inicial e continuada, sua experiência em sala de aula, e principalmente, suas impressões pessoais sobre o ensino e aprendizagem dos conteúdos da eletroquímica.

Quadro 2 - Estrutura da entrevista sobre a trajetória dos professores

PARTE 1 - CONHECENDO O PROFESSOR

- 1 – Qual é seu nome completo?
- 2 – Qual é sua idade?
- 3 – Faz quanto tempo que você leciona?
- 4 – Qual é sua formação acadêmica?
- 5 – Você já participou de cursos de formação continuada? Se sim, quais contribuições você trouxe destes?
- 6 – Você já trabalhou com o ensino do conteúdo de oxirredução?
- 7 – Sua maneira de trabalhar com este conteúdo mudou ao longo do tempo? Explique.
- 8 – Em uma escala de dificuldade, como você classificaria aprender o conteúdo de oxirredução?
- 9 – Em uma escala de dificuldade, como você classificaria ensinar o conteúdo de oxirredução?

Fonte: O autor (2016)

Na parte 2 (Quadro 3) o professor respondeu o CoRe oralmente durante a entrevista com o pesquisador. Para tanto, ao invés de apresentá-lo em forma de tabela o pesquisador foi questionando o entrevistado conforme cada pergunta, levando-o a refletir sobre cada uma das ideias/conceitos. A entrevista foi registrada em áudio digital e seu conteúdo foi transcrito para posterior análise dos dados.

Quadro 3 – Core-Entrevista

PARTE 2 - PCK - CoRe sobre Eletroquímica

- 1 – Aponte as principais ideias e/ou conceitos que você considera ser centrais no conteúdo de eletroquímica.

Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...

Pensando separadamente em cada ideia/conceito elencada acima, responda:

- 2 – Por que é importante para os estudantes aprenderem esta ideia/conceito?

Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...

- 3 – O que mais você sabe sobre esta ideia/conceito?

Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...

- 4 – Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia/conceito?

Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...

- 5 – Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia/conceito?

<p>Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...</p> <p>6 – Que outros fatores influem no ensino dessa ideia/conceito?</p> <p>Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...</p> <p>7 – Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia/conceito?</p> <p>Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...</p> <p>8 – Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia/conceito?</p> <p>Ideia/conceito 1: _____ Ideia/conceito 2: _____ Ideia/conceito 3: _____ ...</p>
--

Fonte: Adaptado de Fernandez (2014a)

A Etapa 3 se deu no ano de 2017, em que durante o primeiro semestre foram realizadas diversas buscas na literatura sobre materiais que apresentavam potencial de serem utilizados em aulas de eletroquímica, a fim de construir os objetos de discussão do curso de formação continuada. Durante este período todos os encontros do curso foram construídos, seguindo os princípios da aprendizagem cooperativa. Ao final do primeiro semestre foi realizada uma divulgação entre os professores de Química da cidade de Joinville e região, especialmente com aqueles seis professores participantes da Etapa 1 e 2 desta pesquisa. Além disso, estabeleceu-se uma parceria com a Gerência Regional de Educação (GERED), que é o órgão que responde localmente pelas escolas estaduais em Joinville, em que os professores participantes do curso teriam direito a abonar o dia de trabalho nos dias em que houvesse encontros do curso de formação continuada, a fim de oferecer um estímulo para que os mesmos participassem. A realização dos encontros do curso está descrita detalhadamente no tópico a seguir.

Por fim, a Etapa 4 foi realizada em 2018, em que foram acompanhadas as aulas de eletroquímica de três dos seis professores observados anteriormente. O número de professores acompanhados diminuiu uma vez que os demais não conseguiram trabalhar com o conteúdo de eletroquímica em 2018. Na Etapa 5, apenas dois dos três professores se prontificaram a participar novamente de uma entrevista em que, individualmente, refletiram acerca do processo de ensino/aprendizagem em eletroquímica, a partir do instrumento CoRe, conforme apresentado anteriormente pelo Quadro 3, bem como sobre alguns aspectos abordados anteriormente na primeira parte da entrevista e outros relacionados ao curso de formação continuada, conforme apresentado no Quadro 4. As perguntas utilizadas nessa entrevista foram pensadas principalmente para possibilitar um confronto entre a visão do professor sobre o ensino

de eletroquímica antes e depois de participar do curso de formação continuada, bem como de buscar indícios do curso que pudessem ter contribuído ou não para o desenvolvimento profissional do professor.

Desta forma, ao final das cinco etapas, foi registrada a participação de apenas dois professores que efetivamente estiveram ao longo de todo o estudo e que serão os sujeitos dessa pesquisa.

Quadro 4 – Entrevista sobre o curso de formação continuada

PARTE 3 - PCK - CoRe sobre Eletroquímica

- 1 – Em uma escala de dificuldade, como você classificaria aprender o conteúdo de oxirredução?
- 2 – Em uma escala de dificuldade, como você classificaria ensinar o conteúdo de oxirredução?
- 3 – Você considera que o curso de formação continuada foi útil para sua formação docente?
- 4 – O que foi mais importante para sua prática docente no curso de formação continuada?
- 5 – Sua maneira de trabalhar com a eletroquímica mudou após o curso de formação continuada? Explique.

Fonte: O autor (2018)

5.5 ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

O curso de formação continuada, correspondente à Etapa 3 desta pesquisa, foi realizado em 2017, intitulado Diálogos em Eletroquímica, no qual foram realizados 3 encontros presenciais com 5 horas de duração cada e outro encontro de 5 horas com atividades à distância. O material do curso foi preparado após um intenso período de pesquisas sobre trabalhos que abordam o ensino de eletroquímica, de modo que, em cada encontro, fossem discutidos materiais com potencial para desenvolver o conhecimento dos professores sobre o assunto, bem como estimular a discussão e a troca de experiências entre os professores.

Os encontros foram estruturados conforme os preceitos da aprendizagem cooperativa, considerando que o potencial dessa metodologia na construção de conhecimentos específicos pudesse também ser aproveitado para a construção de conhecimentos pedagógicos por parte dos professores participantes.

A seguir será descrito mais detalhadamente como ocorreram cada um dos encontros do curso de formação continuada e um pouco sobre os materiais utilizados durante a realização dos mesmos.

No primeiro encontro, inicialmente os professores participaram de uma dinâmica de mobilização para o trabalho cooperativo. Nesse sentido, os participantes foram divididos em

pequenos grupos e deveriam solucionar um problema fictício relacionado à falta d'água enfrentada por todos, pensando na construção de um recipiente a partir dos materiais disponibilizados para capturar o maior volume de água.

A reflexão foi conduzida no sentido de que com a ajuda mútua e o trabalho cooperativo os grupos poderiam construir um único recipiente capaz de capturar um maior volume de água do que se comparado à construção de um recipiente por grupo.

Durante essa dinâmica também foram atribuídos alguns papéis aos integrantes de cada grupo a fim de que os mesmos comesçassem a se familiarizar com a interdependência de papéis no trabalho cooperativo, reafirmando a importância de cada um para a realização da atividade.

Em seguida foram apresentadas aos professores algumas das características da metodologia de aprendizagem cooperativa, seus princípios e resultados, convidando-os a participarem efetivamente das atividades e vivenciarem os benefícios do trabalho cooperativo. Em especial, foi apresentado o funcionamento do método *Jigsaw*, bem como a estrutura dos encontros planejados para o curso de formação continuada.

Após essa explanação os professores foram dispostos em uma meia lua e foram projetadas algumas situações relacionadas ao contexto escolar para que fossem discutidas as condições de ensino de cada professor. A dinâmica funcionou de modo que cada professor recebeu uma placa de SIM e uma de NÃO e, conforme eram apresentadas algumas perguntas, os professores mostravam a placa que melhor expressava sua resposta, conhecendo as respostas dos demais e compartilhando seu contexto com todos.

Dentre as situações discutidas, ressaltam-se: você sempre trabalha com o conteúdo de eletroquímica? Quando trabalha, você sempre o faz com o segundo ano do ensino médio? Você costuma avaliar o aprendizado dos alunos sobre esse conteúdo? Quando o faz, você costuma utilizar diferentes instrumentos de avaliação? Você utiliza algum livro didático para embasar suas aulas sobre eletroquímica? Você costuma diversificar os recursos e estratégias durante as aulas de eletroquímica? Sua escola possui laboratório de química ou ciências? Sua escola possui alguns materiais básicos de laboratório? Sua escola possui um laboratório de informática ou computadores disponíveis para uso? Sua escola possui projetor multimídia disponível para uso? Sua escola possui equipamentos de áudio e vídeo disponíveis para serem utilizados? Você considera difícil trabalhar com a eletroquímica?

Todos os questionamentos supracitados foram utilizados para conhecer melhor a realidade enfrentada pelos professores de um modo geral, especialmente porque o contexto escolar pode influenciar diretamente nas condições de ensino de cada professor como, por

exemplo, ao limitar o uso de um ou outro recurso didático por parte do professor devido às limitações da estrutura escolar. Além disso, essa dinâmica permitiu conhecer de modo geral o pensamento dos professores sobre o ensino de eletroquímica.

Após cada pergunta e os professores levantarem suas placas com as respostas, foi aberto um espaço de discussão coletiva em que os que julgassem necessário pudessem justificar e/ou explicar sobre sua resposta.

No final da discussão foram apresentados alguns dados sobre o ensino de eletroquímica na cidade de Joinville. Esses dados foram coletados durante a elaboração do curso de formação continuada em que foram entrevistados alguns professores de química da cidade de Joinville e tentou-se construir um panorama geral do ensino de eletroquímica nesse contexto.

Na continuidade do curso, deu-se início à atividade principal do primeiro encontro em que os participantes foram divididos em grupos de base (primeira fase do método *Jigsaw*). Em cada grupo foi atribuído um papel específico para cada participante, sendo um porta voz, um mediador, um organizador, 2 redatores e um relator. Esses papéis, além de organizarem melhor o trabalho, reafirmam a importância de cada integrante no grupo para a realização da atividade.

Os professores, em seu grupo de base, receberam uma tabela com 8 dificuldades, equívocos ou concepções alternativas (DECAs) dos estudantes em aulas de eletroquímica conforme estudos na área de ensino de química. Nessa tabela, havia também 4 linhas em branco, que deveriam ser completadas com DECAs oriundas das experiências dos professores participantes do grupo de base. Feito isso, os professores deveriam escolher 6 dentre as 12 DECAs da tabela e responder para cada uma delas: a) Essa dificuldade já foi observada por vocês durante as aulas de eletroquímica? De que maneira vocês conseguiram identificá-la durante as aulas? b) Como vocês lidam, ou lidaram, com essas situações? c) De que maneira essa dificuldade pode ser superada na sala de aula, ou como o professor pode evitar que ela apareça durante suas aulas de eletroquímica? Proponha atividades.

O Quadro 5 sintetiza as principais atividades realizadas no primeiro encontro do curso.

Quadro 5 - Atividades realizadas no primeiro encontro do curso de formação continuada

PRIMEIRO ENCONTRO – CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA	
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
1	Dinâmica de mobilização para o trabalho cooperativo – Discussão/Reflexão
2	Apresentação da metodologia de aprendizagem cooperativa e funcionamento do método <i>Jigsaw</i>
3	Discussão sobre o contexto dos professores e o cenário local acerca do ensino de eletroquímica
4	Primeira fase do método <i>Jigsaw</i> : Divisão dos grupos de base e atribuição de papéis
5	Atividade nos grupos de base: Discussão sobre as dificuldades, equívocos e concepções alternativas dos estudantes em eletroquímica – traçando possíveis caminhos

Fonte: O autor (2017)

Entre o primeiro e o segundo encontro, os professores realizaram atividades à distância, com a leitura de um texto (CARMEL e PACCA, 2011) que discutia sobre as dificuldades dos estudantes em eletroquímica. Individualmente, cada professor fez uma tarefa em um ambiente virtual de aprendizagem, em que escreveram quais aspectos mais chamaram a atenção na leitura do texto e também apontaram 2 DECAs que seus alunos apresentam ou já apresentaram nas aulas de eletroquímica e, para uma das DECAs apontadas, de que maneira atuou para superar essa dificuldade em sala de aula ou de que forma organizaria sua aula para evitar que ela fosse constatada em sua turma.

No segundo encontro, os professores foram realocados em grupos de especialistas (segunda fase do método *Jigsaw*), sendo que cada grupo vivenciou a realização de atividades distintas e a formação de cada grupo de especialistas considerou a participação de integrantes de todos os grupos de base. Os grupos de especialistas foram organizados com a proposição de diversas atividades que poderiam ou não ser utilizadas em sala de aula para o ensino de eletroquímica, especialmente sobre a) fenômenos de oxidação e redução/ número de oxidação; b) potenciais de redução e diferença de potencial; c) funcionamento das pilhas e baterias fonte; d) representações das pilhas e e) eletrólise Essa dinâmica de interdependência entre os grupos exige que o compartilhamento dos participantes ao retornarem aos seus grupos de base seja a única maneira para que todos aprendam e conheçam todas as atividades propostas. O principal objetivo das atividades propostas nos grupos de especialistas foi o de possibilitar um ambiente

de reflexão e discussão entre os professores sobre as possibilidades de ensinar e/ou avaliar o aprendizado em eletroquímica. Os professores foram orientados a analisar a viabilidade das atividades apresentadas para seu contexto real de trabalho pensando sobre possíveis adaptações, potencialidades e limitações dos recursos e estratégias apresentadas. Além disso, os professores deveriam pensar se o trabalho com tais atividades poderia auxiliar na superação das DECAs dos alunos no aprendizado sobre eletroquímica discutidas no primeiro encontro.

O primeiro grupo de especialistas (Grupo A) iniciou suas atividades com a realização de um experimento em que colocaram uma espiral feita com fio de cobre em uma solução aquosa de nitrato de prata (AgNO_3) e observaram, após alguns instantes, a formação de cristais de prata sobre a espiral e a solução tornar-se azulada.

Depois disso, o Grupo A também realizou outra atividade experimental em que deixaram um pedaço de palha de aço por alguns instantes dentro de uma solução aquosa de sulfato de cobre (CuSO_4), e puderam verificar a solução perder sua coloração azulada depois de um tempo e a palha de aço ficar levemente alaranjada em sua superfície.

Na sequência, o grupo realizou a leitura de um trecho do livro Química Geral em Quadrinhos (GONICK e CRIDDLE, 2013) que versa sobre os processos de oxidação e redução, em que são abordados, por meio de vários quadrinhos, os conceitos principais deste conteúdo.

Então, o grupo assistiu um vídeo em que um professor explora o uso de música/paródia para ensinar sobre eletroquímica. O vídeo intitulado “Rap da Pilha”, do professor Silvio Predis, está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=c-BR2WqXfAQ>.

Na continuidade, o grupo conheceu o jogo QUIMICO-Nox e os integrantes puderam vivenciar um pouco de seu funcionamento. Trata-se de um jogo análogo ao jogo de “Mico”, formado por 25 cartas (12 pares e 1 mico) e 1 encarte com as regras gerais para calcular número de oxidação. As cartas possuem a fórmula química de diversas substâncias, sendo que na fórmula um dos elementos é ressaltado em vermelho (para que os jogadores descubram seu número de oxidação). Além disso, nas cartas também é apresentado o nome da substância e sua utilização usual. O objetivo do jogo é de que os integrantes formem pares (número de oxidação em uma carta e elemento/espécie com o referido número de oxidação).

Por fim, o Grupo A realizou um experimento de cobreação de uma chave metálica utilizando uma solução aquosa de sulfato de cobre (CuSO_4) e uma bateria, observando a mudança de coloração por meio da deposição de cobre metálico sobre a chave por meio da eletrólise.

O segundo grupo de especialistas (Grupo B) realizou, como primeira atividade, a leitura de um recorte do livro Química Geral em Quadrinhos (GONICK e CRIDDLE, 2013) em que se discutia sobre potencial, potencial padrão de redução, diferença de potencial, e a construção da tabela de potenciais.

Depois disso, o Grupo B realizou uma atividade experimental em que utilizaram placas de alumínio, parafuso zincado e fios de cobre juntamente com frutas e legumes (limão, maxixe, cenoura, maçã, etc.), mediram a tensão separadamente com um multímetro e depois fizeram conexões em série para ligarem uma calculadora.

Na sequência, foi feito outro experimento, utilizando uma latinha de alumínio lixada previamente, solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) e um bastão feito com fios de cobre enrolados em um papel toalha. O bastão, inserido dentro da lata com a solução de cloreto de sódio, tinha uma ponta sobrando para fora, que foi conectada no multímetro e a própria lata foi conectada na outra extremidade do multímetro a fim de verificar a tensão no sistema.

Por fim, o grupo realizou a leitura de um mangá do Projeto Sigma-Pi, em que a história explora o cotidiano de um grupo de alunos no laboratório de química, que recebem presentes do orientador no final de ano: um aluno ganha um béquer, outro um pouco de solução aquosa de nitrato de prata (AgNO_3) e, outro, uma árvorezinha feita com cobre. O orientador lança o desafio de que aqueles presentes deveriam tornar-se um só. No decorrer da história, os alunos discutem vários caminhos e pensam sobre aspectos da eletroquímica, de modo que, ao final, juntam seus presentes e conseguem obter uma linda árvore de natal feita com cristais de prata.

O terceiro grupo de especialistas (Grupo C) iniciou seus trabalhos realizando uma atividade experimental em que montaram uma bateria utilizando várias rodela de batata doce, algumas arruelas de zinco e algumas moedas de cobre. Após empilharem vários sistemas feitos com esses materiais ligados em série, o grupo utilizou alguns LEDs para testar se havia energia suficiente para fazê-los acender.

Depois disso, também foi realizado pelo grupo outro experimento de montagem de uma bateria, mas utilizando forminhas de gelo, parafuso zincado, fios de cobre e solução de cloreto de sódio (NaCl). O teste com os LEDs foi novamente realizado após a construção da bateria com vários compartimentos na forminha de gelo.

Na sequência, os integrantes do grupo assistiram um trecho do nono episódio da série “Breaking Bad”, em que os personagens Walter White e Jesse Pinkman se envolvem em um problema ao ficarem sem bateria no veículo e encontram como alternativa a construção de uma

bateria caseira utilizando materiais que tinham a sua disposição e, com isso, geraram eletricidade suficiente para que seu furgão voltasse a funcionar.

Por fim, o grupo C conheceu o simulador “Pilha de Daniell”, um objeto educacional disponibilizado pelo Ministério da Educação (MEC) que simula a montagem de uma pilha formada por duas placas metálicas, uma ponte salina, dois béqueres com soluções, um fio externo conectado a uma lâmpada e também um multímetro usado para medir a tensão conforme o par metálico utilizado. No simulador, é possível escolher quais metais serão utilizados no esquema e, com isso, verificar se ocorrerá a reação, qual será a diferença de potencial, bem como o sentido do fluxo de elétrons.

O quarto grupo de especialistas (Grupo D) iniciou seus estudos recebendo diferentes imagens/ilustrações de pilhas como, por exemplo, uma pilha de Daniell com o uso de ponte salina e outra apenas com uma membrana semipermeável, outra imagem com várias moedas de cobre e arruelas de zinco empilhadas e separadas por pedaços de papel toalha umedecido com solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl), outra representação de pilhas comerciais como as pilhas comuns e as pilhas de mercúrio. O grupo discutiu, nessa atividade, o potencial e a limitação dessas imagens e representações para o aprendizado dos estudantes em eletroquímica, refletindo sobre se os alunos seriam capazes de transpor a interpretação dos fenômenos redox de uma representação para outra.

Na continuidade, o grupo realizou a leitura de um recorte de uma das edições dos mangás do Projeto Sigma-Pi, em que os personagens discutiam sobre o funcionamento das pilhas e o desenvolvimento histórico de sua construção desde as ideias de Volta.

Depois disso, conheceram um cartaz da editora Moderna em que são dadas explicações sobre o funcionamento de uma pilha comercial em que, a partir de cortes transversais, é possível verificar a representação dos componentes internos da pilha e, com isso, reconhecer as reações que ocorrem, identificar o ânodo e o cátodo, bem como o fluxo de elétrons. Os integrantes do Grupo C discutiram sobre a significação e a transposição dos aprendizados dos estudantes sobre o funcionamento de uma pilha comercial a partir do modelo da Pilha de Daniell, que não é uma representação familiar para eles.

Por fim, o grupo conheceu um modelo físico de pilha, intitulado “Payovac”, construído pelo proponente do curso de formação continuada utilizando materiais alternativos como espuma, tampa plástica e canos de PVC, que permite que o professor explore os componentes de uma pilha comercial junto aos seus alunos, desmontando as partes da pilha, sem necessitar de uma pilha de verdade que pode oferecer algum tipo de risco aos alunos.

O Quadro 6 sintetiza as principais atividades realizadas no segundo encontro do curso.

Quadro 6 - Atividades realizadas no segundo encontro do curso de formação continuada

SEGUNDO ENCONTRO – CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA		
GRUPO	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
-	6	Segunda fase do método Jigsaw: Divisão dos grupos de especialistas – Atividades nos grupos de especialistas
A	7	Experimento do fio de cobre na solução aquosa de AgNO_3
	8	Experimento da palha de aço na solução aquosa de CuSO_4
	9	Leitura do trecho do livro Química Geral em Quadrinhos – oxidação e redução
	10	Vídeo “Rap da pilha”
	11	Jogo QUIMICO-Nox
	12	Cobreação de uma chave metálica – Eletrólise
B	13	Leitura do trecho do livro Química Geral em Quadrinhos – Potenciais de redução e diferença de potencial
	14	Experimento com frutas e legumes
	15	Experimento com latinha de alumínio
	16	Leitura do Mangá do Projeto Sigma-Pi – Árvore de prata
C	17	Experimento bateria com batata doce
	18	Experimento bateria com forminha de gelo
	19	Trecho da série “Breaking Bad”
	20	Objeto educacional - Simulador Pilha de Daniell
D	21	Imagens e ilustrações sobre as pilhas
	22	Leitura do Mangá do Projeto Sigma-Pi – Sobre as pilhas
	23	Cartaz “Representação de uma pilha comercial”
	24	Modelo físico da pilha “Payovac”

Fonte: O autor (2017)

No terceiro encontro, os professores foram realocados de volta em seus grupos de base (terceira fase do método *Jigsaw*) e cada integrante do grupo relatou aos demais as atividades vivenciadas em seu grupo de especialistas, bem como as discussões que realizaram durante cada atividade, compartilhando os conhecimentos construídos durante essa etapa.

Os grupos foram orientados a discutirem nos grupos de base as DECAs elencadas por eles no primeiro encontro a fim de refletirem sobre possíveis contribuições das atividades

vivenciadas nos grupos de especialistas para a superação das DECAs dos estudantes em eletroquímica.

Após o compartilhamento, os relatores de cada grupo de base fizeram uma exposição geral sobre como se deu a discussão em seu grupo apontando as principais contribuições e vivências dos integrantes.

Na continuidade, os grupos de base participaram de uma atividade de planejar uma sequência de ensino sobre eletroquímica, considerando as experiências individuais de cada integrante do grupo e seu repertório docente, bem como as atividades conhecidas pelos professores no curso de formação continuada consideradas úteis para a utilização em sala de aula.

As sequências de ensino deveriam contemplar a proposta de cada aula, explicitando para cada uma delas: a) objetivo da aula, b) pré-requisitos necessários aos alunos (se houver); c) descrição do desenvolvimento da aula; d) conteúdos explorados na aula; e) avaliação (se houver).

Para a construção da proposta de sequência de ensino, os professores tiveram a sua disposição todos os roteiros dos materiais utilizados durante os encontros do curso de formação continuada, bem como um computador com internet caso precisassem realizar pesquisas.

Após a elaboração das propostas de sequências de ensino, os participantes realizaram o processamento grupal apontando as ações que poderiam ter sido melhores no grupo e aquelas que foram consideradas positivas.

Além disso, os professores responderam individualmente, de forma anônima um questionário de avaliação do curso, conforme o Quadro 7. Esse questionário também buscou conhecer algumas impressões gerais dos professores para iniciativas futuras e trazer *feedbacks* sobre a participação dos mesmos no curso.

Ao final deste encontro, foram sorteados alguns “kit eletroquímica” construídos pelo proponente do curso, no qual havia materiais úteis para a realização de atividades durante o ensino de eletroquímica, tais como placas de metais, sais para o preparo de soluções, cartazes, modelo físico da pilha, entre outros. Essa iniciativa tinha o intuito de instrumentalizar alguns professores que talvez não tivessem condições de explorar algumas das atividades, especialmente aquelas experimentais, discutidas durante os encontros do curso.

Quadro 7 - Questionário de avaliação final do curso de formação continuada.

1 – Você gostou dos encontros do curso?

☐ SIM ☐ NÃO

2 – De quantos encontros você participou?

☐ Apenas 1 ☐ 2 encontros ☐ 3 encontros

3 – Você considera que os assuntos discutidos contribuíram para seu aperfeiçoamento e desenvolvimento profissional?

☐ SIM ☐ NÃO

4 – Você aprendeu algo ao participar dos encontros do curso?

☐ SIM ☐ NÃO

5 – Você participou das atividades de modo a contribuir efetivamente com seu grupo (grupo de base e grupo de especialistas)?

☐ Sim, tanto no grupo de base como no de especialistas

☐ Sim, apenas no grupo base

☐ Sim, apenas no grupo de especialistas

☐ Não

6 - Você considera a metodologia usada (especialmente o método *Jigsaw*) adequada para um curso de formação continuada?

☐ SIM ☐ NÃO

7 - Você participaria novamente de um curso de formação continuada como esse?

☐ SIM ☐ NÃO

8 – O que você mudaria nos encontros que participou?

9 – Do que você mais gostou e menos gostou nos encontros?

10 - O que você poderia apontar como maior contribuição do curso para seu desenvolvimento enquanto professor?

11 – Qual foi sua maior dificuldade durante os encontros?

12 – Deixe um comentário, dando sugestões para melhorias futuras, sugira temas para próximas formações continuadas ou o que achar relevante.

Fonte: O autor (2017)

De maneira geral, o Quadro 8 sintetiza as principais atividades realizadas no terceiro encontro do curso.

Quadro 8 - Atividades realizadas no terceiro encontro do curso de formação continuada

TERCEIRO ENCONTRO – CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA	
ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
25	Terceira fase do método <i>Jigsaw</i> : Retorno aos grupos de base – Relato das atividades vivenciadas nos grupos de especialistas e compartilhamento dos aprendizados
26	Elaboração de uma sequência de ensino sobre eletroquímica nos grupos de base
27	Processamento grupal e avaliação final do curso
28	Distribuição dos kits eletroquímica
29	Finalização do curso

Fonte: O autor (2017)

5.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados ao longo das 5 etapas da pesquisa foram reorganizados, de modo que os dados de cada sujeito investigado foram colocados em ordem cronológica, da primeira a quinta etapa, para posteriormente dar início à análise dos mesmos. Assim, os registros escritos, advindos do diário do pesquisador, das aulas acompanhadas em 2016 e em 2018, e as respostas dos professores às questões das entrevistas e atividades realizadas no curso de formação continuada, representaram a principal fonte de dados utilizada na análise. Os registros em imagens foram utilizados para corroborar com a apresentação e discussão dos dados analisados e os registros em áudio e vídeo foram utilizados como consulta em alguns momentos e, quando necessário, as falas foram transcritas na íntegra.

Então, os registros escritos passaram pelo procedimento da análise de conteúdo, conforme Bardin (2004) propõe, em que sistematicamente são analisados os conteúdos das comunicações que permitem fazer inferências a indicadores quantitativos ou não.

Na análise de conteúdo, utilizaram-se os componentes da base de conhecimentos profissionais e do conhecimento profissional específico de um tópico, apresentados no Modelo Consensual (CM) do PCK, para serem os indicadores dos registros, ou seja, buscou-se identificar, em todos os registros, evidências sobre a) conhecimento da avaliação; b) conhecimento pedagógico; c) conhecimento do conteúdo; d) conhecimento dos alunos; e) conhecimento curricular; f) conhecimento das estratégias instrucionais; g) conhecimento da representação do conteúdo; h) conhecimento da compreensão dos alunos; i) conhecimento das práticas científicas; e j) conhecimento das maneiras de pensar. As categorias foram definidas a

priori a partir dos três domínios do PCK apresentados no Modelo Consensual Refinado (RCM): a) PCK coletivo (cPCK); b) PCK pessoal (pPCK) e PCK em ação (ePCK).

Desta maneira, a análise e discussão dos resultados se basearam no agrupamento e interpretação dos conhecimentos elencados acima de a) a j) dentro das três categorias relacionadas ao cPCK; pPCK e ePCK.

Foram utilizados dois modelos para essa discussão, pois considera-se que sejam complementares em alguns aspectos. O RCM é um modelo mais atual, que traz um dinamismo para a discussão a partir dos diferentes domínios de PCK e considera os conhecimentos do professor em dimensões diferentes; mas o mesmo não deixa claro quais são os componentes desse PCK, dificultando neste aspecto o trabalho do analista e exigindo que o mesmo crie algum critério ou se baseie na ideia de outros modelos que exploram quais conhecimentos fazem parte deste PCK. Neste sentido, o CM, embora seja um modelo anterior ao RCM, também é relativamente recente, foi produto de um consenso entre estudiosos da área e permite ao analista buscar compreender o PCK de um professor a partir dos indícios de cada conhecimento básico e/ou específico declarado e/ou mobilizado por ele.

Além disso, a presente pesquisa encontra-se temporalmente no momento de transição do CM para o RCM, uma vez que o RCM foi apresentado e divulgado para a comunidade científica bem recentemente e, por isso, nos pareceu pertinente incluir os novos aspectos trazidos por esse modelo, sem perder de vista o que já estava sendo realizado em nosso estudo com o CM.

Na primeira etapa da análise do conteúdo, chamada de pré-análise, todo o material foi organizado pensando em sua operacionalização. Inicialmente, foram separados os materiais referentes aos professores que participaram de todos os passos realizados durante a pesquisa, ou seja, acompanhamento de aulas em 2016, entrevista em 2016, participação nos encontros do curso de formação continuada em 2017, acompanhamento de aulas em 2018 e entrevista em 2018. Embora inicialmente o trabalho tivesse sido iniciado com seis professores, apenas dois professores atenderam ao critério supracitado.

Os dois professores foram identificados pelo código P, seguido de um índice numérico (1 e 2) atribuído conforme a ordem cronológica de parceria feita com os mesmos, a fim de preservar suas identidades.

Durante essa organização do material, realizou-se uma leitura flutuante e a determinação de indicadores nos manifestos escritos que auxiliariam o agrupamento dos manifestos na etapa seguinte.

Nesse trabalho, foram utilizados como indicadores os próprios conhecimentos que constituem a base de conhecimentos profissionais do professor (a - conhecimento da avaliação; b - conhecimento pedagógico; c - conhecimento do conteúdo; d - conhecimento dos alunos; e - conhecimento curricular) e os conhecimentos profissionais específicos de um tópico (f - conhecimento das estratégias instrucionais; g - conhecimento da representação do conteúdo; h - conhecimento da compreensão dos alunos; i - conhecimento das práticas científicas; e j - conhecimento das maneiras de pensar), apresentados no Modelo Consensual (CM) do PCK.

Os indícios de cada conhecimento citado acima foram identificados nos registros escritos e estão ressaltados nesse texto com um grifo, para ressaltar qual relação se verificou entre o manifesto pelo professor com o referido conhecimento atribuído pelo indicador. Vale ressaltar que em alguns momentos foram verificados mais de um dos conhecimentos dentro de um mesmo trecho de resposta ou descrição de aula, uma vez que, dada a complexidade e subjetividade desse tipo de análise, dificilmente um professor irá mobilizar cada conhecimento separadamente. Nestes casos, foram atribuídos mais de um indicador, conforme os conhecimentos verificados. Para exemplificar isso, em uma situação hipotética em que um professor comenta, durante uma entrevista, que considera ser mais eficaz a realização de exercícios em sala de aula junto com seus alunos por perceber que eles sempre apresentam dificuldades em identificar o ânodo e o cátodo, é possível considerar neste trecho seu conhecimento das estratégias instrucionais (a realização de exercícios) e seu conhecimento da compreensão dos alunos (referente as dificuldades de seus alunos) e, desta forma, seriam atribuídos dois indicadores (conhecimento das estratégias instrucionais, e conhecimento da compreensão dos alunos).

A partir da atribuição desses indicadores, na segunda etapa, os mesmos foram organizados nas três categorias estabelecidas a priori conforme os domínios do PCK apresentados no Modelo Consensual Refinado (RCM), a saber: a) foram, classificando os registros em categorias, que já estavam pré-estabelecidas conforme os domínios do PCK apresentados pelo Modelo Consensual Refinado (RCM), a saber: a) PCK coletivo (cPCK); b) PCK pessoal (pPCK) e PCK em ação (ePCK). Assim, as categorias levaram em consideração a identificação dos conhecimentos nos registros escritos em cada uma das dimensões do PCK e, neste trabalho, serão discutidas da seguinte maneira: 1) O ensino de eletroquímica na perspectiva do coletivo – o curso de formação continuada e a construção do cPCK; 2) Análise do pensamento de P e seu pPCK; 3) Análise das aulas de P e seu ePCK.

Por fim, na terceira etapa, foram construídas as interpretações e discussões referentes ao tratamento dos resultados obtidos nas etapas anteriores. Nesse sentido, cada categoria foi discutida separadamente a partir dos dados verificados para cada um dos dois professores investigados e, ao final, foi realizada uma reflexão geral para cada um deles em que se buscou trazer aspectos gerais relacionados aos três domínios.

Cabe ressaltar que a análise de conteúdo tem sua proposta pautada na objetividade das etapas que a caracterizam, mas a mesma não deve ser encarada como um modelo rígido, mas que permite a riqueza da subjetividade (MOZZATO E GRZYBOVSKI, 2011).

Ademais, alguns resultados também foram interpretados de forma mais descritiva, trazendo aspectos qualitativos e/ou quantitativos gerais, principalmente naqueles que não estavam diretamente relacionados aos conhecimentos utilizados como indicadores, mas que, mesmo assim, poderiam trazer contribuições à discussão.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DO COLETIVO – O CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA E A CONSTRUÇÃO DO cPCK

A construção de um cPCK envolveu duas dimensões diferentes. A primeira dimensão é representada pelos materiais produzidos para estruturar o curso de formação continuada (as atividades, os questionamentos, etc.) que tiveram como motivação a possibilidade de levar os professores a desenvolverem seus PCKs em eletroquímica e que foram baseados em pesquisas e trabalhos relevantes neste tópico dentro do cenário do ensino de química, ou seja, nessa dimensão considerou-se a literatura atual da área de ensino de eletroquímica e os consensos que coexistem nos grupos que compõem essa área, dando origem a um cPCK que pode ser entendido como um PCK canônico. A segunda dimensão, é resultado da interação entre os próprios professores participantes do curso que, ao compartilharem suas experiências e participarem das atividades propostas durante os encontros, chegaram a opiniões e caminhos consensuais, seja em seu pequeno grupo ou coletivamente com todos os participantes, originando um construto que pode ser entendido como um PCK coletivo local. Ou seja, é um PCK que representa esse grupo de pessoas, nessa situação específica, sobre o ensino de eletroquímica.

Para discutir sobre esse cPCK local, serão apresentados os resultados obtidos em cada um dos encontros realizados durante o curso de formação continuada, bem como as motivações das atividades realizadas nos encontros.

No primeiro encontro, os professores inicialmente participaram de uma dinâmica de mobilização para o trabalho cooperativo. Para tanto, os 24 professores presentes nesse encontro foram divididos em 5 pequenos grupos e uma situação problema lhes foi apresentada: todos faziam parte de um povoado que sofria com a falta d'água e, sabendo que em breve haveria precipitação de chuva, seria necessário construir um recipiente capaz de captar o maior volume de água possível, pois não se sabia quando choveria novamente. Cada grupo tinha à sua disposição os seguintes materiais: fita adesiva, régua, um pedaço de papel cartão e tesoura.

Durante alguns minutos os professores discutiram em seu grupo qual seria a melhor forma do recipiente a ser construído, anotando as medidas de cada forma e tentando calcular o volume aproximado de água que poderia ser coletada com cada forma proposta. Depois disso, o relator de cada grupo expôs aos demais como se deu o trabalho no grupo e qual solução

encontraram. A Figura 8 representa esse momento. Os recipientes construídos por alguns grupos estão circulados em vermelho.

Figura 8 - Exposição dos relatores e discussão sobre a dinâmica para o trabalho cooperativo

Fonte: O autor (2017)

Todos os grupos chegaram a soluções parecidas para a situação problema: a construção de uma “caixa”, sendo que algumas eram mais altas e outras mais baixas a fim de maximizar a coleta devido ao aumento da superfície de contato com a chuva, caso chovesse por pouco tempo. Alguns grupos criaram caixinhas menores com as sobras advindas dos cortes que fizeram no cartão para a construção da caixa maior. Um grupo criou um cone que, segundo eles, auxiliaria direcionando a chuva coletada para a caixa em que armazenariam a água da chuva.

Após a exposição dos relatores e a discussão coletiva sobre as várias caixas construídas pelos grupos foi apresentado aos professores o volume total de água armazenada, somando os volumes individuais dos recipientes construídos pelos grupos, e depois, o volume total de água que poderia ser armazenada caso os grupos tivessem pensado em construir uma única caixa maior, utilizando o cartão recebido por cada grupo como cada uma das faces da caixa.

Os professores se mostraram espantados por não terem pensado em juntar os materiais dos 5 grupos para construir um único recipiente, já que “todos” faziam parte de um mesmo povoado e a falta d’água era um problema comum enfrentado por todos. O volume de água que poderia ser coletado com a construção de uma única caixa maior era bastante maior do que o volume total da soma dos volumes dos recipientes construídos pelos grupos.

Nesse sentido, discutiu-se com os professores como normalmente as pessoas não estão acostumadas a pensar de forma cooperativa, a fim de se buscar um objetivo e um benefício que seja comum a todos. A reflexão sobre a dinâmica tinha exatamente esse intuito, de mobilizar os

participantes acerca da importância do trabalho em grupo e de que os resultados do trabalho pautado na cooperação podem ser melhores do que quando se trabalha sozinho ou de forma descompromissada no grupo.

A partir dessa reflexão, foram apresentados aos professores os preceitos da metodologia de aprendizagem cooperativa (interdependência positiva, responsabilidade individual, interação face a face, habilidades sociais, e processamento grupal), suas características principais e alguns resultados de seu uso na promoção de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades interpessoais, segundo a literatura. Então, os professores foram convidados a estarem abertos e comprometidos nos trabalhos que seriam realizados nos encontros do curso de formação continuada, para que eles mesmos pudessem experimentar os benefícios do trabalho realizado cooperativamente.

Após essa explanação, explicou-se aos professores o funcionamento do método *Jigsaw* e foi apresentado a eles como funcionariam os encontros do curso de formação continuada, bem como uma ideia geral do que seria abordado em cada um deles.

Na continuidade, foi realizada uma outra dinâmica com os professores, em que os mesmos foram dispostos em meia lua e cada um recebeu uma placa de SIM e uma placa de NÃO. Nos slides foram apresentadas algumas situações que levavam em conta aspectos do ensino de eletroquímica e o contexto dos professores, a partir de uma pergunta, e todos os professores deveriam respondê-las levantando uma de suas plaquinhas. Abriu-se um espaço de discussão para os que quisessem debater sobre sua resposta, argumentando melhor sobre a realidade de sua escola. A Figura 9 representa alguns destes momentos de discussão.

Figura 9 - Discussão sobre o contexto dos professores e o ensino de eletroquímica

Fonte: O autor (2017)

As perguntas utilizadas foram: você sempre trabalha com o conteúdo de eletroquímica? Quando trabalha, você sempre o faz com o segundo ano do ensino médio? Você costuma avaliar

o aprendizado dos alunos sobre esse conteúdo? Quando o faz, você costuma utilizar diferentes instrumentos de avaliação? Você utiliza algum livro didático para embasar suas aulas sobre eletroquímica? Você costuma diversificar os recursos e estratégias durante as aulas de eletroquímica? Sua escola possui laboratório de química ou ciências? Sua escola alguns materiais básicos de laboratório? Sua escola possui um laboratório de informática ou computadores disponíveis para uso? Sua escola possui projetor multimídia disponível para uso? Sua escola possui equipamentos de áudio e vídeo para serem utilizados? Você considera difícil trabalhar com a eletroquímica?

Em relação à pergunta “Você sempre trabalha com o conteúdo de eletroquímica?”, a maioria dos professores afirmou que nem sempre consegue trabalhar com o conteúdo de eletroquímica. Alguns argumentaram que a quantidade de conteúdo é muito grande em relação à quantidade de aulas disponíveis ao longo do ano, que é pequena. Outros professores complementaram que este assunto normalmente fica para ser trabalhado no final do ano e, com pouco tempo disponível, juntamente com as dificuldades que os próprios alunos apresentam nos conteúdos anteriores, dificilmente conseguem chegar ao assunto de eletroquímica. Uma professora disse que sempre conseguiu trabalhar com esse assunto, mas que a diferença estava na forma que iria trabalhar e na profundidade com que abordaria o assunto, de acordo com o tempo que teria disponível para tal.

De fato, a literatura aponta para o fato de que muitos professores deixam de abordar a eletroquímica em suas aulas, devido à falta de tempo durante o ano letivo e também a pouca familiaridade que esses professores possuem com o assunto em questão. Acreditamos que essa tensão entre a quantidade de tempo e conteúdo, enfrentada pelos professores, pode ser superada a partir de um estudo em conjunto com outros professores que permita o docente analisar em que profundidade deverá abordar cada assunto, bem como possa se sentir mais seguro para ensinar cada assunto em sala de aula a partir do compartilhamento de experiências e repertórios docentes entre os pares.

Sobre a pergunta “Quando trabalha, você sempre o faz com o segundo ano do ensino médio?”, a maioria afirmou que quando trabalha com esse conteúdo, o faz com alunos de segundo ano, e sempre no final do ano letivo. Nenhum professor afirmou ter experimentado adiantar o conteúdo e não o deixar para o final. Apenas 2 professoras afirmaram trabalhar eletroquímica com alunos do terceiro ano. Segundo elas, esse fato ocorre pois o livro didático adotado na escola trazia essa proposta e elas seguiam essa organização do conteúdo do livro.

Ao refletirem sobre os questionamentos “Você costuma avaliar o aprendizado dos alunos sobre esse conteúdo? Quando o faz, você costuma utilizar diferentes instrumentos de avaliação?”, todos afirmaram que, quando conseguem trabalhar com o conteúdo de eletroquímica, necessariamente avaliam o aprendizado dos alunos com alguma estratégia formal como prova e/ou atividade valendo nota, mas não costumam variar os instrumentos utilizados. Duas professoras que afirmaram não variar muito os instrumentos de avaliação argumentaram que, devido ao pouco tempo que dispõem para trabalhar com a eletroquímica, acabam utilizando majoritariamente a resolução de exercícios em aula para avaliar o aprendizado dos estudantes.

Em muitas situações, verifica-se um uso excessivo de provas que avaliam o aprendizado dos estudantes de maneira pontual, sem valorizar o processo de aprendizagem. Além disso, os exercícios muitas vezes são utilizados quase que exclusivamente como ferramenta de acompanhar o entendimento dos alunos sobre o assunto ensinado. Embora a tarefa do professor em sala de aula não seja algo fácil e trivial de ser cumprida, consideramos que é necessário que o professor conheça outras ferramentas didáticas para ensinar e avaliar o aprendizado de seus alunos e possa ter espaços de discussões para buscar alternativas e caminhos de instrumentalização dessas ferramentas, tornando-as realidade em suas aulas.

Ao pensarem sobre a questão “Você utiliza algum livro didático para embasar suas aulas sobre eletroquímica?”, a maioria respondeu positivamente. Alguns professores afirmaram que não utilizam um único livro, mas que verificam em vários livros e/ou na internet a forma com que o assunto é abordado e, a partir disso, criam sua própria sequência e maneira de ensinar os conteúdos. Outros professores afirmaram seguir a proposta conforme o livro didático indica.

Goes (2018) discute que o livro didático pode ser considerado um ótimo material para os professores utilizarem em suas aulas e os alunos o estudarem um determinado conteúdo. Porém, ressalta que, antes, é preciso analisá-los criticamente sobre o tópico abordado, pois podem contribuir para algumas das dificuldades de aprendizado, reforçando modelos e compreensões equivocadas.

Neste sentido, De Jong, Veal e Driel (2002) afirmam que esse exercício de análise, em especial quando envolve o reconhecimento das representações deficientes nos livros pode auxiliar o professor no próprio desenvolvimento de seu conhecimento pedagógico do conteúdo.

Em relação à pergunta “Você costuma diversificar os recursos e estratégias durante as aulas de eletroquímica?”, a maioria afirmou que sim. Apenas 5 professores responderam que não, argumentando que usam basicamente o quadro para suas explicações e a resolução de

exercícios, ou ainda, mais raramente, utilizam slides. Uma professora disse que já tentou, mas que fica muito difícil realizar alguma atividade diferente, como um experimento, por exemplo, se na escola não há sequer laboratório e os materiais necessários. Embora os professores que afirmaram diversificar sua abordagem pudessem ter explanado melhor sobre quais estratégias normalmente utilizam, tal situação não foi verificada e nenhum professor comentou sobre sua resposta.

A realidade da maioria dos professores de Química não é muito favorável no atual sistema de ensino brasileiro, uma vez que as escolas possuem condições precárias de estrutura física e a própria jornada de trabalho excessiva faz com que o docente não tenha muito tempo para preparar seus materiais de aula da forma que considere ser a melhor ou mais eficaz. Além disso, as ações na formação continuada atingem um número relativamente pequeno de professores e nem sempre conseguem auxiliá-los na superação dos diversos problemas enfrentados nas escolas.

Sobre as questões “Sua escola possui laboratório de química ou ciências? Sua escola possui alguns materiais básicos de laboratório?”, a maioria dos professores afirmou não possuir laboratório ou algum espaço próprio para realizar atividades experimentais. Alguns dos que afirmaram ter, justificaram que na escola há um equipamento chamado “Autolabor” (que é um equipamento com rodinhas, que possui uma pequena bancada e armários com alguns materiais, que funciona como um laboratório móvel), mas que o mesmo já não tinha todos os materiais ou então os mesmos estavam vencidos. Um professor argumentou que na escola existe uma sala chamada de laboratório, mas que não existe capela, chuveiro, quase nenhum equipamento de segurança e raros materiais para se utilizar. Outra professora comentou que ela mesma compra os materiais quando quer realizar alguma atividade e exemplificou que para produzir sabão com os alunos, ela mesma comprou soda cáustica, levou seus baldes, bacias, plásticos, colheres, etc.

Durante essa discussão, vários professores começaram a reclamar da estrutura física de suas escolas. Uma professora afirmou que a escola não possui laboratório e nem sequer o mínimo para dar suas aulas, uma vez que até para imprimir algum material ela precisa pagar de seu próprio bolso, e vários professores concordaram, indicando que enfrentam situações semelhantes.

Perante tal situação, é possível imaginar algumas consequências que a falta de estrutura escolar pode causar aos professores, limitando suas possibilidades em sala de aula. Sobre essa situação, observa-se que:

[...] uma das problemáticas que influencia na escolha das estratégias de ensino dos professores é a falta de equipamentos e o acesso à internet. A falta de laboratórios para experimentação ou de uma sala de informática para utilização de simuladores, faz com que os professores não adotem outros tipos de estratégias (GOES, 2018, p.215).

Em relação à questão “Sua escola possui um laboratório de informática ou computadores disponíveis para uso?”, os professores ficaram bastante divididos em suas respostas, mas, ao seu posicionarem, afirmaram em sua maioria que não possuem esse espaço à disposição na escola. Alguns professores comentaram que quando há computadores na escola, os mesmos não apresentam condições de uso ou, às vezes, não possuem conexão com a internet. Um professor comentou que, em sua escola, havia um técnico de informática responsável por auxiliar os professores e manter os equipamentos em bom funcionamento, mas que esse cargo havia sido excluído, deixando a situação de uso da sala de informática bastante caótica, com vários equipamentos estragados. Outra professora comentou que, em sua escola, a sala que deveria ser sala de informática se transformou em um depósito.

Ao responderem à questão “Sua escola possui projetor multimídia disponível para uso?”, todos afirmaram que possuem projetor nas escolas, sendo que, na maioria delas, o projetor deve ser reservado previamente e, nas demais, o mesmo fica disponível nas próprias salas de aula.

Apenas 2 professores responderam negativamente à questão “Sua escola possui equipamentos de áudio e vídeo disponíveis para serem utilizados?” e argumentaram que não há em suas escolas sequer uma caixinha de som ou espaço adequado para passar um vídeo para seus alunos, por exemplo.

Por fim, ao responderem à questão “Você considera difícil trabalhar com a eletroquímica?” alguns (6 professores) consideram um nível médio de dificuldade, enquanto os demais ficaram empatados entre os que acham fácil ou acham difícil. Uma professora argumentou que os alunos não simpatizam muito com esse assunto e isso torna o trabalho mais difícil. Outra professora afirmou que é necessário retomar muitos conteúdos anteriores e que, na maior parte das vezes, os alunos não se lembram de nada do que foi visto anteriormente. Uma professora comentou que considera difícil trabalhar com a eletroquímica pois é algo muito abstrato e, por mais que seja possível visualizar os fenômenos estudados em uma pilha, por exemplo, ao trazer as equações e todo o restante das explicações no quadro, os alunos têm dificuldades em acompanhar e relacionar os fenômenos com a explicação e a representação dos fenômenos.

O Quadro 9 sintetiza as principais respostas dos professores para as questões propostas nessa dinâmica sobre os contextos de cada um deles e o ensino de eletroquímica.

Quadro 9 - Síntese das respostas dos professores na dinâmica sobre o contexto e o ensino de eletroquímica

QUESTIONAMENTO	SIM	NÃO
Você sempre trabalha com o conteúdo de eletroquímica?	9	15
Quando trabalha, você sempre o faz com o segundo ano do ensino médio?	22	2
Você costuma avaliar o aprendizado dos alunos sobre esse conteúdo?	24	0
Quando o faz, você costuma utilizar diferentes instrumentos de avaliação?	11	13
Você utiliza algum livro didático para embasar suas aulas sobre eletroquímica?	15	9
Você costuma diversificar os recursos e estratégias durante as aulas de eletroquímica?	19	5
Sua escola possui laboratório de química ou ciências?	8	16
Sua escola possui alguns materiais básicos de laboratório?	11	13
Sua escola possui um laboratório de informática ou computadores disponíveis para uso?	10	14
Sua escola possui projetor multimídia disponível para uso?	24	0
Sua escola possui equipamentos de áudio e vídeo disponíveis para serem utilizados?	22	2
Você considera difícil trabalhar com a eletroquímica?	9	9

Fonte: O autor (2017)

Após essa discussão com os professores, foram apresentados a eles alguns dados referentes ao cenário do ensino de eletroquímica na cidade de Joinville, em que 23 professores de Química foram entrevistados a fim de caracterizar alguns aspectos do trabalho destes professores com o referido conteúdo. As perguntas foram inspiradas no instrumento CoRe e para algumas delas, houve professores que não responderam enquanto, para outras, suas repostas contemplaram mais de um aspecto contabilizado.

Neste sentido, o principal intuito de apresentar esses dados não foi o de refletir em relação ao número de professores entrevistados, mas dos percentuais obtidos perante o total de manifestações de respostas para cada uma das perguntas.

A Figura 10 apresenta quais conceitos ou ideias foram considerados como centrais no ensino sobre eletroquímica pelos professores entrevistados.

Figura 10 - Ideia/conceito considerados centrais pelos professores entrevistados

Fonte: O autor (2017)

Nota-se que a grande maioria desses entrevistados explora os conceitos de oxidação e redução, bem como com número de oxidação, balanceamento e pilhas. Alguns professores dão importância aos conceitos de íons e de ligação química também.

A Figura 11 apresenta informações em relação aos recursos didáticos empregados durante as aulas dos professores entrevistados.

Os dados revelam que a estratégia mais utilizada durante o ensino de eletroquímica pelos professores entrevistados é o uso de experimentos, seguidos por exercícios, trabalhos, e a tentativa de contextualização do conteúdo. Poucos professores utilizam vídeos, imagens, ou outros recursos como projetos, estudos de caso, etc.

Goes (2018) discute em seu trabalho que, a partir de um levantamento realizado, boa parte dos professores investigados utilizam vídeos em suas aulas, seguido pelo uso de textos e de atividades experimentais. O recurso menos utilizado pelos professores investigados foi o jogo didático. Nesse sentido, reafirma-se a importância de conhecer o contexto particular dos professores em um grupo específico ou região, uma vez que as realidades são múltiplas e podem representar cenários totalmente diferentes.

Figura 11 - Principais estratégias e recursos didáticos utilizados pelos professores durante o ensino de eletroquímica

Fonte: O autor (2017)

A Figura 12 apresenta a opinião dos entrevistados sobre o quão difícil consideram ensinar eletroquímica no ensino médio.

Figura 12 - Nível de dificuldade para ensinar eletroquímica na visão dos professores entrevistados

Fonte: O autor (2017)

Os resultados apresentados revelam que a maioria dos entrevistados classifica como difícil ou muito difícil a tarefa de ensinar eletroquímica, enquanto alguns professores

classificam tal ação em um nível médio de dificuldade e poucos professores consideram tal tarefa como fácil.

A Figura 13 traz os resultados referentes às principais dificuldades e limitações que os professores entrevistados afirmaram encontrar durante o ensino de eletroquímica.

Figura 13 - Principais dificuldades e limitações encontradas pelos professores entrevistados durante o ensino de eletroquímica

Fonte: O autor (2017)

A partir dos dados, é possível verificar que são várias as dificuldades apontadas pelos professores, mas que, principalmente a falta de material para trabalhar em sala de aula, ou como apontado pela maioria, as dificuldades dos estudantes em relação ao conteúdo de balanceamento, com a matemática ou ainda de lembrarem conteúdos estudados anteriormente. Alguns professores também ressaltaram a falta de tempo para trabalhar com este conteúdo.

Os dados supracitados corroboram aqueles apresentados no estudo realizado por Goes (2018) em que os dados revelaram que os professores investigados apontaram como principal dificuldade de seus alunos alguns aspectos conceituais, como diferenciar termos específicos como oxidação/redução e agente redutor/agente oxidante. Mesmo assim, os professores também apontaram nessa investigação que eles mesmos possuem dificuldades relacionadas ao pouco tempo para trabalhar com os conteúdos e, inclusive, na compreensão conceitual de alguns conteúdos básicos da química.

A Figura 14 revela como os professores entrevistados fazem para avaliar o aprendizado dos seus alunos quando abordam o conteúdo de eletroquímica.

Figura 14 - Principais instrumentos de avaliação utilizados pelos professores entrevistados durante as aulas de eletroquímica

Fonte: O autor (2017)

Como é possível notar, a maioria dos professores entrevistados utiliza provas e exercícios para avaliar o aprendizado dos estudantes em eletroquímica, enquanto alguns utilizam debates, experimentos com e sem relatório, e outros trabalhos diversos.

Nesse sentido, tais resultados concordam com os encontrados por Goes (2018) em que uma das estratégias de avaliação mais utilizadas pelos entrevistados era a resolução de exercícios e a aplicação de provas.

Na maioria das situações, os professores preferem utilizar ferramentas avaliativas que exploram ações escritas do que aquelas que envolvem oratória, apresentações, observação de comportamentos (TACOSHI e FERNANDEZ, 2014). Talvez essa situação possa decorrer do pouco tempo que o professor possui para corrigir atividades que exijam maior subjetividade por parte dele e que, provavelmente, demandarão maior tempo e dedicação.

Todos esses dados compartilhados com os professores participantes do curso tiveram o intuito de levá-los a refletir sobre como têm sido suas próprias aulas de eletroquímica (os conteúdos abordados, os recursos utilizados para ensinar, os instrumentos de avaliação, etc.) frente à realidade dos demais colegas, buscando evidências concretas que possam auxiliá-los a refletir quanto à distância entre a própria prática e aquela dos colegas, bem como (re)conhecer quais são as dificuldades enfrentadas por todos e analisar se tais práticas são os melhores caminhos para o ensino de eletroquímica, considerando suas possibilidades.

Depois da apresentação desses dados, os professores foram divididos em grupos de base, conforme a primeira fase do método *Jigsaw*. Os dois professores que são sujeitos da presente pesquisa participaram do mesmo grupo de base, que será chamado aqui de grupo de base principal, enquanto os demais grupos foram formados aleatoriamente por outros professores participantes do curso. O grupo de base principal foi formado pelos 6 professores que inicialmente participaram desta pesquisa, uma vez que, no momento da realização do curso, o pesquisador não sabia quantos destes 6 professores dariam prosseguimento na participação das etapas seguintes.

Como comentado anteriormente neste texto, optou-se por colocá-los no mesmo grupo uma vez que já conhecendo um pouco de suas realidades seria possível discutir melhor os aspectos advindos do compartilhamento de experiências entre eles no grupo. Além disso, o processo de coleta de dados ficaria mais direcionado ao acompanhamento deste grupo e seus integrantes, facilitando o tratamento de dados.

Nos grupos de base, os professores tiveram papéis específicos para desempenhar e receberam uma tabela com 8 DECAs de estudantes em aulas de eletroquímica, relatadas em estudos na área de ensino de química, e como atividade, discutiram no grupo (Figura 15) se as mesmas já haviam sido identificadas em suas aulas e foi solicitado que compartilhassem suas experiências e, além disso, deveriam apontar outras 4 DECAs que já haviam sido verificadas em suas aulas. Ao final da discussão, a tabela ficou composta por 12 DECAs, sendo 8 da literatura e 4 trazidas pelo compartilhamento do repertório docente entre os professores no grupo de base.

Figura 15 - Discussão nos grupos de base para elencar as principais DECAs em eletroquímica

Fonte: O autor (2017)

O Quadro 10 apresenta as DECAs trazidas para os professores segundo dados da literatura, bem como aquelas obtidas pela discussão e consenso entre os 6 professores do grupo de base principal (grupo que os dois professores investigados neste estudo fizeram parte), que levaram em consideração também seu repertório docente.

Quadro 10 - DECAs trazidas da literatura e elencadas pelos professores no grupo de base principal, a partir de suas próprias experiências com o ensino de eletroquímica

Dificuldades, equívocos ou concepções alternativas dos estudantes em aulas de eletroquímica selecionadas pelo grupo – LITERATURA
Estudantes afirmam que os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons (GARNETT e TREAGUST, 1992a; ACAR e TARHAN, 2007; CAMEL e PACCA, 2011)
Estudantes afirmam que o estado de oxidação de um elemento é o mesmo que a carga do íon monoatômico desse elemento (GARNETT e TREAGUST, 1992a)
Estudantes afirmam que os processos de oxidação e redução podem ocorrer de forma independente (GARNETT e TREAGUST, 1992a; CAAMAÑO, 2007. apud FREIRE et. al., 2011)
Estudantes afirmam que a ponte salina fornece elétrons para completar o circuito (GARNETT e TREAGUST, 1992b; ACAR e TARHAN, 2007)
Estudantes afirmam que identificar o ânodo e o cátodo depende do posicionamento físico das meias-células (SANGER e GREENBOWE, 1997; ACAR e TARHAN, 2007)
Estudantes afirmam que o ânodo está carregado positivamente porque perdeu elétrons e o cátodo está carregado negativamente porque ganhou elétrons (GARNETT e TREAGUST, 1992b; ACAR e TARHAN, 2007)
Estudantes afirmam que em uma célula eletrolítica não ocorrerá nenhuma reação na superfície de eletrodos inerte (GARNETT e TREAGUST, 1992b; ACAR e TARHAN, 2007)
Estudantes não conseguem identificar o ânodo e o cátodo em uma célula eletroquímica (SANGER

e GREENBOWE, 1997. apud FREIRE et. al., 2011).	
Dificuldades, equívocos ou concepções alternativas dos estudantes em aulas de eletroquímica selecionadas pelo grupo – EXPERIÊNCIA DOS PROFESSORES	
Estudantes não compreendem a relação entre perda/ganho de elétrons com a perda/ganho de massa nos eletrodos	
Estudantes possuem dificuldades em compreender o que é o número de oxidação (Nox) e como calcular a diferença de potencial	
Estudantes desconhecem outros tipos de pilhas e baterias além das AA e AAA e possuem dificuldade em diferenciar pilhas de baterias	
Estudantes possuem dificuldades em diferenciar oxirredução em uma pilha e na eletrólise	

Fonte: O autor (2017)

Depois dessa primeira discussão, os professores tiveram que elencar em seu grupo de base 6 dentre as 12 DECAs que considerassem mais relevantes, para refletir em grupo sobre alguns aspectos. O Quadro 11 mostra as DECAs escolhidas pelo grupo de base principal.

Quadro 11 - Tabela de DECAs elencadas como principais pelo grupo de base principal

Dificuldades, equívocos ou concepções alternativas dos estudantes em aulas de eletroquímica selecionadas pelo grupo – LITERATURA	
1	Estudantes afirmam que os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons (GARNETT e TREAGUST, 1992a; ACAR e TARHAN, 2007; CARMEL e PACCA, 2011)
2	Estudantes afirmam que os processos de oxidação e redução podem ocorrer de forma independente (GARNETT e TREAGUST, 1992a; CAAMAÑO, 2007 <i>apud</i> FREIRE et al., 2011)
3	Estudantes afirmam que a ponte salina fornece elétrons para completar o circuito (GARNETT e TREAGUST, 1992b; ACAR e TARHAN, 2007)
4	Estudantes não conseguem identificar o ânodo e o cátodo em uma célula eletroquímica (SANGER e GREENBOWE, 1997 <i>apud</i> FREIRE et al., 2011)
Dificuldades, equívocos ou concepções alternativas dos estudantes em aulas de eletroquímica selecionadas pelo grupo – EXPERIÊNCIA DOS PROFESSORES	
5	Estudantes não compreendem a relação entre perda/ganho de elétrons com a perda/ganho de massa nos eletrodos
6	Estudantes desconhecem outros tipos de pilhas e baterias além das AA e AAA e possuem dificuldade em diferenciar pilhas de baterias

Fonte: O autor (2017)

Após elencarem as DECAs mais relevantes, conforme o Quadro 11, os professores foram orientados a responderem separadamente para cada uma delas as seguintes questões: a) Essa dificuldade já foi observada por vocês durante as aulas de eletroquímica? De que maneira vocês conseguiram identificá-la durante as aulas? b) como vocês lidam, ou lidaram, com essas situações? c) de que maneira essa dificuldade pode ser superada na sala de aula, ou como o professor pode evitar que ela apareça durante suas aulas de eletroquímica? Proponha atividades.

Os professores tiveram muitas dificuldades em realizar essa atividade dentro do tempo disponível para esse encontro. Diante disso, o grupo de base principal elencou uma ordem de importância entre as DECAs do Quadro 11 e realizou a atividade apenas para as 2 primeiras, sendo uma advinda da literatura e outra de seus repertórios docentes. O Quadro 12 apresenta as repostas do grupo para a reflexão sobre a dificuldade, equívoco e concepção alternativa (DECA) de número 4 e a DECA 6.

Quadro 12 - Respostas do grupo de base principal sobre a DECA 4 e DECA 6

Estudantes não conseguem identificar o ânodo e o cátodo em uma célula eletroquímica (SANGER e GREENBOWE, 1997 <i>apud</i> FREIRE et al., 2011)
<p>Essa dificuldade já foi observada por vocês durante as aulas de eletroquímica? De que maneira vocês conseguiram identificá-la durante as aulas?</p> <p>R: Sim, nas aulas experimentais principalmente, como no caso de P1 em que os estudantes constroem suas próprias pilhas e baterias, mas nas apresentações possuem dificuldades em utilizar os termos ânodo e cátodo. Os estudantes também tem problemas em interpretar a tabela de potenciais de redução e, conseqüentemente, não sabem quem [se] oxida e quem [se] reduz e muito menos utilizar os termos ânodo e cátodo.</p>
<p>Como vocês lidam (ou lidaram) com essas situações?</p> <p>R: Revisão do conteúdo de eletroquímica e de outros conteúdos que são pré-requisitos, realização de exercícios, uso de vídeos.</p>
<p>De que maneira essa dificuldade pode ser superada na sala de aula ou como o professor pode evitar que ela apareça durante suas aulas de eletroquímica? Proponha atividades.</p> <p>R: Iniciar a aula utilizando materiais do cotidiano que se oxidam e depois partir para as equações das reações de oxirredução. Além disso, investigar durante as aulas se o estudante de fato não aprendeu o conceito de oxidação e redução ou se ele apenas não consegue relacionar o processo aos termos ânodo e cátodo corretamente (os termos são parecidos com ânions e cátions, o que pode gerar dúvidas)</p>
Estudantes desconhecem outros tipos de pilhas e baterias além das AA e AAA e possuem

difficuldade em diferenciar pilhas de baterias
<p>Essa dificuldade já foi observada por vocês durante as aulas de eletroquímica? De que maneira vocês conseguiram identificá-la durante as aulas?</p> <p>R: Sim, na introdução do assunto eletroquímica, ao questionar os estudantes o que eles já sabem sobre as pilhas.</p>
<p>Como vocês lidam (ou lidaram) como essas situações?</p> <p>R: Solicitação para que os alunos realizem pesquisas, promoção de discussões na sala de aula, uso de pilhas e baterias que os próprios alunos trazem de casa</p>
<p>De que maneira essa dificuldade pode ser superada na sala de aula ou como o professor pode evitar que ela apareça durante suas aulas de eletroquímica? Proponha atividades.</p> <p>R: Explorar o uso de vídeos que mostrem como as pilhas e baterias funcionam, como são fabricadas. Solicitar que os estudantes tragam pilhas e baterias de suas casas para discutir com a turma as principais diferenças entre elas e a forma correta de realizar o descarte das mesmas.</p>

Fonte: O autor (2017)

Após essa discussão, o primeiro encontro do curso de formação continuada foi finalizado e os professores foram orientados sobre a atividade à distância que deveriam fazer até o segundo encontro, por meio de um ambiente virtual de aprendizagem. A partir da leitura de um texto (CARMEL e PACCA, 2011) que discutia acerca das dificuldades de estudantes em eletroquímica, cada professor deveria responder um fórum geral em que apontaria os principais aspectos que lhe chamaram a atenção no texto e, em uma tarefa, elencar duas DECAs de seus alunos em eletroquímica e discutir para uma delas como atuou para superar a mesma.

O Quadro 13 apresenta as respostas dadas pelos dois professores investigados nesta pesquisa (P1 e P2).

Quadro 13 - Respostas de P1 e P2 para as atividades à distância – fórum geral

Após ler o texto (CARMEL e PACCA, 2011) comente quais foram os aspectos que mais lhe chamaram a atenção relacionando as dificuldades reportadas pelos autores do trabalho com aquelas observadas durante suas aulas sobre eletroquímica.
<p>P1: Realmente a “receita” passada para os estudantes não contribui para a aprendizagem significativa da neutralidade elétrica, bem como dos aspectos macroscópicos relacionados aos microscópicos. Posso estar errada, mas acredito que como a Eletroquímica abrange a aprendizagem de muitos conceitos e o professor possui poucas aulas para o ensino da mesma, certos conceitos são mais enfatizados dependendo dos objetivos do professor. Ou seja, sempre algo ficará “de fora”. No meu caso, não cobro dos estudantes o cálculo dos valores de diferença de potencial, mas procuro verificar se eles compreendem como a energia foi “gerada” (infelizmente de forma superficial), não</p>

trabalhando e não discutindo a neutralidade elétrica.
<p>P2: Dois aspectos do estudo da Eletroquímica me chamaram a atenção: 1) a dificuldade de entendimento do papel da ponte salina numa pilha e; 2) a falta de relação entre a disciplina de física com o assunto eletricidade. A primeira é um ponto que sempre discuto muito com os alunos em sala, na seguinte metodologia: dividimos os temas de eletroquímica em grupos para serem apresentados seminários com experimentos. Os grupos explicam sobre pilha de Daniell, experimentos com pilhas e baterias experimentais, e a seguir, pilhas e baterias convencionais do cotidiano. Em cada um desses seminários, peço para os alunos mencionarem quais são as partes da pilha de Daniell que identificam nessas pilhas e baterias convencionais, isto é, cátodo, ânodo, ponte salina, condução elétrica (papel do fio de cobre).</p> <p>No segundo ponto, foi uma dica para fazer uma ligação da eletroquímica com o estudo da eletricidade na disciplina de física, pois estamos propondo um curso de PROEJA em minha instituição e queremos fazer um currículo integrado para abordar assuntos de uma forma diferente. A ideia é começarmos a integrar as disciplinas no PROEJA e depois os ganhos para o ensino médio integrado futuramente.</p>

Fonte: O autor (2017)

O Quadro 14 traz as respostas dos professores que são sujeitos dessa pesquisa para a tarefa realizada como atividade à distância no curso de formação continuada.

Quadro 14 - Respostas de P1 e P2 para as atividades à distância – tarefa

Aponte duas dificuldades que seus alunos apresentam ou já apresentaram quando você leciona ou lecionou eletroquímica nas aulas.
P1: Compreender balanceamento de reações de oxirredução e utilizar corretamente os termos agente oxidante, agente redutor, cátodo e ânodo.
P2: Entender o número de oxidação dos elementos, provavelmente por não terem entendido direito sobre o raio atômico e eletronegatividade e não conseguirem relacionar esses conceitos ao Nox. Compreender os potenciais da tabela de potenciais, pois é algo abstrato e que se relaciona a uma medida feita com um eletrodo padrão, que também não é algo familiar para eles.
Escolha uma das duas dificuldades e discuta uma maneira de superá-la na aula caso ela surja ou uma forma de organizar sua aula de modo a evitar que ela seja constatada com sua turma.
P1: Utilizar corretamente os termos agente oxidante, agente redutor, cátodo e ânodo – Acredito que propor jogos que abordem os conceitos da eletroquímica, até mesmo um jogo de memória tendo como par o termo e a definição, poderia auxiliar os estudantes a estarem habituados com os mesmos. E na hora de formalizar o conteúdo, a utilização dos mesmos poderia acontecer de uma forma mais “natural”. Percebo que muitos estudantes compreendem a ideia geral de uma reação de

oxirredução como uma reação em que há perda e ganho de elétrons, mas muitos acabam não conseguindo fazer a relação e aplicação com o uso dos termos específicos.
P2: Entender o número de oxidação dos elementos – Para ajudar os alunos a treinarem o cálculo do Nox dos elementos, pretendo usar o jogo do mico que foi mostrado no curso. Uma explicação aprofundada (e não apenas uma revisão) sobre eletronegatividade, partindo do conceito do raio atômico também pode ajuda-los a entender porque o átomo tem a tendência de ganhar ou perder elétrons

Fonte: O autor (2017)

Cabe salientar que, diferente dos demais professores, P2 respondeu a segunda parte da tarefa, conforme o Quadro 14, apresentado acima, fora do período estipulado para isso, que seria entre o primeiro e segundo encontro. P2 respondeu essa parte da tarefa apenas no final do curso, justificando assim a referência de sua resposta a atividades realizadas durante o curso.

No segundo encontro do curso de formação continuada, os 19 professores presentes foram realocados em grupos de especialistas, de modo que cada integrante de um grupo de base fosse para um grupo de especialistas diferente e pudesse vivenciar experiências distintas que seriam posteriormente compartilhadas no grupo de base.

Os professores do grupo de base principal foram divididos da seguinte maneira: no Grupo A ficaram P2, outra integrante do grupo de base principal e integrantes de outros grupos de base; no Grupo B ficaram dois integrantes do grupo de base principal e integrantes de outro grupo de base; no Grupo C ficaram P1 e integrantes de outros grupo de base; e no Grupo D ficou uma integrante do grupo de base principal juntamente com integrantes de outros grupos de base.

A Figura 16 representa melhor como foi realizada essa divisão nos grupos de especialistas, em que os professores do grupo de base principal estão representados em cores diferentes, enquanto os demais professores de outros grupos estão representados sem cores ou em preto (simbolizando professores que faltaram neste encontro). P1 está representado na cor amarela, enquanto P2 está representado na cor azul.

Figura 16 – Representação da divisão dos grupos de especialistas no curso de formação continuada

Fonte: O autor (2017)

O Quadro 15 apresenta, de um modo geral, quais atividades foram vivenciadas e discutidas pelos grupos de especialistas, ressaltando-se a formação dos grupos conforme os professores sujeitos dessa pesquisa, integrantes do grupo de base principal e demais integrantes dos grupos de base. A numeração das atividades foi mantida, conforme o Quadro 6, apresentado no percurso metodológico, a fim de facilitar a menção sobre a mesmas no texto.

Quadro 15 - Atividades realizadas pelos professores nos grupos de especialistas

GRUPO DE ESPECIALISTAS A	
Formação: P2, integrante do grupo de base principal e integrantes de outros grupos de base	
Atividade 7	Experimento “cristais de prata”
Atividade 8	Experimento “deposição do cobre”
Atividade 9	História em quadrinhos
Atividade 10	Música “rap da pilha”
Atividade 11	Jogo QUIMICO-Nox
Atividade 12	Experimento “cobreado uma chave”
GRUPO DE ESPECIALISTAS B	
Formação: Dois integrantes do grupo de base principal e integrantes de outros grupos de base	
Atividade 13	História em quadrinhos
Atividade 14	Experimento “bateria de frutas e legumes”
Atividade 15	Experimento “pilha de latinha”
Atividade 16	Mangá Sigma-pi – árvore de prata
GRUPO DE ESPECIALISTAS C	
Formação: P1 e integrantes de outros grupos de base	
Atividade 17	Experimento “pilha de batata doce”
Atividade 18	Experimento “bateria de forminha de gelo”
Atividade 19	Trecho da série “Breaking Bad”
Atividade 20	Software simulador Pilha de Daniell
GRUPO DE ESPECIALISTAS D	
Formação: Uma integrante do grupo de base principal e integrantes de outros grupos de base	
Atividade 21	Imagens e ilustrações das pilhas
Atividade 22	Mangá Sigma-pi – pilhas
Atividade 23	Cartaz funcionamento de uma pilha
Atividade 24	Modelo físico da pilha “Payovac”

Fonte: O autor (2017)

Todos os professores foram orientados para que, durante cada atividade vivenciada em seu grupo de especialistas, discutissem com seus colegas sobre o potencial das mesmas para o uso como estratégia didática e/ou instrumento de avaliação durante as aulas de eletroquímica, considerando o contexto de cada professor e a realidade de seus alunos; bem como as adaptações necessárias para cada uma delas, caso julgassem o uso da atividade adequado. Além disso, os professores foram convidados a refletir se utilizariam tais atividades, com ou sem

adaptações, poderia auxiliá-los na superação das DECAs elencadas em seu grupo de base no primeiro encontro do curso de formação continuada.

A Figura 17 ilustra os professores realizando algumas das atividades no Grupo A durante a segunda fase do método *Jigsaw*.

Figura 17 - Professores realizando as atividades no Grupo A

Fonte: O autor (2017)

A Figura 18 traz o registro de um dos momentos em que os integrantes do Grupo B realizavam algumas das atividades propostas durante os estudos nos grupos de especialistas.

Figura 18 - Professores realizando as atividades no Grupo B

Fonte: O autor (2017)

A Figura 19 apresenta os especialistas do Grupo C realizando algumas das atividades desenvolvidas durante o segundo encontro do curso de formação continuada.

Figura 19 - Professores realizando as atividades no Grupo C

Fonte: O autor (2017)

A Figura 20 apresenta um registro do momento em que os integrantes do Grupo D realizam algumas das atividades propostas.

Figura 20 - Professores realizando as atividades no Grupo D

Fonte: O autor (2017)

Além de realizarem efetivamente cada uma das atividades propostas, os professores tiveram que avaliar em seus grupos de especialistas se utilizariam cada uma das atividades vivenciadas e responderam por escrito, considerando as adaptações do uso de cada atividades, conforme julgassem necessário.

O Quadro 16 apresenta as respostas de P1 e P2 ao refletirem sobre as atividades vivenciadas em seus grupos de especialistas.

Quadro 16 - Repostas de P1 e P2 durante seus estudos nos grupos de especialistas

<p>Você utilizaria essas atividades em suas aulas sobre eletroquímica? Se sim, explique em quais momentos das aulas e como utilizaria cada uma das atividades, bem como se faria adaptações.</p> <p>Se não, explique os motivos que o levam a essa resposta.</p>
<p>P1: Sim, utilizaria os experimentos para avaliação, o simulador para explicar diferença de potencial e incentivar os alunos para o cálculo da ddp, o trecho da série “Breaking Bad” na introdução do assunto pilhas e baterias. As adaptações a serem realizadas dependeriam muito dos materiais disponíveis na escola e do tempo para trabalhar com esse conteúdo nas aulas.</p> <p>Os experimentos seriam sugestões aos estudantes, uma vez que os deixaria livres para pesquisar experimentos semelhantes e que os materiais necessários para a execução fossem de melhor acesso. Só usaria o trecho da série assistida no curso para levantar questões como “onde mais encontramos pilhas e baterias? E depois conceituaria redução, oxidação, cátodo, ânodo, etc.</p>
<p>P2: Sim, não faria adaptações. O jogo do mico (Nox) usaria após a explicação, como atividade para treinar o cálculo do Nox, sendo uma alternativa ao uso de uma lista de exercícios. A atividade da palha de aço com sulfato de cobre eu faria e também usaria a variação com prego no lugar da palha de aço e explicaria cinética com base na superfície de contato. Faria a deposição de cobre, mas antes, faria experimentos das pilhas de Daniell e/ou de o experimento usando os legumes, e explicaria a diferença de pilhas e eletrólise. Não sei se usaria o cobre em nitrato de prata devido a prata.</p>

Fonte: O autor (2017)

Ao término deste encontro, os professores foram orientados sobre o funcionamento do terceiro e último encontro, quanto ao momento de compartilhamento das experiências nos grupos de base. Solicitou-se que os mesmos se ativessem aos detalhes para relatarem com o máximo de clareza e detalhamento o que foi realizado e discutido com os colegas nos grupos de especialistas.

No terceiro encontro do curso de formação continuada, os grupos de especialistas foram desfeitos e os professores retornaram aos seus grupos de base. Estavam presentes 17 professores neste encontro.

Após serem novamente orientados em relação ao compartilhamento das vivências e aprendizados, os professores iniciaram suas falas para os colegas dos grupos de base e puderam relatar, uns aos outros, aquilo que haviam aprendido durante as atividades nos respectivos grupos de especialistas. A Figura 21 ilustra esse momento de alguns grupos de base.

Figura 21 - Retorno dos integrantes aos grupos de base e compartilhamento das experiências

Fonte: O autor (2017)

O compartilhamento teve o intuito de, além dos professores compartilharem com os colegas as atividades vivenciadas nos grupos de especialistas e as discussões construídas durante tal vivência, evidenciar o repertório docente de cada um a partir do filtro de cada professor em relação a quanto cada um julgou ser pertinente o uso de tais atividades e as adaptações que consideraram necessárias a partir de seus contextos reais.

Após a discussão e ensino mútuo nos grupos de base, o(s) relator(es) de cada grupo foi(foram) até a frente para relatar para os colegas como se deu a discussão em seu grupo de base, os principais aprendizados construídos pelos integrantes do grupo e os aspectos mais relevantes dos estudos realizados desde o início do curso de formação continuada. A Figura 22 ilustra esse momento para os relatores de um dos grupos.

Figura 22 - Relatores expondo como as discussões ocorreram em seus grupos

Fonte: O autor (2017)

Depois da exposição dos relatores, foi realizado um fechamento geral acerca do material estudado e os grupos foram orientados quanto à última atividade a ser realizada: a construção da proposta de uma sequência de ensino sobre eletroquímica que levasse em consideração o

aprendizado trazido pelos professores integrantes de cada grupo de base, podendo ser conhecimentos construídos durante o curso ou advindos de sua própria experiência pessoal e repertório docente.

A sequência de ensino deveria ter, para cada aula elencada: a) objetivo da aula, b) pré-requisitos necessários aos alunos (se houver); c) descrição do desenvolvimento da aula; d) conteúdos explorados na aula; e) Avaliação (se houver). Os professores foram encaminhados para uma sala de informática para a realização dessa atividade.

A grupo de base principal discutiu sobre quais conteúdos deveriam ser contemplados em sua sequência de ensino, a forma com que os mesmos estariam dispostos, bem como as estratégias didáticas e instrumentos de avaliação que seriam utilizados.

Os professores do grupo de base principal construíram uma proposta de sequência de ensino com 5 aulas, que está apresentada pelo Quadro 17.

Quadro 17 – Proposta de sequência de ensino construída pelo grupo de base principal

AULA 1	
Objetivos:	Diferenciar oxidação de redução; Apresentação de pilhas e baterias.
Pré-requisitos:	saber o que é elétron e íons, saber expressar equações químicas, entender sobre a estrutura atômica e sobre as ligações químicas.
Desenvolvimento da aula:	<p>1ª etapa: Introdução ao assunto de oxidação e redução a partir de um vídeo do episódio 2x09 da série “Breaking Bad”. Após, serão discutidas as concepções prévias dos estudantes sobre pilhas e baterias. Além dos termos químicos que aparecem no vídeo.</p> <p>2ª etapa: Citar exemplos de reações de oxirredução como fotossíntese, combustão, fermentação, oxidação da maçã, formação de ferrugem, etc. A discussão desses exemplos será introduzida por meio de questionamentos para incentivar a participação dos estudantes no diálogo. Nesse diálogo será explicado o que é oxidação e redução. Mostrar o vídeo de oxidação do ferro em solução do sulfato de cobre (1 min) e a equação da reação eletroquímica.</p> <p>Link do slide com a equação e o vídeo:</p> <p>http://joinville.ifsc.edu.br/~lukese.menegussi/Eletroeletr%C3%B4nica%20-%20Q2/Eletroqu%C3%ADmica/Aula%20de%20Introdu%C3%A7%C3%A3o/Eletroqu%C3%ADmica%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf</p> <p>Link do vídeo Oxidação do ferro em solução do sulfato de cobre:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=KmhD8BmEFIo</p> <p>3ª etapa: Dar uma tarefa aos alunos, que é trazer materiais para realizar o experimento dos “Bichinhos Elétricos” na 4ª aula.</p>

Conteúdos: Fenômeno de oxidação e redução, definição de oxidação e redução, representação das equações de oxirredução, pilhas e baterias.
Avaliação: Participação nas discussões
AULA 2
Objetivos: Revisar o conteúdo necessário para a compreensão do número de oxidação; Compreender número de oxidação.
Pré-requisitos: saber o que é elétron e íons, saber expressar equações químicas, entender sobre a estrutura atômica e sobre as ligações químicas.
Desenvolvimento da aula: 1ª etapa: Relembrar a aula anterior e os conceitos de estrutura atômica, ligações químicas e eletronegatividade para que os alunos possam entender o número de oxidação (Nox). 2ª etapa: Explicação sobre Nox. Apresentação das regras de cálculo de Nox, que podem ser acessadas pelo link: http://joinville.ifsc.edu.br/~lukese.menegussi/Eletroeletr%C3%B4nica%20-%20Q2/Eletroqu%C3%ADmica/Aula%20de%20Introdu%C3%A7%C3%A3o/Regras%20para%20determina%C3%A7%C3%A3o%20do%20NOX.pdf 3ª etapa: Lembrar os alunos de trazer materiais para a realização do experimento dos “Bichinhos Elétricos” na 4ª aula.
Conteúdos: Fenômeno de oxidação e redução, definição de oxidação e redução, representação das equações de oxirredução, pilhas e baterias; estrutura atômica, ligações químicas, eletronegatividade, número de oxidação, cálculo de número de oxidação.
Avaliação: -
AULA 3
Objetivos: Compreender Nox através do jogo QUIMICO-Nox.
Pré-requisitos: saber o que é elétron e íons, saber expressar equações químicas, entender sobre a estrutura atômica e sobre as ligações químicas.
Desenvolvimento da aula: 1ª etapa: Os alunos formarão grupos para jogar QUIMICO-Nox e colocarão em prática o que foi aprendido na aula anterior. 2ª etapa: Lembrar os alunos de trazer materiais para a realização do experimento dos “Bichinhos Elétricos” na 4ª aula.
Conteúdos: Cálculo de número de oxidação
Avaliação: Participação no jogo
AULA 4
Objetivos: Realizar o experimento sobre potenciais de redução e diferença de potencial (ddp).

Pré-requisitos: saber o que é elétron e íons, saber expressar equações químicas, entender sobre a estrutura atômica e sobre as ligações químicas.
Desenvolvimento da aula: 1ª etapa: Realização do experimento “Bichinhos Elétricos” (potenciais de redução e ddp) em grupos de 4 pessoas. 2ª etapa: Discussão sobre o experimento. 3ª etapa: Ao final da aula os estudantes responderão a um questionário sobre o experimento. As questões ficarão à critério do professor que utilizará essa sequência de ensino.
Conteúdos: Fenômeno de oxidação e redução, representação das equações de oxirredução, pilhas e baterias; número de oxidação, cálculo de número de oxidação, potencial de redução, tabela de potencial de redução, diferença de potencial, cálculo da diferença de potencial.
Avaliação: Questionário sobre o experimento e participação nas discussões.
AULA 5
Objetivos: Avaliar a aprendizagem sobre o conteúdo
Pré-requisitos: -
Desenvolvimento da aula: 1ª etapa: Fazer uma síntese da sequência de ensino através da retomada do trecho do vídeo da série “Breaking Bad”, visto na 1ª aula e indagar os alunos se a bateria produzida teria energia suficiente para ligar o carro. 2ª etapa: Propor para os alunos preencherem o infográfico de um esquema de uma pilha alcalina individualmente. 3ª etapa: Criação de um mapa conceitual sobre os conceitos estudados em todas as aulas.
Conteúdos: Todos os conteúdos abordados nas aulas anteriores.
Avaliação: Construção de infográfico e mapa conceitual sobre os conceitos abordados nas 5 aulas, e participação nas discussões.

Fonte: O autor (2017)

Após o elaboração das propostas de sequência de ensino, os professores realizaram o processamento grupal apontando quais ações foram benéficas para o desenvolvimento dos trabalhos nos grupos de base e quais poderiam ser melhoradas, considerando a realização de trabalhos futuros. Alguns professores relataram a falta de comprometimento de alguns integrantes que faltaram a encontros do curso de formação continuada e condenaram em partes o compartilhamento das vivências pessoais e proporcionadas no próprio curso. Além disso, apontaram que a divisão de papéis auxiliou na realização das atividades.

Depois do processamento grupal, os professores responderam individualmente e de forma anônima um questionário de avaliação sobre o curso de formação continuada.

Dentre os participantes, apenas 15 ficaram até o final e responderam o questionário de avaliação final.

Os resultados apontaram que todos os professores gostaram dos encontros do curso de formação continuada, afirmaram ter aprendido algo em particular com os encontros do curso, e que participariam novamente de um curso de formação continuada como este.

Dentre os respondentes, 12 professores afirmaram que os assuntos discutidos contribuíram para o aperfeiçoamento e desenvolvimento profissional, enquanto 3 concordaram parcialmente com essa afirmação.

Somente 10 professores participaram dos 3 encontros, enquanto 5 participaram de apenas 2. Quanto a ter contribuído efetivamente com os trabalhos nos grupos, 12 professores afirmaram ter contribuído tanto no seu grupo de base como no grupo de especialistas, enquanto 3 afirmaram que sua contribuição se limitou apenas às atividades no grupo de base.

A maioria (13 professores) considerou o uso da aprendizagem cooperativa, especialmente com o método *Jigsaw*, como adequado para um curso de formação continuada, enquanto 1 professor não respondeu e 1 professor afirmou não ser uma metodologia adequada.

As questões discursivas não foram respondidas por todos os participantes.

Sobre o que os professores mudariam nos encontros houve respostas que sugeriram a realização do curso em outro dia da semana para que menos aulas fossem perdidas nas escolas, ter mais momentos de compartilhamento de experiências entre os professores, diminuir a quantidade de questões realizadas no primeiro encontro, mais discussões coletivas, melhorar a distribuição das atividades nos grupos de especialistas, trabalhar temas em conjunto com física ou biologia em outras oportunidades de curso, aumentar a quantidade de atividades práticas.

Em relação ao que mais gostaram nos encontros do curso, foi salientado nas respostas que a maioria dos professores gostou da oportunidade de trocar experiências e das atividades realizadas durante o curso. No entanto, as respostas revelaram também que o que os professores menos gostaram foi de ter atividades à distância como tarefas. Alguns professores reclamaram de não ter realizado experimentos durante a vivência no grupo de especialistas.

Os participantes apontaram que a maior contribuição do curso para seu desenvolvimento enquanto professores foi em relação às ideias para melhor explorar as aulas experimentais, a pluralidade de recursos para abordar eletroquímica, bem como a possibilidade de esclarecer dúvidas sobre a abordagem da eletroquímica e o compartilhamento com os colegas.

Sobre as dificuldades enfrentadas durante o curso de formação continuada, os professores afirmaram, em sua maioria, que realizar as atividades à distância foi bastante

complicado, enquanto outros disseram que, por possuírem pouca experiência com a abordagem da eletroquímica, sentiram dificuldades em alguns momentos. Além disso, alguns professores relataram dificuldades em manter o foco na atividade de planejamento da sequência de ensino sobre eletroquímica, e outros comentaram sobre a dificuldade em se deslocar para participação no curso.

Cabe ressaltar que, como sugestões, alguns professores elogiaram o curso, pedindo mais iniciativas como essa e comentaram sobre outros temas que poderiam ser explorados em ações de formação continuada no futuro, tais como termoquímica, funções orgânicas, equilíbrio químico, ligações químicas, ensino investigativo, jogos didáticos. Alguns professores comentaram que o curso fez com que eles saíssem da zona de conforto, pensando sobre possibilidades de ensino.

Ao término do encontro, os professores foram informados de que o conteúdo do curso seria disponibilizado como uma apostila, caso os mesmos quisessem consultar posteriormente os materiais para utilizarem ou adaptarem.

Alguns professores, que foram sorteados, receberam um “kit eletroquímica” preparado pelo proponente do curso, formado por fio de estanho, fio de cobre, zinco metálico, palha de aço, parafuso zincado, moeda de cobre, arruela de zinco, prego de ferro, sulfato de cobre, sulfato de zinco, cartaz de funcionamento de uma pilha e modelo físico de pilha. A ideia de fornecer tais materiais foi a de dar condições aos professores de realizarem algumas das atividades discutidas durante o curso, caso desejassem, bem como de incentivá-los para realizar trabalhos diferenciados durante suas aulas de eletroquímica.

A Figura 23 apresenta o momento em que o kit foi apresentado para os professores. Em seguida, foi realizado um sorteio de 12 kits.

Figura 23 - Distribuição dos kits eletroquímica ao final do curso

Fonte: O autor (2017)

Ao término do encontro, foi feita uma foto com os professores que participaram do curso, a fim de registrar o importante momento na formação continuada de professores de química em Joinville, conforme a Figura 24.

Figura 24 - Professores que concluíram o curso de formação continuada

Fonte: O autor (2017)

6.2 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DE P1

Para discutir a maneira com que P1 pensa o ensino de eletroquímica e o faz em suas aulas, primeiramente serão apresentadas as informações básicas de sua trajetória pessoal e docente e alguns aspectos iniciais sobre o ensino de eletroquímica. Em seguida, serão discutidos os indícios de desenvolvimento dos conhecimentos de P1 em seu ePCK e pPCK, buscando relações com o cPCK.

6.2.1 Caracterização de P1 - perfil pessoal e trajetória na docência

P1 possui 26 anos de idade em 2019 e leciona Química no ensino médio há aproximadamente 6 anos e meio. P1 é formada em Licenciatura em Química, pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e possui mestrado profissional em ensino de ciências, matemática e tecnologias, na mesma universidade. Além disso, P1 cursou uma especialização em metodologia de ensino em química e biologia, na modalidade a distância. Desde então, em

termos de capacitação, P1 participou apenas do curso de formação continuada sobre eletroquímica, objeto de discussão dessa pesquisa.

P1 considerou em 2016 que, em uma escala de dificuldade, aprender o conteúdo de oxirredução é médio, enquanto ensinar tal conteúdo é difícil. Ressalta que essa dificuldade consiste na quantidade de conteúdos de que o professor precisa dar conta durante o ano letivo, bem como a quantidade de conteúdo dentro da oxirredução. Para P1, é melhor trabalhar uma quantidade menor de conteúdo, mas ensinar com qualidade, do que dar conta apenas da quantidade. Em 2018, ao pensar sobre esses mesmos pontos, P1 considerou que tanto aprender como ensinar o conteúdo de oxirredução é algo difícil. A argumentação de P1 foi bastante parecida com aquela utilizada em 2016, afirmando que o professor pode tentar tornar essa tarefa mais fácil, desde que aborde apenas o básico do assunto, uma vez que são muitos conteúdos para o pouco tempo normalmente disponível nas aulas.

6.2.2 Análise do pensamento de P1 e seu pPCK

Buscando elucidar os conhecimentos de P1 em relação ao ensino de eletroquímica, realizaram-se entrevistas antes e depois do curso de formação continuada em que P1 respondeu ao instrumento CoRe e refletiu sobre alguns pontos relacionados ao ensino de eletroquímica. Durante suas reflexões, é possível perceber indícios de seu pPCK e, a partir de uma comparação temporal, buscou-se observar as principais mudanças de seu pensamento, se houve desenvolvimento de seu pPCK e sua relação com o curso de formação continuada e, consequentemente, o cPCK.

6.2.2.1 CoRe de P1 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada

Em 2016, ao refletir sobre o ensino de eletroquímica de maneira geral, a partir do CoRe, P1 apontou três ideias/conceitos que considerava ser centrais neste conteúdo: a) vocabulário utilizado, b) pilhas e baterias, e c) equações químicas envolvidas.

Ao pensar sobre cada uma dessas ideias/conceitos separadamente, P1 afirmou que achava importante os alunos aprenderem sobre o “vocabulário utilizado” uma vez que eles precisam se adaptar à linguagem científica e ao vocabulário específico usado especialmente em alguns conteúdos em que são utilizadas palavras que estão associadas a outras coisas no cotidiano dos alunos. P1 citou como exemplo que a palavra redução traz uma conotação para

os alunos de que algo está diminuindo e, durante as aulas, eles veem que há um ganho de elétrons. Segundo P1, isso vira uma confusão. Então P1 afirmou que trabalha o que quer dizer cada termo, ao falar de redução explica que o número de oxidação é que diminui, e também discute o que significa o número de oxidação. Para P1, a partir do momento em que faz sentido para os alunos todos esses termos é que se começa a alfabetização científica.

Pensando especialmente sobre “pilhas e baterias”, P1 disse que é importante que os alunos aprendam essa ideia/conceito, pois é algo que está diretamente relacionado ao cotidiano deles e permite que associem com mais facilidade a importância do conteúdo a partir de uma situação prática.

Sobre a importância de aprender sobre as “equações químicas envolvidas”, P1 afirmou que os alunos precisam aprender isso, uma vez que é a parte química envolvida nos conteúdos, a parte do simbolismo que o professor trabalha. P1 argumentou novamente em termos da alfabetização científica, dizendo que é preciso adequar a linguagem formal utilizada à linguagem específica usada na química, de modo que ao se deparar com uma equação química o aluno seja capaz de compreender o que significa.

Refletindo sobre a questão 3 (O que mais você sabe sobre esta ideia/conceito?), P1 trouxe alguns outros termos em “vocabulário utilizado”, tais como eletrólito, ponte salina, que são outros termos trabalhados dentro desta ideia/conceito que não havia falado ainda.

Sobre as “pilhas e baterias”, P1 falou sobre a questão ambiental, do descarte das pilhas, do lixo e da conscientização envolvida nessa situação. P1 afirmou que nem sempre consegue trabalhar com isso, pois normalmente o cronograma de aulas acaba atrasando com a entrega de relatórios, entre outras situações que impossibilitam dar tempo de chegar a essa abordagem.

Ao pensar sobre as “equações químicas envolvidas”, P1 não foi muito além, mas apenas refletiu sobre não ter clareza se é uma dificuldade própria em apresentar uma proposta que ajude os alunos a superarem sua dificuldade em compreender as equações químicas ou se é uma aversão deles mesmos em relação a isso. P1 afirmou que percebe que as equações químicas não têm muito significado para os alunos, de modo que às vezes parece que falta algo, que fica muito superficial.

Sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino das ideias/conceitos elencadas inicialmente, P1 afirmou que sobre “vocabulário utilizado” são vários os termos em que percebe dificuldade dos alunos, especialmente na compreensão sobre o número de oxidação. Segundo P1, quando os alunos precisam usar este termo na apresentação de seus trabalhos, eles sempre usam suas “colinhas”, de modo que fica perceptível que eles não se sentem à vontade para usar

o conceito. Muitos alunos usam o termo “carga” ao invés de número de oxidação. Além disso, os alunos confundem bastante os eletrodos, cátodo e ânodo, de modo que eles ficam restritos a falar sobre o polo ser positivo ou negativo, sem usar o termo cátodo e ânodo. P1 acredita que por não fazer parte do vocabulário dos alunos, eles não se sentem à vontade em utilizar tais termos. De acordo com P1:

Às vezes eles falam na pesquisa que fizeram, mas ao questionar eles, eu vejo que não compreenderam realmente. Geralmente eles fogem das palavras formais, usam apenas oxidação, redução, e as demais eles tentam usar palavras mais próximas deles, por exemplo, “cargas” (P1, CoRe-Entrevista, 2016).

Sobre “pilhas e baterias”, P1 afirmou que os alunos apresentam dificuldades em compreender a diferença entre uma pilha e uma bateria, de modo que nos trabalhos solicitados durante as aulas, em que os grupos de alunos precisam construir um experimento que envolva oxirredução, os alunos muitas vezes montam baterias e as chamam de pilha. Parte disso é decorrente das pesquisas feitas puramente na internet, em que os alunos pegam tudo pronto e assim acabam não sabendo exatamente o que estão fazendo.

Ao refletir sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino das “equações químicas envolvidas”, P1 disse que, quando trabalha as semi-reações e depois a reação global, percebe que os alunos possuem dificuldades em associar as três. P1 relata que:

Alguns alunos vieram me perguntar enquanto faziam seus relatórios, se estava certo usar três, ou se eles escolhiam uma apenas. Acho que outros alunos omitiram isso no relatório, não porque não encontraram, mas porque não se sentem à vontade de usar (P1, CoRe-Entrevista, 2016).

Ao responder à questão 5 do CoRe, P1 afirmou que conhecer essas dificuldades faz com que seu ensino mude em alguns aspectos. Em especial, sobre o “vocabulário utilizado”, P1 começou a trabalhar de maneira introdutória uma pesquisa que envolve a discussão coletiva sobre o significado de vários termos usados na eletroquímica, sendo que antes ela é quem definia os termos ao trabalhar os conteúdos. Segundo P1, depois que mudou essa maneira de trabalhar, percebeu que embora ainda perceba algumas dificuldades, a situação melhorou um pouco.

P1 disse que, especificamente sobre “pilhas e baterias”, às vezes acha que a forma que vem trabalhando com esta ideia/conceito pode alimentar a concepção dos alunos de que a oxirredução só acontece em metais. Se, por um lado, a aula fica mais contextualizada com o trabalho sobre pilhas e baterias, por outro, são criados obstáculos que o professor vai perceber lá na frente.

Em relação às “equações químicas envolvidas”, P1 afirmou que não tem uma aula para explorar isso especificamente, mas que durante a preparação dos experimentos que os alunos apresentam no trabalho solicitado por P1, acontece também a pesquisa das reações químicas envolvidas e, durante a apresentação, os alunos também falam das reações. P1 disse que talvez pudesse trabalhar mais junto com eles, retomando depois no quadro as equações das reações, pois como ela não faz isso junto com os alunos, eles podem pensar que não é algo muito importante.

Ao refletir sobre a questão 6 do CoRe, P1 não acrescenta nenhuma informação à ideia/conceito de “vocabulário utilizado” e de “equações químicas envolvidas”.

Já em relação a “pilhas e baterias”, P1 diz que existem outros fatores que influenciam no ensino desta ideia/conceito, especialmente se os alunos aprenderam sobre os íons no primeiro ano. Segundo P1, muitas vezes os alunos não sabem nem diferenciar um cátion de um ânion. Além disso, saber sobre os ácidos e as bases, até para poder falar sobre o eletrólito presente no experimento que os alunos constroem para apresentar. P1 enfatiza, mais uma vez, a grande dificuldade que percebe de os alunos compreenderem alguns conceitos, dizendo que:

Eles não sabem sobre o número de oxidação. Como eu faço trabalho em grupos, às vezes eu não consigo acompanhar a dificuldade de cada um particularmente, só tenho uma breve noção. Durante a apresentação deles eu vejo algumas dessas coisas. Quando eles trazem algumas equações e eu questiono quem [se] oxidou e quem [se] reduziu, eles já não conseguem muitas vezes, assim como se eu pergunto quem é cátion e quem é ânion. Além disso, saber sobre ácidos e bases, para poder falar sobre o eletrólito deles. Teve um grupo que apresentou sobre uma pilha de batata, e eles afirmaram que o eletrólito era ácido, mas talvez apenas porque o grupo anterior que falou sobre pilha de limão respondeu isso (P1, CoRe-Entrevista, 2016).

Sobre os procedimentos/estratégias usados para trabalhar com cada ideia/conceito, P1 disse que sobre “vocabulário utilizado” realiza um trabalho com um questionário introdutório, em que cada aluno faz em seu caderno uma pesquisa respondendo o significado sobre alguns termos e depois discutem coletivamente as respostas da turma. De acordo com P1, algumas vezes eles trazem respostas erradas, encontram na internet coisas erradas e este momento é importante para esclarecer o significado de alguns termos.

Para trabalhar com as “pilhas e baterias”, P1 afirmou que usa essa ideia/conceito como tema do assunto, durante todas as aulas deste conteúdo. P1 disse que realiza um trabalho experimental em que cada grupo procura uma experiência que envolva os processos de oxirredução e geralmente são experimentos de pilhas ou baterias. Eles apresentam para toda a turma e depois fazem um relatório experimental para apresentar e discutir os resultados do experimento que fizeram. P1 ressaltou que os alunos se preocupam bastante em buscar os

materiais, em fazer funcionar, e pelo relatório ela faz com que eles se preocupem em entender o que realmente aconteceu. Antes, P1 não cobrava o relatório e alguns alunos não sabiam quem tinha se oxidado, quem tinha se reduzido, mas só sabiam afirmar que tinha funcionado o experimento, ou que a calculadora tinha ligado, por exemplo. Esse fechamento com o relatório foi uma tentativa de reorganizar as ideias, explorando o que foi feito. Ainda sobre a produção escrita do relatório, P1 diz que é a maneira que encontra para trabalhar com as “equações químicas envolvidas”.

Para avaliar a compreensão ou confusão dos alunos sobre o “vocabulário utilizado” nas aulas de eletroquímica, P1 afirmou que, durante as discussões, tenta sempre ir observando o processo de compreensão dos alunos sobre os termos estudados, principalmente no questionário introdutório.

Durante a experiência, P1 observa a apresentação deles, a comunicação verbal, e depois, no relatório, a parte escrita. Sobre as “pilhas e baterias”, P1 avaliou durante as apresentações se os alunos sabem o que é uma pilha e uma bateria, se eles confundem pilha e bateria. Segundo P1, muitas vezes os alunos pesquisam na internet e confundem o que é uma pilha e o que é uma bateria.

Em relação às “equações químicas envolvidas”, P1 verificou no relatório escrito pelos alunos se as equações apareceram corretamente. Entretanto, essa verificação se deu apenas em termos de conceder ou descontar notas por isso, uma vez que P1 não teve outras aulas com os estudantes após a entrega e correção dos relatórios.

P1 afirmou que esse ano não realizou qualquer avaliação sobre este conteúdo, pois ficou desanimada ao ver que os alunos não estudam. Por isso, preferiu realizar um trabalho. P1 argumentou que:

É ruim porque a gente não sabe exatamente o quanto o aluno se apropriou, olhando no grupo a gente não sabe se ele fez só por causa do colega que fez. E isso é de maneira geral, não é apenas nesse conteúdo. Às vezes chegava no dia da prova e eles falavam que não sabiam da prova, não tinha estudado, e se eu faço prova com consulta eu não consigo avaliar exatamente o que eles aprenderam (P1, CoRe-Entrevista, 2016).

P1 traz um aspecto importante a respeito da avaliação realizada em grupo, pois muitas vezes a tarefa de acompanhar o desempenho individual dos estudantes nesse tipo de atividade se torna difícil.

Diante das reflexões apresentadas por P1 ao longo do CoRe, é possível sintetizar os principais pontos trazidos por suas respostas. De maneira geral, o Quadro 18 representa as principais reflexões de P1 ao responder o CoRe em sua entrevista, antes do curso.

Quadro 18 - Síntese das respostas de P1 ao CoRe em 2016

Ideia/Conceito			
1	Vocabulário utilizado	Pilhas e baterias	Equações químicas envolvidas
2	Para se adaptar à linguagem científica e utilizar corretamente na eletroquímica termos que já possuem algum significado na vida do aluno (exemplo “redução”)	Pois está presente no cotidiano dos alunos e faz com que eles associem com mais facilidade o conteúdo, reconhecendo a importância do assunto	Para se alfabetizarem cientificamente, especialmente com o simbolismo envolvido, transformando sua linguagem formal em linguagem química e tornando-se capaz de compreender o significado de uma equação química
3	Alguns outros termos importantes como “eletrolito” e “ponte salina”	Os aspectos ambientais dos descartes de pilhas e a importante conscientização sobre isso	Considera que as equações parecem não ter muito significado para os alunos
4	Dificuldade dos alunos sobre o “número de oxidação” e utilizam termos como “carga”. Confusão de “cátodo” e “ânodo”. Os alunos fogem das palavras formais, mas tentam usar palavras do vocabulário deles.	Dificuldades dos alunos em diferenciar uma pilha de uma bateria. Considera ser reprodução das pesquisas da internet, sem criticidade na seleção dos materiais utilizados.	Dificuldades dos alunos em associar as duas semi-reações e a equação global. Alguns pensam que devem escolher uma para usar.
5	Começar a trabalhar com uma pesquisa introdutória, discutindo coletivamente os significados dos termos usados na eletroquímica. Antes P1 trazia as definições.	A forma de trabalhar pode reforçar a concepção de que os processos redox só ocorrem em metais, pois a contextualização do assunto fica restrita a isso.	Percebe a necessidade de trabalhar mais junto aos alunos as equações das reações envolvidas. Apenas solicita que os alunos tragam na apresentação e na escrita as equações das reações.
6	-	Se os alunos aprenderam sobre íons no primeiro ano do ensino médio, sobre ácidos, bases e sais. Muitas vezes os	-

		alunos não sabem diferenciar cátion e ânion.	
7	Trabalho de pesquisa com um questionário introdutório sobre os termos usados na eletroquímica. Discussão coletiva sobre os significados.	Explora em todas as aulas. Trabalho experimental em que os alunos pesquisam e executam um experimento envolvendo os processos redox de pilhas e baterias. Redação de relatório experimental	Redação de relatório experimental, em que reorganiza as ideias e tenta levar os alunos a entender realmente o que aconteceu no experimento a partir das equações químicas.
8	Durante as discussões nas aulas, mas principalmente na discussão sobre o questionário introdutório. Nas apresentações dos trabalhos, a comunicação verbal e no relatório escrito.	Durante as apresentações e discussão dos trabalhos apresentados.	No relatório escrito.

Fonte: O autor (2016)

Em 2018, P1 refletiu novamente sobre o ensino de eletroquímica a partir do CoRe e apontou quatro ideias/conceitos como centrais neste conteúdo: a) reações de oxidação/redução. B) Pilhas e baterias, c) Termos específicos, e d) Equilíbrio iônico.

Ao pensar separadamente para cada ideia/conceito, P1 afirmou que é importante para os estudantes aprenderem sobre “reações de oxidação/redução” pois elas são a base de toda a eletroquímica e a partir disso os alunos podem identificar quem está se oxidando e quem está se reduzindo. Para “Pilha e baterias” P1 argumentou ser importante, já que é a aplicação dos conceitos da eletroquímica e nessa temática os alunos podem pensar sobre como foi possível “gerar” energia em uma pilha ou bateria e por meio desse estudo entender o uso dos termos químicos específicos.

Nesse sentido, sobre a importância de aprender sobre os “termos específicos”, P1 argumentou que, na eletroquímica, existem diversos termos que podem significar coisas diferentes ou então, por si só, dizem diversas coisas como, por exemplo, ao falar sobre ‘cátodo’ o estudante já sabe se está falando do material que foi reduzido.

Para “equilíbrio iônico”, P1 afirmou ser importante que os alunos estudem tal ideia/conceito para entender a relação entre tais conteúdos, já que muitas vezes eles constroem experimentos usando a ponte salina mas não sabem explicar o motivo pelo qual a pilha cessa seu funcionamento sem a ponte salina ou, até mesmo, não conseguem pensar nos íons que estão envolvidos em todo o processo de oxirredução.

Refletindo sobre a terceira questão do CoRe (O que mais você sabe sobre esta ideia/conceito?), P1 disse que em “reações de oxidação/redução” sabe que existem essas reações envolvendo compostos orgânicos, mas que nem sempre consegue abordá-las. P1 afirmou que alguns alunos até tentaram apresentar trabalhos que envolviam essa situação, como na oxidação da maçã, mas que tiveram muita dificuldade em explicar e entender as estruturas das substâncias. Segundo P1, para os alunos, as estruturas parecem mais um monte de traços e, com isso, a apresentação dos alunos fica um pouco limitada a ‘copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando’.

Em relação à ideia/conceito “Pilhas e baterias”, P1 diz que sabe sobre a importância de abordar também os impactos ambientais do uso de pilhas, seu descarte correto e a conscientização ambiental atrelada a esta abordagem. Segundo P1, muitas pessoas não sabem o que fazer com as pilhas depois do uso e até mesmo descartam de forma incorreta.

Sobre os “termos específicos”, P1 afirmou que nem sempre consegue explorar todos os termos que gostaria e sabe que existem alguns outros termos importantes como ‘equações e semi-reações’, ‘equação global’, ‘diferença de potencial’, etc. Segundo P1, o tempo muitas vezes atrapalha que todos os termos importantes sejam abordados, além de que os próprios alunos apresentam dificuldades de compreensão nos termos básicos como ‘cátodo’, ‘ânodo’, ‘agente oxidante’, ‘agente redutor’, ‘quem se oxidou’, ‘quem se reduziu’.

Já para “equilíbrio iônico”, P1 não respondeu saber alguma outra coisa sobre essa ideia/conceito.

Sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino das ideias/conceitos elencados inicialmente, P1 afirmou que nas “reações de oxidação/redução” os estudantes apresentam dificuldades em compreender o número de oxidação e, conseqüentemente, na identificação dos processos redox a partir do número de oxidação. Para “Pilhas e baterias”, as dificuldades estão relacionadas à incorporação das ideias. P1 argumentou que os estudantes compreendem na teoria o que está acontecendo na pilha ou bateria, mas nem sempre conseguem apresentar corretamente seus trabalhos, reproduzindo erros da internet ou de materiais que eles utilizam sem criticidade.

Em relação aos “termos específicos”, P1 respondeu que são várias dificuldades em utilizar corretamente alguns termos, mas que especialmente os conceitos de ‘agente oxidante’ e ‘agente redutor’ é algo que causa bastante confusão entre os estudantes, de modo que vários utilizam esses conceitos de forma invertida.

Por fim, sobre “equilíbrio iônico”, P1 afirmou que os estudantes têm dificuldades acerca de conceitos básicos como, por exemplo, saber o que é o íon e isso gera outros problemas na aprendizagem.

Ao responder sobre a quinta questão do CoRe, P1 afirmou que, sabendo dessas dificuldades, toma algumas medidas e precauções em suas aulas. Sobre “reações de oxidação/redução”, P1 evita ficar trabalhando com os alunos as regras de cálculo do número de oxidação, mas já fornece os valores para os alunos. P1 defende a ideia de que prefere abordar com mais qualidade as reações de oxidação e redução, enfatizando a variação do número de oxidação, bem como a aplicação e interpretação desses fenômenos pelos alunos do que os cálculos de Nox especificamente. Além disso, sobre “Pilhas e baterias”, busca sempre avisar antecipadamente que os estudantes precisam filtrar suas pesquisas na internet e justifica que o estudo sobre o que é uma pilha e uma bateria nas aulas auxilia os estudantes a terem condições de não aceitar simplesmente o que encontram na internet mas possam pensar o porquê é uma pilha ou o porquê é uma bateria.

Sobre “termos específicos”, P1 respondeu que busca alertar os alunos sobre a confusão dos termos ‘agente oxidante’ e ‘agente redutor’, lembrando-os que a palavra ‘agente’ significa quem está praticando a ação e não quem está sofrendo a mesma. Já em relação ao “equilíbrio iônico”, P1 procura revisar os conceitos necessários, retomar o uso da tabela periódica, formação de íons, características dos cátions e dos ânions. P1 complementa sua resposta dizendo que, no estudo da eletroquímica, existem muitos conceitos necessários, que lá atrás não fazem tanto sentido, mas que aqui são fundamentais.

Refletindo sobre a sexta questão do CoRe, P1 disse que vários fatores podem influenciar no ensino das ideias/conceitos elencados. Para “reações de oxidação/redução”, diversos conteúdos básicos, como saber representar uma reação química nas equações, o que são reagentes e produtos, as cargas envolvidas nas reações, a leitura e a escrita. P1 discorreu dizendo que os estudantes ficam confusos com algumas ideias como, por exemplo, quando uma espécie perde elétrons e o número de oxidação aumenta. Para P1, é difícil eles conceberem que perder algo pode acarretar no aumento de algo.

Já para “Pilhas e baterias”, P1 argumentou novamente a necessidade de termos básicos como influência no ensino dessa ideia/conceito, pois ao trabalhar com pilhas alcalinas, por exemplo, os estudantes sequer sabem o que significa ‘alcalina’ e mesmo falando que é um eletrólito de caráter ‘básico’ nem sempre a informação faz sentido para eles.

Em relação aos “termos específicos”, P1 discorreu novamente sobre o pouco tempo para lecionar em relação à grande quantidade de conteúdos e o quanto isso afeta no ensino dessa ideia/conceito. P1 afirmou que prefere explorar com mais qualidade do que trabalhar várias coisas e seus alunos não compreenderem direito. Além disso, o próprio sistema de avaliação das escolas também influencia no tempo disponível para ensinar os conceitos, já que se optar por realizar uma avaliação precisará reservar outra aula para a recuperação.

Sobre o “equilíbrio iônico”, P1 reafirmou a influência do estudante não saber conceitos fundamentais para seguir adiante no conteúdo, sem argumentar muito a respeito.

Refletindo sobre os procedimentos/estratégias utilizados para abordar cada ideia/conceito, P1 não respondeu separadamente, mas elaborou uma resposta geral, considerando que suas estratégias englobam o trabalho constante com as quatro ideias/conceitos.

Para P1, são estratégias o uso de exemplos de reações de oxidação/redução durante suas explicações, discussões sobre a definição de termos específicos da eletroquímica, o uso de questionários, a utilização de história em quadrinhos e vídeos que ajudam na compreensão desses termos e na reafirmação da importância em saber sobre tais conceitos, trabalho de pesquisa para a apresentação de trabalhos; a apresentação de seminários com atividades experimentais desenvolvidas pelos próprios alunos; a redação de relatório experimental e a realização de exercícios de aprendizagem.

P1 argumentou que não cobra dos alunos a compreensão sobre os termos específicos da eletroquímica (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução, etc.) já no início, mas que durante as aulas e discussões espera que os estudantes consigam se apropriar e aplicar corretamente esses conceitos.

Em relação à oitava pergunta do CoRe, P1 também não refletiu separadamente para cada ideia/conceito, mas argumentou que para avaliar a compreensão ou confusão dos estudantes sobre as ideias/conceitos se baseia na própria prática das aulas, especialmente durante as apresentações dos trabalhos e nos relatórios experimentais entregues pelos alunos. P1 afirmou que tenta observar se os estudantes conseguem representar as reações, discutir, identificar

corretamente, tanto na comunicação oral durante a execução dos experimentos e apresentações, como na parte escrita, durante as próprias explicações ou redação do relatório.

Segundo P1, quando percebe a necessidade de aplicar uma avaliação escrita e uma recuperação além destes trabalhos para suprir alguma deficiência de aprendizagem, é o caminho que procura seguir.

De maneira geral, o Quadro 19 representa as principais reflexões de P1 ao responder o CoRe em sua entrevista.

Quadro 19 - Síntese das respostas de P1 ao CoRe em 2018

Ideia/Conceito				
1	Reações de oxidação/redução	Pilhas e Baterias	Termos específicos	Equilíbrio iônico
2	Pois é a base da eletroquímica toda. Eles precisam saber quem está oxidando e quem está reduzindo	É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo	Pois na eletroquímica existem termos específicos para vários aspectos que significam várias coisas. Por exemplo, quando fala “cátodo” já se sabe que está falando do material que reduziu	Para entender que tem relação. Eles constroem uma ponte salina e às vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. Às vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim. Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão.

3	Que a oxidação e redução também envolvem compostos orgânicos e eu nem sempre consigo trabalhar. Uns alunos até tentaram fazer na apresentação a experiência de oxidação da maçã, mas tiveram muita dificuldade de explicar e entender as estruturas, que para eles estão em cima de traços apenas. A apresentação fica muito “copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando”.	A importância de abordar sobre o descarte das pilhas e a conscientização ambiental. Muitos não sabem o que fazer ou até descartam incorretamente.	Nem sempre consigo abordar as equações, semi-reações, equação global, diferença de potencial. Tanto pelo tempo como por ver que eles possuem dificuldades já nos conceitos básicos (cátodo, ânodo, agente oxidante e redutor, quem oxidou, quem reduziu)	-
4	Os alunos possuem dificuldades de compreender o número de oxidação para pensar nas reações de oxidação e redução.	Eles entendem teoricamente a diferença de pilha e bateria, mas na prática muitos não conseguem apresentar corretamente ou nas pesquisas escritas, pois reproduzem muitos erros da internet.	Os alunos possuem dificuldade em utilizar termos como agente oxidante e agente redutor. Eles acham que na redução tem o agente redutor e na oxidação o agente oxidante.	Tem aluno que não sabe o que é um íon. As turmas são muito heterogêneas.
5	Às vezes eu já passo o valor do Nox direto para eles, para ver com qualidade a parte	Aviso, de antemão, que não se pode confiar em tudo que está na internet e que	Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção	Procurro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê

	<p>da reação de oxidação e redução, enfatizando a variação do Nox e assim cobro apenas a aplicação e interpretação disso.</p>	<p>por isso a gente estuda os conceitos e termos antes, entender o que é uma pilha e o que é uma bateria. Não basta olhar o título do experimento e aceitar, mas saber o porquê é uma pilha ou uma bateria.</p>	<p>deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos.</p>	<p>é um íon, falo do cátion e do ânion. Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo.</p>
--	---	---	---	--

6	<p>Os conteúdos básicos, como por exemplo não saber a representação das reações químicas nas equações, o que vem antes e depois da seta. As cargas envolvidas nas reações também causam confusão, pois quando há perda de elétrons o número de oxidação aumenta (como que aumenta se perdeu, isso fica confuso para os alunos às vezes). Alguns alunos possuem dificuldades de leitura e escrita.</p>	<p>Ao trabalhar com outros tipos de pilhas como, por exemplo, a pilha alcalina. Muitos alunos não compreendem o que significa “alcalina”, e mesmo falando do eletrólito ser básico a informação nem sempre faz sentido para eles.</p>	<p>O pouco tempo para trabalhar. Não consigo chegar na diferença de potencial, nas semi-reações e equação global, pois acho que não é só passar, precisa trabalhar com qualidade e ao ver as dificuldades deles não avanço muito. Se faço uma avaliação preciso fazer uma recuperação, se passo exercício preciso discutir e corrigir com eles. Tudo isso deixa o tempo apertado.</p>	<p>Os conceitos básicos mesmo, como relatei. Se o aluno não sabe o que é um íon, por exemplo, não vai ser possível ir para frente.</p>
7	<p>Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução).</p> <p>Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios.</p> <p>Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto.</p>			
8	<p>A avaliação se baseia na própria prática, se eles realmente compreenderam. Na apresentação dos trabalhos e nos relatórios. Verifico se conseguiram representar as reações, souberam discutir, identificaram corretamente, tanto na comunicação oral quanto na escrita.</p> <p>Faço uma avaliação escrita e recuperação apenas quando vejo necessidade para suprir a deficiência de aprendizagem no trabalho.</p>			

Fonte: O autor (2018)

6.2.2.2 Um olhar sobre o pensamento de P1 e as manifestações acerca de seu pPCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional

O *conhecimento da avaliação* apresentado por P1 não teve grandes modificações segundo as manifestações de suas reflexões sobre o CoRe em 2016 e 2018. O Quadro 20 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento da avaliação em 2016 e em 2018.

Quadro 20 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da avaliação

<u>Durante as discussões nas aulas, mas principalmente na discussão sobre o questionário introdutório. Nas apresentações dos trabalhos, a comunicação verbal e no relatório escrito.</u> (P1, Resposta Questão 8 Core-Entrevista, 2016)
<u>Durante as apresentações e discussão dos trabalhos apresentados.</u> (P1, Resposta Questão 8 Core-Entrevista, 2016)
<u>No relatório escrito.</u> (P1, Resposta Questão 8 Core-Entrevista, 2016)
<u>A avaliação se baseia na própria prática, se eles realmente compreenderam. Na apresentação dos trabalhos e nos relatórios. Verifico se conseguiram representar as reações, souberam discutir, identificaram corretamente, tanto na comunicação oral quanto na escrita. Faço uma avaliação escrita e recuperação apenas quando vejo necessidade para suprir a deficiência de aprendizagem no trabalho.</u> (P1, Resposta Questão 8 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Embora em 2016, P1 tenha refletido e tentado elencar os instrumentos de avaliação que utilizava para avaliar a compreensão dos alunos sobre cada ideia/conceito separadamente, em 2018 fez uma reflexão geral, que contemplou os mesmos aspectos abordados em 2016. Todas as reflexões relacionadas ao conhecimento da avaliação que P1 apresentou foram em resposta à Questão 8 do CoRe (Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia/conceito?). As manifestações levam à conclusão de que não houve grandes modificações desse conhecimento de P1 de 2016 para 2018, sugerindo que seu *Conhecimento da avaliação* tenha se mantido.

O *conhecimento pedagógico* de P1 foi identificado nos momentos em que refletiu sobre os aspectos didáticos de suas aulas. O Quadro 21 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento pedagógico em 2016 e em 2018.

Quadro 21 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento pedagógico

<u>Começo a trabalhar com uma pesquisa introdutória, discutindo coletivamente os significados dos termos usados na eletroquímica. Antes, eu trazia as definições. (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)</u>
<u>Trabalho de pesquisa com um questionário introdutório sobre os termos usados na eletroquímica e discussão coletiva sobre os significados (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)</u>
<u>Exploro em todas as aulas. Trabalho experimental em que os alunos pesquisam e executam um experimento envolvendo os processos redox de pilhas e baterias. Redação de relatório experimental (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)</u>
<u>Redação de relatório experimental, em que reorganizo as ideias e tento levar os alunos a entender realmente o que aconteceu no experimento a partir das equações químicas. (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)</u>
<u>Às vezes eu já passo o valor do Nox direto para eles, para ver com qualidade a parte da reação de oxidação e redução, enfatizando a variação do Nox e assim cobro apenas a aplicação e interpretação disso (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u>
<u>Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos. (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u>
<u>Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução). Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios. Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto. (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

É possível verificar que P1 traz aspectos de seu conhecimento pedagógico especialmente quando reflete sobre a Questão 5 (Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no ensino sobre esta ideia/conceito?) e Questão 7 (Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia/conceito?) do Core-Entrevista. Ou seja, a reflexão é feita sempre no sentido de esclarecer como P1 organiza suas aulas e que cuidados tenta tomar para tornar sua abordagem o mais didática possível.

Assim como fez durante a reflexão que envolveu seus conhecimentos pedagógicos, P1 tentou elencar separadamente as estratégias que utiliza para ensinar cada uma das ideias/conceitos aos seus alunos em 2016, enquanto que em 2018 fez um comentário geral. Embora não tenha comentado separadamente é possível observar uma boa articulação e reflexão em sua resposta no que tange ao uso das estratégias, ao ensino de cada ideia e à articulação das mesmas no processo de ensino e aprendizagem. Perante tais manifestações, acredita-se que o *Conhecimento Pedagógico* de P1 não teve modificações que sugiam um aumento ou melhora desse conhecimento.

O *conhecimento do conteúdo* apresentado por P1 foi manifestado primeiramente nas ideias/conceitos elencadas no CoRe-Entrevista e em reflexões feitas durante várias das questões respondidas. O Quadro 22 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento do conteúdo em 2016 e em 2018.

Quadro 22 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento do conteúdo

<u>Vocabulário utilizado</u> (P1, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Pilhas e Baterias</u> (P1, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Equações químicas envolvidas</u> (P1, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Alguns outros termos importantes como “eletrólito” e “ponte salina”</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2016)
<u>Os aspectos ambientais dos descartes de pilhas e a importante conscientização sobre isso</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldade dos alunos sobre o “número de oxidação” e utilizam termos como “carga”. Confusão de “cátodo” e “ânodo”</u> . Os alunos fogem das palavras formais, mas tentam usar palavras do vocabulário deles. (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldades dos alunos em diferenciar uma pilha de uma bateria</u> . Considera ser reprodução das pesquisas da internet, sem criticidade na seleção dos materiais utilizados. (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldades dos alunos em associar as duas semi-reações e a equação global. Alguns pensam que devem escolher uma para usar</u> . (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Minha forma de trabalhar pode reforçar a concepção de que os processos redox só ocorrem em metais</u> , pois a contextualização do assunto fica restrita a isso. (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>Se os alunos aprenderam sobre íons no primeiro ano do ensino médio, sobre ácidos, bases e sais. Muitas vezes os alunos não sabem diferenciar cátion e ânion</u> . (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2016)
<u>Reações de oxidação/redução</u> (P1, Questão 1 Core-Entrevista, 2018)

<u>Pilhas e Baterias</u> (P1, Questão 1 Core-Entrevista, 2018)
<u>Termos específicos</u> (P1, Questão 1 Core-Entrevista, 2018)
<u>Equilíbrio iônico</u> (P1, Questão 1 Core-Entrevista, 2018)
<u>Pois é a base da eletroquímica toda. Eles precisam saber quem está oxidando e quem está reduzindo</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Pois na eletroquímica existem termos específicos para vários aspectos que significam várias coisas. Por exemplo, quando fala “cátodo” já se sabe que está falando do material que reduziu</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Para entender que tem relação. Eles constroem uma ponte salina e às vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. Às vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim. Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Que a oxidação e redução também envolvem compostos orgânicos</u> e eu nem sempre consigo trabalhar. Uns alunos até tentaram fazer na apresentação a experiência de oxidação da maçã, mas tiveram muita dificuldade de explicar e entender as estruturas, que para eles estão em cima de traços apenas. A apresentação fica muito “copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando” (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>A importância de abordar sobre o descarte das pilhas e a conscientização ambiental. Muitos não sabem o que fazer ou até descartam incorretamente</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Nem sempre consigo abordar as equações, semi-reações, equação global, diferença de potencial. Tanto pelo tempo como por ver que eles possuem dificuldades já nos conceitos básicos (cátodo, ânodo, agente oxidante e redutor, quem oxidou, quem reduziu).</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldades de compreender o número de oxidação para pensar nas reações de oxidação e redução</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Eles entendem teoricamente a diferença de pilha e bateria, mas na prática muitos não conseguem apresentar corretamente</u> ou nas pesquisas escritas, pois reproduzem muitos erros da internet (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldade em utilizar termos como agente oxidante e agente redutor. Eles acham que na redução tem o agente redutor e na oxidação o agente oxidante</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)

<p><u>Tem aluno que não sabe o que é um íon. As turmas são muito heterogêneas (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Às vezes eu já passo o valor do Nox direto para eles, para ver com qualidade a parte da reação de oxidação e redução, enfatizando a variação do Nox e assim cobro apenas a aplicação e interpretação disso (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion. Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Ao trabalhar com outros tipos de pilhas como, por exemplo, a pilha alcalina. Muitos alunos não compreendem o que significa “alcalina”, e mesmo falando do eletrólito ser básico a informação nem sempre faz sentido para eles (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>O pouco tempo para trabalhar. Não consigo chegar na diferença de potencial, nas semi-reações e equação global, pois acho que não é só passar, precisa trabalhar com qualidade e ao ver as dificuldades deles não avanço muito. Se faço uma avaliação preciso fazer uma recuperação, se passo exercício preciso discutir e corrigir com eles. Tudo isso deixa o tempo apertado (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Os conceitos básicos mesmo, como relatei. Se o aluno não sabe o que é um íon, por exemplo, não vai ser possível ir para frente (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)</u></p>
<p><u>Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução). Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios. Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2018)</u></p>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Verifica-se que houve uma ampliação no conhecimento do conteúdo de P1 em relação a quais ideias/conceitos considera centrais em eletroquímica na Questão 1 do CoRe-Entrevista. Enquanto em 2016, P1 elencou “Vocabulário utilizado, Pilhas e baterias, e Equações químicas envolvidas”, em 2018 apontou “Reações de oxidação/redução, Pilhas e baterias, Termos específicos, e Equilíbrio iônico”. Alguns destes termos podem ser considerados iguais ou equivalentes, como “Pilhas e baterias” que se repetiu em 2016 e 2018, bem como “vocabulário utilizado” em 2016 e “termos específicos” em 2018, que dizem respeito a coisas semelhantes: o significado dos termos utilizados na eletroquímica. Cabe ressaltar que “reações de oxidação/redução” apontada em 2018 é mais amplo que “equações químicas envolvidas”, uma vez que ambas fazem referência aos mesmos fenômenos, mas enquanto uma é mais ampla e pode considerar os aspectos macroscópicos, simbólicos e representacionais, a outra apenas considera a representação na forma de equações das reações, e isso também pode indicar uma melhora no conhecimento do conteúdo de P1. Ademais, em 2018, P1 passa a considerar o “Equilíbrio iônico” como algo central no conteúdo, revelando que seu entendimento sobre o assunto foi modificando, ampliando a forma como vê o ensino de eletroquímica.

As reflexões de P1 que envolvem seu conhecimento do conteúdo permeiam várias de suas respostas, algumas que o tomam como premissa para explorar estratégias didáticas ou validar erros/dificuldades dos alunos em alguns assuntos, para organizar a sequência do que será ensinado, ou outras que revelam o conhecimento do conteúdo puro em que P1 demonstra o que sabe sobre a eletroquímica especificamente.

Em 2016, as reflexões que envolveram manifestações de seu conhecimento do conteúdo foram as respostas para as questões 1, 3, 4, 5 e 6, enquanto, em 2018, suas reflexões envolvem aspectos do conhecimento do conteúdo em praticamente todas as questões, especialmente nas questões 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Diante disso, é possível afirmar que P1 teve seu *Conhecimento do conteúdo* significativamente ampliado de 2016 para 2018, sendo manifestado mais vezes e melhor articulado a outros de seus conhecimentos ao longo das reflexões.

O *conhecimento dos alunos* apresentado por P1 foi manifestado em várias das respostas durante sua reflexão no CoRe-Entrevista. O Quadro 23 traz algumas dessas manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento dos alunos em 2016 e em 2018.

Quadro 23 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento dos alunos

<u>Para se adaptar à linguagem científica e utilizar corretamente na eletroquímica termos que já possuem algum significado na vida do aluno</u> (exemplo “redução”). (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Pois está presente no cotidiano dos alunos e faz com que eles associem com mais facilidade o conteúdo, reconhecendo a importância do assunto.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Para se alfabetizarem cientificamente</u> , especialmente com o simbolismo envolvido, transformando sua linguagem formal em linguagem química e <u>tornando-se capaz de compreender o significado de uma equação química.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Minha forma de trabalhar pode reforçar a concepção de que os processos redox só ocorrem em metais</u> , pois a contextualização do assunto fica restrita a isso. (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Para entender que tem relação. Eles constroem uma ponte salina e às vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. Às vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim. Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Que a oxidação e redução também envolvem compostos orgânicos e eu nem sempre consigo trabalhar. Uns alunos até tentaram fazer na apresentação a experiência de oxidação da maçã, mas tiveram muita dificuldade de explicar e entender as estruturas, que para eles estão em cima de traços apenas. A apresentação fica muito “copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando”</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>A importância de abordar sobre o descarte das pilhas e a conscientização ambiental. Muitos não sabem o que fazer ou até descartam incorretamente</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Nem sempre consigo abordar as equações, semi-reações, equação global, diferença de potencial. Tanto pelo tempo como por ver que eles possuem dificuldades já nos conceitos básicos (cátodo, ânodo, agente oxidante e redutor, quem oxidou, quem reduziu).</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldades de compreender o número de oxidação para pensar nas reações de oxidação e redução</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Eles entendem teoricamente a diferença de pilha e bateria, mas na prática muitos não conseguem apresentar corretamente ou nas pesquisas escritas, pois reproduzem muitos erros da internet</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldade em utilizar termos como agente oxidante e agente redutor. Eles acham</u>

que na redução tem o agente redutor e na oxidação o agente oxidante (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)

Tem aluno que não sabe o que é um íon. As turmas são muito heterogêneas (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)

Aviso, de antemão, que não se pode confiar em tudo que está na internet e que por isso a gente estuda os conceitos e termos antes, entender o que é uma pilha e o que é uma bateria. Não basta olhar o título do experimento e aceitar, mas saber o porquê é uma pilha ou uma bateria (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)

Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)

Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion. Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)

Os conteúdos básicos, como por exemplo não saber a representação das reações químicas nas equações, o que vem antes e depois da seta. As cargas envolvidas nas reações também causam confusão, pois quando há perda de elétrons o número de oxidação aumenta (como que aumenta se perdeu, isso fica confuso para os alunos as vezes). Alguns alunos possuem dificuldades de leitura e escrita (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)

Ao trabalhar com outros tipos de pilhas como, por exemplo, a pilha alcalina. Muitos alunos não compreendem o que significa “alcalina”, e mesmo falando do eletrólito ser básico a informação nem sempre faz sentido para eles (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)

Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução). Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios. Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto. (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2018)

P1 demonstrou possuir conhecimento dos alunos nos momentos em que levou em consideração o cotidiano dos estudantes e o que faz parte da vida deles, a maneira com que os estudantes pensam sobre os conteúdos e o mundo ao seu redor, como os estudantes se comportam, as concepções e dificuldades que os estudantes apresentam, bem como ao selecionar algumas estratégias e atividades que provavelmente também tomaram como base o interesse dos alunos e o que provavelmente motivam sua atenção e participação.

É possível notar que, enquanto P1 mobilizou seu conhecimento dos alunos 4 vezes em 2016, exclusivamente nas respostas da Questão 2 (Por que é importante para os estudantes aprenderem esta ideia/conceito?) e da Questão 5 (Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia/conceito?), em 2018 esse conhecimento foi mobilizado 15 vezes, incluindo reflexões tanto para as Questões 2 e 5, como para outras (Questão 3, 4, 6 e 7).

Essa situação sugere que o conhecimento dos alunos está mais bem elaborado e articulado aos outros conhecimentos que P1 possui, uma vez que suas reflexões consideraram indícios desse conhecimento em várias questões distintas.

Neste sentido, é possível afirmar que P1 teve seu *Conhecimento dos alunos* significativamente ampliado.

O *conhecimento curricular* apresentado por P1 foi verificado nos momentos em que sua reflexão levou em consideração aspectos do currículo como um todo, mas principalmente ao relacionar os conteúdos horizontalmente e verticalmente. O Quadro 24 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento curricular em 2016 e em 2018.

Quadro 24 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento curricular

<u>Se os alunos aprenderam sobre íons no primeiro ano do ensino médio, sobre ácidos, bases e sais. Muitas vezes os alunos não sabem diferenciar cátion e ânion.</u> (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2016)
<u>Pois é a base da eletroquímica toda.</u> Eles precisam saber quem está oxidando e quem está reduzindo (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Para entender que tem relação.</u> Eles constroem uma ponte salina e às vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. Às vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim. Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. <u>Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista,

2018)
<u>Às vezes eu já passo o valor do Nox direto para eles, para ver com qualidade a parte da reação de oxidação e redução, enfatizando a variação do Nox e assim cobro apenas a aplicação e interpretação disso (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u>
<u>Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion. Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)</u>
<u>Os conteúdos básicos, como por exemplo não saber a representação das reações químicas nas equações, o que vem antes e depois da seta. As cargas envolvidas nas reações também causam confusão, pois quando há perda de elétrons o número de oxidação aumenta (como que aumenta se perdeu, isso fica confuso para os alunos as vezes). Alguns alunos possuem dificuldades de leitura e escrita (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)</u>
<u>Os conceitos básicos mesmo, como relatei. Se o aluno não sabe o que é um íon, por exemplo, não vai ser possível ir para frente (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que em 2016, P1 mobilizou seu conhecimento curricular em apenas um momento, ao pensar sobre os conteúdos aprendidos pelos alunos no primeiro ano do ensino médio e sua importância para o aprendizado em eletroquímica. Em contrapartida, esse conhecimento foi mobilizado em seis momentos em 2018. Dentre suas respostas, a maioria faz referência a conteúdos anteriores que são fundamentais para os alunos aprenderem ou em que eles possuem dificuldades e, por isso, precisam ser retomados por P1.

Com base nesses resultados, é possível inferir que P1 teve uma melhora em seu *Conhecimento curricular*.

Em relação ao *conhecimento das estratégias instrucionais* apresentado por P1, foi possível verificar diversos momentos em que sua reflexão leva em consideração as estratégias e/ou recursos utilizados especificamente para transformar os conteúdos de eletroquímica em uma proposta didática, buscando facilitar o processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes. O Quadro 25 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das estratégias instrucionais em 2016 e em 2018.

Quadro 25 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das estratégias instrucionais

<u>Trabalho de pesquisa com um questionário introdutório sobre os termos usados na eletroquímica. Discussão coletiva sobre os significados.</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)
<u>Exploro em todas as aulas. Trabalho experimental em que os alunos pesquisam e executam um experimento envolvendo os processos redox de pilhas e baterias. Redação de relatório experimental.</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)
<u>Redação de relatório experimental, em que reorganizo as ideias e tento levar os alunos a entender realmente o que aconteceu no experimento a partir das equações químicas.</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)
<u>Às vezes eu já passo o valor do Nox direto para eles, para ver com qualidade a parte da reação de oxidação e redução, enfatizando a variação do Nox e assim cobro apenas a aplicação e interpretação disso</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro.</u> Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion.</u> Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. <u>Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução).</u> Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. <u>Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios. Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto.</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que ao responder à Questão 7 (Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia/conceito?) P1 reflete

separadamente para cada ideia/conceito elencada no CoRe, enquanto, em 2018, faz um comentário geral sobre todas estratégias utilizadas durante o ensino de eletroquímica como um todo. Entretanto, sua reflexão contempla aspectos suficientes que também levam em conta as ideias/conceitos elencados.

Além desse seu conhecimento ter sido mobilizado mais vezes em 2018, P1 passou a considerar tal conhecimento em reflexões sobre outras questões, sugerindo melhor articulação de seus conhecimentos. Cabe ressaltar que P1 trouxe reflexões sobre as estratégias que utiliza para ensinar seus alunos e também em relação à maneira com que normalmente as utiliza quando percebe que os estudantes apresentam uma ou outra dificuldade.

Em relação às estratégias utilizadas, as diferenças principais no pensamento de P1 consiste no trabalho de pesquisa em 2016 que não foi elencado em 2018, no trecho da série “Breaking Bad” apenas em 2018 e na maior ênfase dada em 2018 para a apresentação dos seminários com experimentos e na produção do relatório. Um ponto importante a ser ressaltado é que várias dessas estratégias também são utilizadas como instrumento de avaliação por P1.

Perante o exposto, é possível verificar que o *Conhecimento das estratégias instrucionais* apresentado por P1 em 2018 teve uma ligeira melhora em relação a 2016.

Sobre o *conhecimento da representação do conteúdo* apresentado por P1 foi verificado que algumas das respostas ao CoRe levavam em conta diversas maneiras de explorar a representação dos conteúdos de eletroquímica, considerando a exploração de distintas linguagens e recursos. O Quadro 26 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento da representação do conteúdo em 2016 e em 2018.

Quadro 26 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da representação do conteúdo

<u>Para se alfabetizarem cientificamente, especialmente com o simbolismo envolvido, transformando sua linguagem formal em linguagem química e tornando-se capaz de compreender o significado de uma equação química.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Percebo a necessidade de trabalhar mais junto aos alunos as equações das reações envolvidas. Apenas solicito que os alunos tragam na apresentação e na escrita as equações das reações.</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>Exploro em todas as aulas. Trabalho experimental em que os alunos pesquisam e executam um experimento envolvendo os processos redox de pilhas e baterias. Redação de relatório experimental</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2016)
<u>Redação de relatório experimental, em que reorganizo as ideias e tento levar os alunos a entender realmente o que aconteceu no experimento a partir das equações químicas.</u> (P1, Resposta Questão 7

Core-Entrevista, 2016)
<u>Durante as discussões nas aulas, mas principalmente na discussão sobre o questionário introdutório. Nas apresentações dos trabalhos, a comunicação verbal e no relatório escrito.</u> (P1, Resposta Questão 8 Core-Entrevista, 2016)
<u>É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Que a oxidação e redução também envolvem compostos orgânicos e eu nem sempre consigo trabalhar. Uns alunos até tentaram fazer na apresentação a experiência de oxidação da maçã, mas tiveram muita dificuldade de explicar e entender as estruturas, que para eles estão em cima de traços apenas. A apresentação fica muito “copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando”</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Exemplos de reações, definição dos termos, uso de vídeos que falem desses termos. Trecho da série Breaking Bad, enfatizando a importância de compreender os termos químicos (cátodo, ânodo, pilha, bateria, oxidação, redução). Não cobro a compreensão dos termos de imediato, mas a aplicação deles ao longo das aulas e discussões. Realizo trabalho de pesquisa para a apresentação dos trabalhos, as apresentações em si e a escrita dos relatórios. Também trabalhei com a história em quadrinhos que aborda esses conceitos e eu cobro a interpretação deles em um questionário com algumas perguntas coerentes com o texto.</u> (P1, Resposta Questão 7 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os indícios do conhecimento da representação do conteúdo, manifestados nas respostas de P1, revelam sua preocupação em explorar a eletroquímica e especificamente as reações de oxirredução sob a ótica do nível macroscópico em que os estudantes podem visualizar os fenômenos nos experimentos realizados, e também na representação dos fenômenos pela linguagem química a partir das equações das reações. P1 busca que seus alunos consigam utilizar a linguagem verbal para explicarem os fenômenos durante as apresentações dos seminários de experimentos e linguagem escrita na escrita dos relatórios. Essas ideias estão presentes nas respostas de P1 tanto em 2016 quanto em 2018.

Em 2018, P1 passou a considerar o uso de histórias em quadrinhos e com isso inclui outra forma de representar as reações de oxirredução, além das outras estratégias já utilizadas. Além disso, P1 comentou, em 2018, sobre a oxidação e redução vistas na perspectiva da química orgânica, que pode ser um modelo explicativo diferente daquele apresentado em suas aulas.

É importante comentar que, em muitos momentos, o conhecimento das estratégias instrucionais e o conhecimento da representação do conteúdo parecem se sobrepor e não possuir uma fronteira tão bem definida. No entanto, para essa análise tomou-se como base que o primeiro considera amplamente todas as estratégias e recursos didáticos explorados para o ensino do conteúdo específico, enquanto o segundo possivelmente explore o uso de estratégias e recursos didáticos, mas que consideram as diferentes formas de representar os assuntos estudados, seja nos níveis simbólico, macroscópico ou submicroscópico, ou então considerando o uso da linguagem falada e escrita, entre outras.

Embora a quantidade de manifestações em 2016 tenha sido maior do que em 2018, considera-se que, em qualidade, as respostas em 2018 apresentam mais indícios sobre diferentes maneiras de representar o conteúdo e com isso indicam uma modificação dos conhecimentos de P1. Por isso, é possível afirmar que houve uma melhora no *Conhecimento da representação do conteúdo* apresentado por P1.

O *conhecimento da compreensão dos alunos* apresentado por P1 levou em consideração as reflexões que consideraram as dificuldades dos estudantes, bem como seus comportamentos e pensamentos sobre o conteúdo de eletroquímica. O Quadro 27 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento da compreensão dos alunos em 2016 e em 2018.

Quadro 27 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da compreensão dos alunos

<u>Considero que as equações parecem não ter muito significado para os alunos</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldade dos alunos sobre o “número de oxidação” e utilizam termos como “carga”. Confusão de “cátodo” e “ânodo”. Os alunos fogem das palavras formais, mas tentam usar palavras do vocabulário deles.</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldades dos alunos em diferenciar uma pilha de uma bateria. Considera ser reprodução das pesquisas da internet, sem criticidade na seleção dos materiais utilizados.</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldades dos alunos em associar as duas semi-reações e a equação global. Alguns pensam que devem escolher uma para usar.</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Minha forma de trabalhar pode reforçar a concepção de que os processos redox só ocorrem em metais, pois a contextualização do assunto fica restrita a isso.</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>Se os alunos aprenderam sobre íons no primeiro ano do ensino médio, sobre ácidos, bases e sais. Muitas vezes os alunos não sabem diferenciar cátion e ânion.</u> (P1, Resposta Questão 6 Core-

Entrevista, 2016)
<u>Para entender que tem relação. Eles constroem uma ponte salina e às vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. Às vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim.</u> Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão. (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
Que a oxidação e redução também envolvem compostos orgânicos e eu nem sempre consigo trabalhar. <u>Uns alunos até tentaram fazer na apresentação a experiência de oxidação da maçã, mas tiveram muita dificuldade de explicar e entender as estruturas, que para eles estão em cima de traços apenas.</u> A apresentação fica muito “copiei, encontrei, não entendi, mas estou falando” (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
Nem sempre consigo abordar as equações, semi-reações, equação global, diferença de potencial. <u>Tanto pelo tempo como por ver que eles possuem dificuldades já nos conceitos básicos (cátodo, ânodo, agente oxidante e redutor, quem oxidou, quem reduziu)</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldades de compreender o número de oxidação para pensar nas reações de oxidação e redução</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Eles entendem teoricamente a diferença de pilha e bateria, mas na prática muitos não conseguem apresentar corretamente ou nas pesquisas escritas, pois reproduzem muitos erros da internet</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldade em utilizar termos como agente oxidante e agente redutor. Eles acham que na redução tem o agente redutor e na oxidação o agente oxidante</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Tem aluno que não sabe o que é um íon.</u> As turmas são muito heterogêneas (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion. <u>Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui.</u> O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive

tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)

Os conteúdos básicos, como por exemplo não saber a representação das reações químicas nas equações, o que vem antes e depois da seta. As cargas envolvidas nas reações também causam confusão, pois quando há perda de elétrons o número de oxidação aumenta (como que aumenta se perdeu, isso fica confuso para os alunos as vezes). Alguns alunos possuem dificuldades de leitura e escrita (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)

Ao trabalhar com outros tipos de pilhas como, por exemplo, a pilha alcalina. Muitos alunos não compreendem o que significa “alcalina”, e mesmo falando do eletrólito ser básico a informação nem sempre faz sentido para eles. (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os resultados mostram que, em 2016, o conhecimento da compreensão dos alunos apresentado por P1 foi manifestado em 6 respostas, para as Questões 3, 4, 5 e 6. Em contrapartida, em 2018, esse conhecimento se manifestou em 10 respostas, para as Questões 2, 3, 4, 5 e 6. Foram verificadas algumas semelhanças nas respostas de 2016 e 2018 como, por exemplo, a falta de criticidade dos alunos ao obterem conteúdos da internet sem pensar no porquê das coisas ou se informações estão corretas. Além disso, as dificuldades dos estudantes em incorporarem e utilizarem corretamente os conceitos e termos estudados em eletroquímica, bem como de conseguirem diferenciar uma pilha de uma bateria, são situações que se repetem nas reflexões de P1.

Em 2018, P1 passa a considerar a dificuldade dos alunos em compreender alguns conceitos como número de oxidação e íon que, em 2016, não tinha sido levada em consideração. Além disso, em uma de suas respostas, aponta a dificuldade dos estudantes com a leitura e a escrita.

É possível verificar que os indícios desse conhecimento apareceram mais vezes e em reflexões diferentes, mostrando-se mais bem desenvolvido e articulado. Assim, afirma-se que P1 teve seu *Conhecimento da compreensão dos alunos* melhorado em 2018.

O *conhecimento das práticas científicas* apresentado por P1 foi verificado nos momentos em que as reflexões de P1 levaram em consideração posturas embasadas em determinadas tendências de ensino e/ou princípios do ensino de química. O Quadro 28 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das práticas científicas em 2016 e em 2018.

Quadro 28 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das práticas científicas

<u>Para se adaptar à linguagem científica e utilizar corretamente na eletroquímica termos que já possuem algum significado na vida do aluno</u> (exemplo “redução”). (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Pois está presente no cotidiano dos alunos e faz com que eles associem com mais facilidade o conteúdo, reconhecendo a importância do assunto.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Para se alfabetizarem cientificamente, especialmente com o simbolismo envolvido, transformando sua linguagem formal em linguagem química e tornando-se capaz de compreender o significado de uma equação química.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo.</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

É possível verificar que houve maior quantidade de manifestações desse conhecimento em 2016 do que em 2018. Todas as respostas apresentam um apelo bastante grande à alfabetização científica, em que P1 pretende que seus alunos de fato compreendam o que está sendo estudado e sejam capazes de utilizar corretamente os termos estudados e representar os conteúdos em seus diversos níveis.

Embora essa preocupação se mantenha de 2016 para 2018, os dados não são suficientes para verificar alguma melhora desse seu conhecimento. Por isso, o *Conhecimento das práticas científicas* apresentado por P1 não teve algum tipo de melhora.

O *conhecimento das maneiras de pensar* apresentado por P1 foram considerados nas reflexões que contemplaram os mecanismos de pensamentos e comportamentos dos estudantes quando estão estudando sobre eletroquímica. O Quadro 29 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das maneiras de pensar em 2016 e em 2018.

Quadro 29 - Manifestações de P1 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das maneiras de pensar

<u>Pois está presente no cotidiano dos alunos e faz com que eles associem com mais facilidade o conteúdo, reconhecendo a importância do assunto</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
<u>Para se alfabetizarem cientificamente, especialmente com o simbolismo envolvido, transformando sua linguagem formal em linguagem química e tornando-se capaz de compreender o significado de uma equação química</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2016)
Dificuldade dos alunos sobre o “número de oxidação” e utilizam termos como “carga”. Confusão de “cátodo” e “ânodo”. <u>Os alunos fogem das palavras formais, mas tentam usar palavras do vocabulário deles.</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)

Dificuldades dos alunos em associar as duas semi-reações e a equação global. <u>Alguns pensam que devem escolher uma para usar.</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2016)
<u>Começo a trabalhar com uma pesquisa introdutória, discutindo coletivamente os significados dos termos usados na eletroquímica.</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>Minha forma de trabalhar pode reforçar a concepção de que os processos redox só ocorrem em metais, pois a contextualização do assunto fica restrita a isso.</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2016)
<u>É a aplicação dos conceitos da eletroquímica, em que os alunos podem pensar em como “gerou” energia naquela pilha ou bateria e entender por meio dos termos químicos o que está acontecendo</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>Para entender que tem relação. Eles constroem uma ponte salina e as vezes não sabem porquê; e quando tentam montar a pilha sem ela percebem que ela não funciona. As vezes eles acham que um material vai oxidar e outro vai reduzir, que basta colocar eles em contato e acabou, sendo que não é bem assim. Vai ser preciso soluções normalmente salinas, tem íons envolvidos. Se eles não têm a noção de equilíbrio iônico, fica mais difícil a discussão</u> (P1, Resposta Questão 2 Core-Entrevista, 2018)
<u>A importância de abordar sobre o descarte das pilhas e a conscientização ambiental. Muitos não sabem o que fazer ou até descartam incorretamente</u> (P1, Resposta Questão 3 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os alunos possuem dificuldade em utilizar termos como agente oxidante e agente redutor. Eles acham que na redução tem o agente redutor e na oxidação o agente oxidante</u> (P1, Resposta Questão 4 Core-Entrevista, 2018)
<u>Aviso, de antemão, que não se pode confiar em tudo que está na internet e que por isso a gente estuda os conceitos e termos antes, entender o que é uma pilha e o que é uma bateria. Não basta olhar o título do experimento e aceitar, mas saber o porquê é uma pilha ou uma bateria</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Tento alertar os alunos sobre essa confusão dos termos. Chamo a atenção deles que “agente” não é quem está sofrendo a ação, mas quem está fazendo. Então o agente redutor, por exemplo, não é o que está sofrendo a redução, mas o que está ocasionando a redução no outro. Esse ano foi menos ruim nesses aspectos, pois os alunos confundiram menos</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Procuro revisar os assuntos, retomar a tabela periódica, questionar do porquê é um íon, falo do cátion e do ânion. Algumas vezes eles relacionam com cátodo e ânodo, pois as palavras são parecidas. Mesmo na revisão, muitas vezes eles não compreendem, pois não aplicam os conceitos. Na eletroquímica tem muitos conceitos que lá atrás não faz sentido, mas que precisa aqui. O tempo é muito curto e eu não tenho conseguido dedicar uma aula específica para cada assunto. Esse ano eu foquei no relatório experimental, pois eles não sabiam nem fazer a redação do relatório e aí não tive tempo para ajudar a trabalhar o funcionamento da pilha de Daniell, por exemplo</u> (P1, Resposta Questão 5 Core-Entrevista, 2018)
<u>Os conteúdos básicos, como por exemplo não saber a representação das reações químicas nas equações.</u>

o que vem antes e depois da seta. As cargas envolvidas nas reações também causam confusão, pois quando há perda de elétrons o número de oxidação aumenta (como que aumenta se perdeu, isso fica confuso para os alunos as vezes). Alguns alunos possuem dificuldades de leitura e escrita (P1, Resposta Questão 6 Core-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

A maioria das respostas de P1 em 2016 e 2018 leva em consideração a forma com que os estudantes pensam sobre o conteúdo de eletroquímica, que os leva a ter dificuldades durante o aprendizado do assunto e/ou que desafiam a prática docente de P1 no sentido de repensá-la, sabendo que os estudantes pensam ou se comportam de determinada maneira. Assim, algumas de suas respostas representam caminhos escolhidos por P1 para ensinar os conteúdos sabendo que os estudantes pensam ou se comportam de determinada maneira.

Verifica-se com esses resultados que em 2016 esse conhecimento foi manifestado 6 vezes nas respostas de 4 questões (Questão 2, 4 e 5), enquanto, em 2018, o mesmo se manifestou 8 vezes ao longo das reflexões sobre a Questão 2, 3, 4, 5 e 6. Nesse sentido, é possível notar maior mobilização desse conhecimento e melhor articulação em diferentes momentos de reflexões durante as respostas para o CoRe. Diante disso é possível constatar que P1 teve seu *Conhecimento das maneiras de pensar* melhorado em 2018.

A partir da análise de todos os conhecimentos manifestados por P1 durante as respostas para o CoRe-Entrevista em 2016 e 2018 é possível estabelecer um parâmetro geral de quais conhecimentos foram melhorados e quais não apresentaram indícios de melhora. O Quadro 30 apresenta essas informações, que representam o desenvolvimento do pPCK de P1.

Quadro 30 - Síntese da análise do pPCK de P1 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU	SE MANTEVE
Conhecimento da avaliação		X
Conhecimento pedagógico		X
Conhecimento do conteúdo	X	
Conhecimento dos alunos	X	
Conhecimento curricular	X	
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	
Conhecimento da representação do conteúdo	X	
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	
Conhecimento das práticas científicas		X
Conhecimento das maneiras de pensar	X	

Fonte: O autor (2019)

6.2.3 Análise das aulas de P1 e seu ePCK

As aulas de P1 sobre eletroquímica foram acompanhadas em 2016, antes de sua participação no curso de formação continuada, e em 2018, depois de participar do mesmo. O pesquisador utilizou um diário de observação para registrar textualmente o desenvolvimento da aula e a descrição de seus principais episódios. Esse material pode ser encontrado na íntegra com maior detalhamento no APÊNDICE B e APÊNDICE C. A maior parte das aulas também foi gravada em áudio e vídeo, e esses registros foram consultados quando necessário e analisados juntamente com os registros escritos no diário do pesquisador. Apenas nessas situações optou-se por transcrever diálogos de aula.

Na tentativa de elucidar os conhecimentos de P1 em relação ao ensino de eletroquímica durante suas aulas, buscou-se analisar os momentos em que P1 explicitou seus conhecimentos e as principais diferenças que ocorreram em sua abordagem nas aulas de 2016 e 2018. A partir desses momentos mais significativos em que P1 deu indícios de mobilização de seus conhecimentos, buscou-se verificar se houve desenvolvimento de seu ePCK e relacioná-lo ao cPCK.

6.2.3.1 As aulas de P1 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada

Em 2016, foram observadas oito aulas de 45 minutos em uma turma de segundo ano do ensino médio, no período vespertino, na cidade de Araquari - SC, em que P1 lecionou sobre o conteúdo de eletroquímica. O Quadro 31 representa resumidamente os principais assuntos abordados em cada uma das aulas de P1 em 2016, bem como as estratégias didáticas exploradas ou os aspectos relevantes de cada aula.

Quadro 31 - Síntese das aulas de P1 em 2016

AULA	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS/ ASPECTOS RELEVANTES
1	Pilhas; Ponte salina; Eletrodos, polo positivo, polo negativo, cátodo, ânodo; Célula galvânica; Conversão de energia química em energia elétrica; Espontaneidade da reação; Oxidação e redução (perda e ganho de elétrons); Pilha de Daniell.	Quadro; Questionamentos; Questionário/Pesquisa; Exemplificação (formação da ferrugem).

2	Funcionamento da pilha de Daniell; Aumento e diminuição de massa nos eletrodos; Sentido do fluxo de elétrons no fio e dos íons na ponte salina; Semi-reações e reação global; Polo positivo e negativo, ânodo e cátodo, diferença de potencial; Eletrólito; Orientações sobre o trabalho.	Vídeo funcionamento Pilha de Daniell; Discussão retomando termos estudados na aula anterior; Vídeo sobre funcionamento das pilhas; Vídeo sobre funcionamento das pilhas e das baterias.
3	Pilhas e Baterias; Reações de oxirredução; Oxidação e redução (em termos de perda e ganho de elétrons e do aumento e diminuição do Nox); Identificação de oxidação e redução na equação da reação; Orientações sobre o trabalho.	Quadro; Questionamentos; Esclarecimento de dúvidas; Esquema no quadro.
4	Orientações sobre o trabalho e sobre o relatório experimental; Auxílio nos testes experimentais.	Trabalho em grupo; Atividade prática (teste); Quadro; Questionamentos.
5	Bateria com forminha de gelo; Oxidação e redução; transferência de elétrons; mobilidade de íons; energia elétrica; Pilha com água sanitária; Perda e ganho de elétrons, potencial de redução, polo positivo e negativo; Pilha de batata; Pilha de latinhas de alumínio.	Apresentação de trabalhos; Experimentos demonstrativos; Erros na explicação (metal que só conduz reagindo); Questionamentos (sucintos) de P1.
6	Orientações sobre redação do relatório (hipóteses para o não funcionamento de alguns experimentos); Instrução sobre formato do relatório (capa, resumo, introdução, objetivos, materiais e procedimentos, resultados e discussão, considerações finais, referências bibliográficas).	Quadro; Questionamentos; Trabalho em grupo.
7	Orientações sobre redação do relatório; Esclarecimento de dúvidas.	Questionamentos; Trabalho em grupo.
8	Orientações sobre redação do relatório; Esclarecimento de dúvidas; Entrega dos relatórios.	Questionamentos; Trabalho em grupo.

Fonte: O autor (2016)

De maneira análoga ao que foi realizado em 2016, foram acompanhadas oito aulas de 45 minutos com alunos de um segundo ano do ensino médio, no período vespertino, na cidade de Joinville, em 2018. Nelas, P1 lecionou sobre o conteúdo de eletroquímica. Vale ressaltar que embora essa não seja a mesma escola em que P1 havia lecionado eletroquímica em 2016, desde

então P1 também lecionava nessa escola e, por isso, já tinha algum conhecimento sobre a escola e os alunos.

O Quadro 32 representa resumidamente os principais assuntos abordados em cada uma das aulas em 2018, bem como as estratégias didáticas ou aspectos relevantes que ocorreram nas aulas.

Quadro 32 - Síntese das aulas de P1 em 2018

AULA	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS/ ASPECTOS RELEVANTES
1	Eletroquímica e seus estudos; Oxidação e redução (variação de Nox e transferência de elétrons); Número de oxidação; Reações redox, agente redutor e oxidante; Energia elétrica; Introdução a ideia de pilha; Orientações sobre o trabalho; Termos usados na eletroquímica.	Quadro; Questionamentos; História em quadrinhos; Exercícios; Pesquisa.
2	Retomada dos assuntos da aula anterior; Discussão sobre o preparo dos trabalhos; Orientações sobre o trabalho; Oxidação e redução, cátodo e ânodo, polo positivo e negativo, meio eletrolítico; Materiais alternativos para se usar nos trabalhos; Orientações sobre a redação do relatório experimental.	Tentativa de usar vídeo; Questionamentos; Quadro.
3	Discussão sobre o preparo dos trabalhos; Trecho da série Breaking Bad; Vídeo “A química do fazer – pilhas e baterias”; Constituição das pilhas, pilhas comerciais, eletrólitos; Funcionamento de uma pilha e de uma bateria; Reação de oxidação e redução; Orientações sobre a redação do relatório (entrega de <i>template</i>).	Vídeos; Questionamentos; Quadro; <i>Template</i> de relatório; Pergunta de aluno e resposta de P1.
4	Orientação sobre o trabalho e a redação do relatório; Interpretação dos fenômenos observados (oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor, equação da reação química, cátodo, ânodo, pilha, bateria).	Atividade prática (teste); Trabalho em grupo; Questionamentos e orientações.
5	Pilhas e baterias; Cátodo e ânodo; Processos redox (oxidação e redução); Ênfase no que se espera das explicações nos trabalhos; <i>Feedback</i> aos trabalhos apresentados e relatórios entregues.	Apresentação dos trabalhos; Experimentos demonstrativos; Questionamentos; Uso de termos incorretos por parte dos alunos.
6	Baterias; Agente redutor e agente oxidante; P1 enfatiza (cátodo, ânodo, agente oxidante, agente redutor, quem reduz, quem oxida, equações); Explicação da equação de reação redox; Estado físico das substâncias, oxidação e redução, perda e ganho de elétrons, aumento ou diminuição do Nox, polo positivo e polo negativo, cátodo e ânodo; Simultaneidade das reações redox; <i>Feedback</i> das	Apresentação dos trabalhos; Experimentos demonstrativos; Questionamentos; Uso de termos incorretos por parte dos alunos; Cartaz com esquema; Quadro para explicar; P1 corrige os erros dos alunos ao

	apresentações e relatórios; Orientações sobre o trabalho (tipos de citação, plágio, senso crítico nas pesquisas, indicação de referências, etc.); Retomada da explicação (metal apenas como condutor, sem reagir).	final, criando uma discussão; Analogia (língua portuguesa); Visto aos cadernos.
7	Pilhas e baterias; Oxidação e redução; Cátodo e ânodo, agente oxidante e agente redutor, equação das reações redox; Número de oxidação.	Apresentação de trabalhos; Experimento demonstrativo; Exercícios; Atividade avaliativa; Orientação e tiradúvidas pela sala.
8	Orientações sobre a atividade (ênfase no desenvolvimento/aprendizagem do que na recuperação numérica da nota); Como fazer citação, estrutura de um relatório, referências, etc.; Pilhas e baterias; Ânodo e cátodo.	Atividade avaliativa (recuperação); <i>Template</i> de relatório e fonte de consulta; Redação de relatório; Orientação individualizada.

Fonte: O autor (2018)

6.2.3.2 Um olhar sobre as aulas de P1 e as manifestações acerca de seu ePCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional

A análise sobre os conhecimentos mobilizados e consolidados nas aulas de P1 pode revelar importantes movimentos em seu desenvolvimento profissional. Essa análise permeará os conhecimentos elencados no modelo consensual da cúpula do PCK (CM), especialmente aqueles que fazem parte da base de conhecimentos profissionais do professor (conhecimento da avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento do conteúdo, conhecimento dos alunos, conhecimento curricular), bem como os componentes do conhecimento profissional específico de um tópico (estratégias instrucionais, representação do conteúdo, compreensão dos alunos, práticas científicas, maneiras de pensar).

Em relação ao *Conhecimento da Avaliação*, verifica-se que durante seu processo de ensino em 2016, P1 utiliza algumas estratégias específicas para acompanhar o aprendizado dos estudantes e para diagnosticar suas dificuldades, tais como: discussões coletivas que permearam diversas aulas com questionamentos acerca de qual entendimento os alunos estavam tendo sobre o assunto (em praticamente todas as suas aulas), apresentação de seminários nos quais os estudantes explicaram os fenômenos de oxirredução em um experimento executado por eles mesmos (AULA 4 e AULA 5), redação de relatório experimental em que os alunos deveriam,

por meio da linguagem escrita, demonstrar sua compreensão sobre a teoria e a prática envolvidas no experimento realizado em sua apresentação de seminário (AULA 7 e AULA 8).

Em 2018, P1 utiliza essas mesmas estratégias e passa a explorar também o uso de questionários em que os estudantes podem exercitar sua compreensão e interpretação sobre os fenômenos de oxirredução (AULA 1, AULA 2 e AULA 7). Além disso, observou-se que, em 2018, P1 teve uma postura ainda mais questionadora, de modo que os momentos de questionamentos durante as aulas e as apresentações foram verificados em maior quantidade e mais constantemente. Foram observados também mais momentos de *feedbacks* aos estudantes sobre como estavam respondendo as solicitações de P1.

O Quadro 33 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da avaliação apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 33 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da avaliação

<u>[...] P1 iniciou sua aula relembrando a atividade que havia solicitado aos alunos na aula anterior (uma pesquisa sobre alguns termos usados na eletroquímica). P1 discutiu coletivamente com os alunos o significado de cada termo encontrado por eles em suas pesquisas.</u> (P1, Descrição AULA 1, 2016)
<u>[...] P1 discutiu com os alunos o significado da palavra redução e questionou o motivo de reduzir se, no caso havia ganho de elétrons.</u> (P1, Descrição AULA 3, 2016)
<u>P1 escreveu no quadro alguns pontos necessários para a apresentação do trabalho e explicou cada um para os alunos, de modo a esclarecer melhor o que esperava das apresentações: introdução, objetivos, descrição dos materiais utilizados e dos procedimentos, explicação do experimento com as reações e discussão com a turma.</u> (P1, Descrição AULA 4, 2016)
<u>P1 orientou novamente os alunos para a produção do relatório, para que pensassem sobre as hipóteses que fizeram alguns experimentos não funcionar. [...] P1 discutiu cada parte do relatório com os alunos a fim de esclarecer o que esperava dos relatórios escritos.</u> (P1, Descrição AULA 6, 2016)
<u>[...] P1 entregou aos estudantes um recorte do livro “Química Geral em Quadrinhos” [...] realizou uma breve discussão [...] P1 entregou aos estudantes 5 questões e solicitou que os alunos respondessem com base na leitura e no que havia sido discutido.</u> (P1, Descrição AULA 1, 2018)
<u>[...] P1 andou pela sala auxiliando os alunos a responderem as questões e depois de alguns instantes retomou verbalmente a discussão verificando quais respostas tinham sido dada por toda a turma para cada uma das questões.</u> (P1, Descrição AULA 1, 2018)
<u>[...] escreveu no quadro algumas questões para reflexão que norteariam os estudantes na produção da apresentação</u> (P1, Descrição AULA 2, 2018)
<u>[...] P1 reafirmou a importância dos estudantes se apropriarem dos termos e demonstrarem que foram capazes de dominar a linguagem química</u> (P1, Descrição AULA 3, 2018)

<u>[...] P1 questionou quem estava oxidando e quem estava reduzindo, qual era o polo positivo e qual era o polo negativo. Juntamente ao questionamento feito ao grupo, P1 envolveu o restante da turma para verificar se estavam acompanhando, e questionou a todos sobre qual era o cátodo e ânodo no experimento realizado por esse grupo (P1, Descrição AULA 5, 2018)</u>
<u>Ao final das apresentações, P1 deu um <i>feedback</i> geral dos grupos e disse que esperava mais explicações que faltaram como, por exemplo de indicar o agente redutor e agente oxidante e as reações envolvidas [...]. A aula termina com P1 falando com alguns grupos que haviam entregue os relatórios, dizendo que os relatórios não estavam bons e que precisariam refazê-los como recuperação. (P1, Descrição AULA 5, 2018)</u>
<u>Durante sua explicação, P1 corrigiu o erro dos alunos que confundiram agente redutor e agente oxidante, tentando criar uma discussão com toda a turma a partir do entendimento que tinham sobre esses termos. (P1, Descrição AULA 6, 2018)</u>
<u>Ao final da apresentação, P1 não fez nenhum questionamento e começou a escrever no quadro alguns exercícios avaliativos que serviriam como atividade valendo nota. (P1, Descrição AULA 7, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

As atividades avaliativas possuem um papel de importância nas aulas de P1 e ganham ainda mais protagonismo em 2018. Tais atividades também são centrais em seu processo de ensino, caracterizando-se como um tipo de avaliação que fica entre a avaliação para aprendizagem e a avaliação como aprendizagem.

Os dados referentes aos indícios de conhecimento da avaliação apresentados por P1 durante as aulas em 2016 e 2018 mostram que, em 2018, seu conhecimento se mostrou mais articulado e melhor distribuído ao longo das aulas, com o uso de mais estratégias avaliativas como exercícios, *feedbacks* e questionamentos, sugerindo que seu *Conhecimento da Avaliação* tenha sido melhorado.

O *Conhecimento Pedagógico* de P1 foi verificado em alguns momentos de suas aulas em 2016 e 2018, tanto na própria gestão da sala de aula, sua organização, quanto das suas posturas nas aulas que representaram teorias e métodos de ensino de forma explícita ou implícita. Nota-se que as aulas de P1 não ficam centradas exclusivamente na figura do professor, mas que os estudantes atuam ativamente no processo de aprendizagem. Tanto em 2016 quanto em 2018, observou-se que P1 tem uma postura bastante questionadora, que leva os estudantes a pensarem e problematizarem suas ideias a todo momento. Nesse sentido, P1 se preocupa em não apenas ensinar conteúdos, mas construir habilidades e desenvolver competências em seus alunos. Tal fato pode ser verificado em diversos momentos em que P1 solicita enfaticamente para que os estudantes tenham criticidade na escolha de suas fontes de

consulta na internet ao pesquisarem seus experimentos, bem como quando ressalta a importância de eles aprenderem a escrever um relatório e saberem como se dá sua estrutura.

Outro ponto que merece destaque na abordagem pedagógica de P1 é sua preocupação com a alfabetização científica dos estudantes, especialmente na incorporação e compreensão dos termos utilizados na química e de sua linguagem de um modo geral.

Ademais, nota-se que P1 valoriza o trabalho em grupo, uma vez que suas principais atividades de ensino e avaliação consideram ações de discussão coletiva com toda a turma como, por exemplo, na realização das pesquisas e debate sobre os termos específicos da eletroquímica, ou de execuções que envolvem pequenos grupos, como nas apresentações dos seminários, os testes de experimentos e a redação do relatório experimental.

O Quadro 34 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento pedagógico apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 34 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento pedagógico

<u>[...] P1 teve uma postura bastante questionadora, fazendo com que os alunos pensassem sobre o significado de cada palavra trazida nas respostas para o significado de cada termo.</u> (P1, Descrição AULA 1, 2016).
<u>As equipes de alunos se reuniram para discutir sobre quais experimentos iriam fazer, os materiais que seriam utilizados.</u> P1 foi até cada equipe para orientar os trabalhos. (P1, Descrição AULA 4, 2016).
<u>P1 orientou novamente os alunos a finalizarem a parte experimental do relatório e deixou que as equipes trabalhassem na redação deste trabalho.</u> P1 auxiliou um grupo de alunos na compreensão das reações de oxirredução que ocorreram em seus experimentos. (P1, Descrição AULA 8, 2016).
<u>[...] P1 lembrou a turma sobre o que havia sido feito na aula anterior e enfatizou a importância de compreenderem os significados dos termos específicos utilizados na eletroquímica e as diferenças entre alguns deles como, por exemplo as pilhas e as baterias [...]</u> <u>P1 orientou os alunos que não bastaria reproduzir o experimento, mas que seria preciso refletir sobre as explicações dadas, demonstrando compreensão dos conceitos envolvidos [...]</u> <u>Alertou os estudantes também em relação a criticidade nas escolhas das fontes de pesquisa</u> (P1, Descrição AULA 2, 2018).
<u>[...] a aula teve início com P1 solicitando que os estudantes formassem seus grupos e iniciassem os testes de seus experimentos. Enquanto os alunos começaram a se organizar, P1 foi caminhando pela sala, buscando orientar e questionar cada grupo sobre o que pretendiam fazer.</u> (P1, Descrição AULA 4, 2018).
<u>P1 enfatizou aos alunos o quão importante seria essa atividade, não apenas para recuperar nota, mas para que eles aprendessem a fazer um relatório, sobre como fazer citações, sobre conseguir</u>

diferenciar pilhas e baterias, e de conhecer cada tópico da estrutura de um relatório experimental. (P1, Descrição AULA 8, 2018).

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados referentes aos indícios de conhecimento pedagógico apresentados por P1 durante as aulas em 2016 e 2018 não revelam muitas diferenças e parecem apontar para uma reafirmação das posturas adotadas por P1 durante as aulas, sugerindo que seu *Conhecimento Pedagógico* apenas tenha se mantido.

Ao discutir o ePCK de professores é necessário se respaldar nos indícios de conhecimentos que são revelados na ação do professor durante a aula, ou seja, são manifestações que auxiliam para um melhor entendimento sobre os conhecimentos que aquele professor possui. No entanto, a falta desses indícios não significa necessariamente na falta de conhecimentos por parte do professor.

Por isso, é importante ressaltar que comparar as aulas de um professor em dois momentos distintos, a partir dos indícios de conhecimentos manifestados, e afirmar que o conhecimento se manteve, não significa que ele tenha estagnado ou que não houve desenvolvimento e melhora nesse aspecto. Significa apenas que os indícios de conhecimentos observados sugeriram aspectos muitos semelhantes sobre o conhecimento do professor nos dois momentos observados.

Em relação a seu *Conhecimento do Conteúdo*, P1 demonstrou ter bom domínio do assunto em suas aulas, tanto em 2016 quanto em 2018, em especial nos momentos em que entrevistou sobre erros conceituais dos estudantes durante suas apresentações ou quando explicou de forma coerente os conceitos que queria ensinar aos estudantes durante suas aulas.

Observa-se que sua abordagem conceitual não é tão aprofundada e tampouco demonstra ter como preocupação a tarefa de “vencer” todos os assuntos que fazem parte dos conteúdos. Aparentemente, para P1, a qualidade da compreensão dos alunos tem prioridade em detrimento da quantidade de conteúdos a se ensinar. Os conteúdos explorados durante as aulas em 2016 e 2018 não tiveram uma diferença tão significativa em relação a quais deles foram abordados, as diferenças se deram apenas nas ênfases dadas a um ou outro conceito conforme os estudantes apresentavam dificuldades ou nas estratégias utilizadas para o ensino dos mesmos.

O Quadro 35 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador que subsidiaram a análise acerca do conhecimento do conteúdo apresentado por P1.

Quadro 35 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento de conteúdo

<u>[...] ao discutirem sobre o significado de pilha, P1 levou os alunos a pensarem sobre o que é um dispositivo, sobre que tipo de energia poderia ser armazenado em uma pilha. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>Alguns alunos encontraram definições em relação à perda/ganho de oxigênio ou hidrogênio e P1 disse que essa definição é bastante usada na química orgânica, mas que por enquanto seria utilizada apenas a definição em termos de perda/ganho de elétrons. P1 usou um exemplo para associar os processos de oxidação e redução com a variação do número de oxidação. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>P1 escreveu no quadro uma equação, [...] e explicou que com a própria equação seria possível determinar várias coisas que ela solicitou, como o estado físico das substâncias, quem estava oxidando (perdendo elétrons e aumentando o número de oxidação) e quem estava reduzindo (ganhando elétrons e diminuindo o número de oxidação), qual seria o polo positivo e polo negativo, bem como a identificação do cátodo e do ânodo. (P1, Descrição AULA 6, 2018)</u>
<u>Durante sua explicação, P1 corrigiu o erro dos alunos que confundiram agente redutor e agente oxidante, tentando criar uma discussão com toda a turma a partir do entendimento que tinham sobre esses termos (P1, Descrição AULA 6, 2018)</u>
<u>[...] P1 explicou aos alunos que em alguns casos quando temos dois metais conectados um deles poderá agir apenas como condutor e não estará sofrendo uma reação, disse que um metal oxidaria e o outro não poderia reduzir tendo seu Nox variando de 0 para um número negativo e que, por isso, seria preciso analisar os íons presentes na solução e identificar qual deles sofreria redução. (P1, Descrição AULA 6, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os indícios de conhecimento do conteúdo apresentados por P1 durante as aulas em 2016 e 2018 não são suficientes para identificar modificações consideráveis, seja para melhor ou para pior, mas parecem expressar que o *Conhecimento de Conteúdo* se manteve bastante semelhante.

Sobre o *Conhecimento dos Alunos*, foi possível constatar que P1, tanto nas aulas em 2016 quanto em 2018, busca levar em consideração alguns aspectos intrínsecos ao contexto dos estudantes, bem como seus interesses, suas habilidades de escrita e leitura, entre outros. O Quadro 36 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento dos alunos apresentado por P1.

Quadro 36 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento dos alunos

<u>[...] ao discutirem sobre o significado de pilha, P1 levou os alunos a pensarem sobre o que é um dispositivo, sobre que tipo de energia poderia ser armazenado em uma pilha. Os alunos participaram bastante ao trazer para discussão o significado encontrado em suas pesquisas. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>P1 usou um exemplo para associar os processos de oxidação e redução com a variação do número de oxidação. Para tanto comentou que o ferro poderia perder elétrons e questionou os alunos se eles se lembravam de algo quando se falava em oxidação do ferro e eles prontamente falaram que se lembravam da ferrugem. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>P1 utilizou três vídeos para discutir alguns conceitos com os alunos a partir de animações e esquemas apresentados nos vídeos. [...] P1 disse que para a próxima aula os alunos deveriam pensar nos experimentos que gostariam de fazer e trazer uma lista com os materiais que pretendiam usar (P1, Descrição AULA 2, 2016)</u>
<u>[...] P1 afirmou aos alunos que nessa aula assistiriam um vídeo da série “Breaking Bad” [...] Os estudantes se animaram com a ideia e começaram a fechar as cortinas, com o intuito de escurecer a sala e poderem assistir o vídeo com mais qualidade (P1, Descrição AULA 2, 2018)</u>
<u>[...] P1 explicou cada uma das questões aos alunos, reafirmando a necessidade de que eles buscassem compreender o significado dos conceitos, apropriando-se corretamente dos termos utilizados. Disse que a apresentação não deveria ser engessada, em que os alunos responderiam cada uma das questões como um questionário, mas que em suas falas, durante todo o conteúdo da apresentação as respostas deveriam ser contempladas. [...] Alertou os estudantes também em relação a criticidade nas escolhas das fontes de pesquisa, uma vez que algumas pesquisas da internet mostram ideias sem sentido. (P1, Descrição AULA 2, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

O protagonismo que as pilhas possuem na abordagem conceitual de P1 indica que a relação do conteúdo com o cotidiano dos estudantes está sendo levada em consideração. Situação semelhante verificou-se durante algumas explicações em que P1 utilizava exemplos que elucidavam a aplicabilidade dos conteúdos na vida dos estudantes.

Outro ponto de destaque é a escolha das estratégias de suas aulas, que buscam estimular o desenvolvimento de seus alunos em relação à escrita (nas pesquisas e nos relatórios experimentais em 2016; nos relatórios experimentais e nos questionários em 2018), em relação à leitura e interpretação de texto (no trabalho com as histórias em quadrinhos em 2018), e em relação à fala e organização de ideias (nas discussões coletivas e apresentação de trabalhos tanto em 2016 quanto em 2018). Essas escolhas parecem revelar um pouco do conhecimento que P1 possui sobre as reais necessidades de seus alunos.

Cabe salientar que as estratégias utilizadas por P1 durante suas aulas também sugerem indícios de seu conhecimento sobre o que é de interesse dos estudantes, uma vez que suas escolhas (discussões, apresentações de seminários com experimentos, uso de vídeos, história em quadrinhos, entre outras) são mais atrativas do que se as aulas fossem meramente expositivas com quadro e giz, centradas no professor.

Ademais, em alguns momentos das aulas em 2016 e 2018, verificou-se que P1 chamava a atenção de seus alunos em relação a seu costume de copiar conteúdos prontos da internet (seja para a discussão dos termos específicos, quanto para a apresentação dos experimentos nos seminários em 2016 ou em 2018). De forma análoga, em outros momentos P1 fez ponderações sobre o que esperava dos alunos e, para isso, aparentemente se baseou em comportamentos que já observou em seus alunos anteriormente. Essas situações também revelam um pouco de seu conhecimento dos alunos.

Embora tenham sido verificados vários indícios que apontam para um bom conhecimento dos alunos por parte de P1, não se pode afirmar que, em 2018, os indícios denotem alguma melhora ou piora. Nesse sentido, parece ser mais pertinente classificar que P1 teve seu *Conhecimento dos Alunos* mantido em 2018.

Em relação ao *Conhecimento Curricular* apresentado por P1, foi possível notar algumas nuances de posturas que ratificavam ideais almejados pelos documentos que norteiam o ensino de química, bem como os objetivos dos projetos político pedagógicos das escolas em que P1 estava atuando.

Nessa perspectiva, em 2016 e 2018, verificou-se grande preocupação de P1 em formar cidadãos críticos durante suas aulas, capazes de questionar a realidade ao seu redor e de incorporar explicações científicas para os fenômenos que fazem parte de seu dia a dia.

Verificou-se, em alguns momentos, um conhecimento sobre o currículo vertical da disciplina de Química, especialmente nos episódios em que foi necessário retomar conceitos básicos de assuntos vistos anteriormente para a compreensão de assuntos inerentes à eletroquímica.

Nesse aspecto, seu conhecimento curricular e seu conhecimento do conteúdo não possuem uma fronteira muito bem determinada.

Foram observados momentos em que P1 buscou relações com os conteúdos de outras disciplinas, a fim de estabelecer conexões entre o currículo horizontal. No entanto, esses momentos foram bastante pontuais e as relações estabelecidas ligeiramente superficiais.

O Quadro 37 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento curricular apresentado por P1.

Quadro 37 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento curricular

<u>Nessa discussão, P1 teve uma postura bastante questionadora, fazendo com que os alunos pensassem sobre o significado de cada palavra trazida nas respostas para o significado de cada termo. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>A oxidação foi entendida como um processo químico em que há perda de elétrons e a redução como um processo químico em que há ganho de elétrons. Alguns alunos encontraram definições em relação à perda/ganho de oxigênio ou hidrogênio e P1 disse que essa definição é bastante usada na química orgânica, mas que por enquanto seria utilizada apenas a definição em termos de perda/ganho de elétrons. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>[...] P1 foi até o quadro e retomou as definições de oxidação e redução em termos de perda/ganho de elétrons e aumento/diminuição do número de oxidação, depois rediscutiu a reação. [...] as respostas dos alunos foram ficando piores, revelando a dificuldade que alguns possuíam em compreender a ideia da variação do número de oxidação em relação ao ganho ou perda de elétrons. P1 precisou desenhar um eixo x no quadro, com os algarismos -1, 0 e +1 para discutir com os alunos se aumenta ou diminui em determinado sentido (P1, Descrição AULA 3, 2016)</u>
<u>[...] P1 lembrou a turma sobre o que havia sido feito na aula anterior e enfatizou a importância de compreenderem os significados dos termos específicos utilizados na eletroquímica e as diferenças entre alguns deles como, por exemplo as pilhas e as baterias. (P1, Descrição AULA 2, 2018)</u>
<u>[...] P1 escreveu no quadro duas frases “Amor de mãe” e “Amor à mãe” e questionou os estudantes sobre a oração estar na voz ativa ou na voz passiva. Explicou a turma que assim como na língua portuguesa se chama de “ativo” aquele que está exercendo a ação, na química chamava-se de agente aquele que estaria exercendo uma ação no outro como, por exemplo, no caso do agente oxidante seria aquele que estaria causando oxidação no outro e o agente redutor seria aquele que estaria causando a redução no outro. (P1, Descrição AULA 6, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

A tarefa de buscar indícios sobre o conhecimento curricular de P1 se mostrou bastante complexa, uma vez que suas ações podem sugerir seu conhecimento sobre os documentos que norteiam o ensino de química (em nível escolar e também nacional), mas não são suficientes constatar tal conhecimento e subsidiar o argumento de que P1 está mobilizando seus conhecimentos curriculares para orientar suas práticas. No entanto, ao estabelecer relações entre conteúdos durante as explicações nas aulas, especialmente do currículo vertical, é possível constatar seu entendimento sobre a relação dos conteúdos entre si na química.

Novamente, não se pode afirmar que em 2018 os indícios denotem alguma melhora ou piora nos conhecimentos de P1 se comparados a 2016. Por isso, considera-se que P1 teve seu *Conhecimento Curricular* mantido em 2018.

Analisando especialmente o conhecimento profissional específico de um tópico observado durante as aulas de P1 também é possível constatar alguns movimentos importantes em seu desenvolvimento profissional.

Quanto ao *Conhecimento das Estratégias Instrucionais*, em 2016, observou-se que P1 explorou o uso do quadro, de questionamentos e discussões, de pesquisas, de exemplificação, de vídeos, de apresentação de seminários com a execução de experimentos, e de redação de relatório experimental. Em 2018, além das atividades e recursos explorados em 2016, foram verificados trabalhos envolvendo a leitura e discussão de história em quadrinhos, o uso de vídeos diferentes para a discussão dos conteúdos, o uso de questionários e o uso de analogias. O trabalho de pesquisa sobre a definição de conceitos da eletroquímica foi pouco explorado em 2018 e alguns vídeos utilizados em 2016 não foram usados em 2018.

O Quadro 38 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento das estratégias instrucionais apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 38 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e seu conhecimento das estratégias instrucionais

<u>[...] P1 iniciou sua aula lembrando a atividade que havia solicitado aos alunos na aula anterior (uma pesquisa sobre alguns termos usados na eletroquímica). P1 discutiu coletivamente com os alunos o significado de cada termo encontrado por eles em suas pesquisas (P1, Descrição AULA 1, 2016)</u>
<u>P1 utilizou três vídeos para discutir alguns conceitos com os alunos a partir de animações e esquemas apresentados nos vídeos. (P1, Descrição AULA 2, 2016)</u>
<u>P1 continuou a aula escrevendo no quadro reações de oxirredução e junto com a turma retomou o que é oxidação e o que é redução, definindo que a oxidação acontece quando há perda de elétrons e que a redução envolve ganho de elétrons. (P1, Descrição AULA 3, 2016)</u>
<u>As equipes estavam se organizando para o trabalho proposto por P1: a apresentação dos seminários, preparando os materiais dos experimentos e estudando o que falar nas apresentações. (P1, Descrição AULA 5, 2016)</u>
<u>[...] P1 escreveu um modelo de relatório no quadro: Capa, Resumo, Introdução com os objetivos, Parte experimental com os materiais e procedimentos, Resultados e Discussão, Considerações finais e Referências bibliográficas. P1 discutiu cada parte do relatório com os alunos a fim de esclarecer o que esperava dos relatórios escritos (P1, Descrição AULA 6, 2016)</u>

[...] P1 entregou aos estudantes um recorte do livro “Química Geral em Quadrinhos” (GONICK e CRIDDLE; 2013) e solicitou que os mesmos realizassem a leitura do trecho. Após a leitura, realizou uma breve discussão com os alunos, questionando-os acerca do que haviam entendido sobre as ideias abordadas na história em quadrinhos. [...] Após a breve discussão, P1 entregou aos estudantes 5 questões e solicitou que os alunos respondessem com base na leitura e no que havia sido discutido (P1, Descrição AULA 1, 2018)

[...] P1 deu prosseguimento na aula, elencando no quadro as ideias que os estudantes haviam pesquisado para apresentarem como experimentos. [...] P1 orientou os alunos que não bastaria reproduzir o experimento, mas que seria preciso refletir sobre as explicações dadas, demonstrando compreensão dos conceitos envolvidos. Em seguida, escreveu no quadro algumas questões para reflexão que norteariam os estudantes na produção da apresentação. [...] P1 deu algumas orientações sobre a escrita de um relatório experimental que também deveria ser entregue pelos estudantes após suas apresentações (P1, Descrição AULA 2, 2018)

[...] P1 orientou os estudantes sobre os vídeos que iriam assistir e pediu para que eles prestassem atenção no contexto, bem como nos termos utilizados, que agora já poderiam ser considerados mais familiares pelos alunos. [...] Depois de assistirem os dois vídeos, P1 discutiu brevemente com os estudantes sobre a importância de saberem corretamente os conceitos da eletroquímica (P1, Descrição AULA 3, 2018)

P1 solicitou que o primeiro grupo a apresentar fosse até a frente da turma e iniciasse sua apresentação. [...] Juntamente ao questionamento feito ao grupo, P1 envolveu o restante da turma para verificar se estavam acompanhando, e questionou a todos sobre qual era o cátodo e ânodo no experimento realizado por esse grupo (P1, Descrição AULA 5, 2018)

[...] P1 escreveu no quadro duas frases “Amor de mãe” e “Amor à mãe” e questionou os estudantes sobre a oração estar na voz ativa ou na voz passiva. Explicou a turma que assim como na língua portuguesa se chama de “ativo” aquele que está exercendo a ação, na química chamava-se de agente aquele que estaria exercendo uma ação no outro como, por exemplo, no caso do agente oxidante seria aquele que estaria causando oxidação no outro e o agente redutor seria aquele que estaria causando a redução no outro. (P1, Descrição AULA 6, 2018)

Ao final da apresentação, P1 não fez nenhum questionamento e começou a escrever no quadro alguns exercícios avaliativos [...] (P1, Descrição AULA 7, 2018)

A aula iniciou com 23 alunos presentes com P1 entregando uma atividade de recuperação para os alunos. A atividade consistiu em redigir um relatório experimental a partir de um modelo que foi entregue [...] (P1, Descrição AULA 8, 2018)

Foi possível verificar que das aulas sobre eletroquímica executadas em 2016 para as aulas de 2018 foram ampliadas as estratégias utilizadas para o ensino dos assuntos inerentes ao tópico. Nesse sentido, em 2018 foi verificada a inclusão de trabalhos que incluíram a leitura e discussão de história em quadrinhos, o uso de vídeos diferentes para discussão dos conteúdos (trecho da série “Breaking Bad”), o uso de questionários e o uso de analogias, sendo que alguns vídeos usados em 2016 não foram utilizados e o trabalho de pesquisa sobre a definição de conceitos da eletroquímica foi pouco explorada em 2018 comparado a 2016.

Cabe ressaltar que o uso de outros recursos didáticos não necessariamente significa um desenvolvimento profissional em relação aos conhecimentos das estratégias instrucionais, pois isso também deve considerar a qualidade com que os recursos foram trabalhados. Mas, no caso de P1, a percepção sobre o uso dessas estratégias é a de que houve melhora em sua abordagem, de modo que alguns recursos foram utilizados de uma maneira diferente em 2018 como, por exemplo, o trabalho de discussão dos termos utilizados na eletroquímica, bem como da redação do relatório experimental de uma forma mais bem orientada e estruturada, o que denota um movimento de mudança da abordagem em busca de melhores resultados na aula. Além disso, a implementação de novas estratégias pareceu configurar uma melhor organização de suas aulas e, em alguns casos, simbolizaram medidas para superar dificuldades dos alunos como, por exemplo, ao fazer uma analogia com a língua portuguesa (voz ativa e voz passiva na oração) com a compreensão sobre os conceitos de agente oxidante e agente redutor.

Por isso, a partir dos indícios de conhecimento das estratégias instrucionais apresentados por P1 durante as aulas em 2016 e 2018 é possível notar diferenças com mais significância, sugerindo que seu *Conhecimento das Estratégias Instrucionais* tenha sido melhorado.

O *Conhecimento da Representação do Conteúdo* que P1 apresentou durante suas aulas foi verificado durante as escolhas feitas para comunicar os conteúdos da eletroquímica aos estudantes a partir de diferentes formas de representar os assuntos estudados. O Quadro 39 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da representação do conteúdo apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 39 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da representação do conteúdo

P1 discutiu coletivamente com os alunos o significado de cada termo encontrado por eles em suas pesquisas. [...] As pilhas foram definidas como dispositivos que armazenam energia elétrica proveniente de reações químicas e as baterias como um conjunto de pilhas. Essa definição foi escrita no quadro. A ponte salina foi explicada por P1 (apenas verbalmente), dizendo que ela consiste em uma ponte contendo um sal em solução aquosa. [...] (P1, Descrição AULA 1, 2016)

[...] comentou que o ferro poderia perder elétrons e questionou os alunos se eles se lembravam de algo quando se falava em oxidação do ferro e eles prontamente falaram que se lembravam da ferrugem. P1 escreveu no quadro:

(P1, Descrição AULA 1, 2016)

Este vídeo simulou inicialmente a imersão de uma placa de zinco em uma solução de sulfato de cobre e a transferência de elétrons que ocorreria nesse sistema: a oxidação do zinco metálico, que vai para a solução como íons zinco, e a redução dos íons cobre na solução que passam para a placa como cobre metálico. [...] Este vídeo simulou inicialmente a imersão de uma placa de zinco em uma solução de sulfato de cobre e a transferência de elétrons que ocorreria nesse sistema: a oxidação do zinco metálico, que vai para a solução como íons zinco, e a redução dos íons cobre na solução que passam para a placa como cobre metálico. [...] Neste vídeo foram abordados diversos tipos de pilhas, a fabricação de algumas destas pilhas e o funcionamento das mesmas. (P1, Descrição AULA 2, 2016)

P1 escreveu no quadro a seguinte reação e questionou os alunos sobre quem reduziu e quem oxidou:

Os alunos confundiram bastante ao tentar designar quem perdeu e quem ganhou elétrons na reação e P1 os auxiliou [...] P1 orientou novamente os alunos sobre a realização do trabalho experimental, ressaltando que os alunos deveriam indicar nas reações químicas quem oxidou e quem reduziu, durante as explicações do funcionamento do experimento. Além disso, todos deveriam entregar um relatório escrito sobre o experimento realizado pelo grupo. (P1, Descrição AULA 3, 2016)

O primeiro grupo utilizou uma forminha de gelo para montar uma bateria com fios de cobre e parafusos zincados, água e sal, para acender uma lâmpada de LED. O grupo explicou que é gerada uma corrente elétrica que faz o LED ligar. [...] Outro grupo utilizou uma placa de alumínio e também fio de cobre, como eletrólito uma solução de água sanitária, para ligar um LED. O grupo não conseguiu acender a lâmpada de LED [...] (P1, Descrição AULA 5, 2016)

A aula iniciou com aproximadamente 20 alunos presentes. P1 orientou novamente os alunos para a produção do relatório, para que pensassem sobre as hipóteses que fizeram alguns experimentos não funcionar. Para tanto, P1 escreveu um modelo de relatório no quadro [...] (P1, Descrição AULA 6, 2016)

[...] P1 entregou aos estudantes um recorte do livro “Química Geral em Quadrinhos” (GONICK e CRIDDLE; 2013) e solicitou que os mesmos realizassem a leitura do trecho. Após a leitura, realizou uma breve discussão com os alunos, questionando-os acerca do que haviam entendido sobre as ideias abordadas na história em quadrinhos. [...] P1 entregou aos estudantes 5 questões e solicitou que os alunos respondessem com base na leitura e no que havia sido discutido (P1, Descrição AULA 1, 2018)

[...] P1 disse aos estudantes que neste conteúdo os mesmos deveriam se organizar em grupos com até 5 alunos para selecionarem experimentos sobre oxirredução e apresentarem em uma aula específica. (P1, Descrição AULA 1, 2018)

P1 lembrou com os estudantes sobre o que era oxidação e redução, cátodo e ânodo, polo positivo e

polo negativo, e meio eletrolítico. [...] P1 deu algumas orientações sobre a escrita de um relatório experimental que também deveria ser entregue pelos estudantes após suas apresentações (P1, Descrição AULA 2, 2018)

[...] foi colocado um trecho do nono episódio da segunda temporada da série “Breaking Bad”, em que as personagens buscam como alternativa para fazer funcionar seu furgão que estava sem bateria, a criação de uma bateria caseira utilizando materiais disponíveis por eles no momento. [...] P1 mostrou mais um vídeo chamado “A Química do Fazer – Pilhas e Baterias”(disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ghTtUUVz1DQ>) em que se discute sobre o funcionamento e importância das pilhas e baterias. (P1, Descrição AULA 3, 2018)

P1 discutiu com os estudantes sobre a pilha alcalina e a presença de eletrólitos alcalinos nesse tipo de pilha, mas que em outras pilhas os eletrólitos poderiam ser ácidos ou salinos. [...] P1 entregou para cada grupo de alunos um modelo de relatório, mostrando o que espera exatamente para o relatório que deveria ser entregue ao final das apresentações (P1, Descrição AULA 3, 2018)

O grupo fez uma bateria com limão para ligar uma calculadora. [...] P1 questionou quem estava oxidando e quem estava reduzindo, qual era o polo positivo e qual era o polo negativo. Juntamente ao questionamento feito ao grupo, P1 envolveu o restante da turma para verificar se estavam acompanhando, e questionou a todos sobre qual era o cátodo e ânodo no experimento realizado por esse grupo. [...] O segundo grupo a apresentar fez uma bateria utilizando batata. [...] O terceiro grupo montou uma pilha utilizando laranja. (P1, Descrição AULA 5, 2018)

Nenhum dos grupos utilizou as reações no quadro, explicitou o fluxo dos elétrons ou mostraram para que servia a ponte salina no experimento realizado. Além disso, nenhum dos alunos comentou sobre a formação de íons e o número de oxidação das espécies. As explicações ficaram mais restritas a descrição dos fenômenos e a indicação de quem estava oxidando e quem estava reduzindo, indicando se havia perda ou ganho de elétrons. (P1, Descrição AULA 5, 2018)

O grupo preparou uma apresentação sobre a bateria usando forminha de gelo (com papel alumínio e cobre). [...] P1 escreveu no quadro uma equação [...] e explicou que com a própria equação seria possível determinar várias coisas que ela solicitou, como o estado físico das substâncias, quem estava oxidando (perdendo elétrons e aumentando o número de oxidação) e quem estava reduzindo (ganhando elétrons e diminuindo o número de oxidação), qual seria o polo positivo e polo negativo, bem como a identificação do cátodo e do ânodo. (P1, Descrição AULA 6, 2018)

P1 não fez nenhum questionamento e começou a escrever no quadro alguns exercícios avaliativos que serviriam como atividade valendo nota. (P1, Descrição AULA 7, 2018)

A atividade consistiu em redigir um relatório experimental a partir de um modelo que foi entregue por P1 e que algumas partes do relatório estavam escritas e outras precisariam ser completadas. (P1, Descrição AULA 8, 2018)

Em 2016 e em 2018 observou-se uma abordagem mais enfática nos fenômenos macroscópicos de oxidação e redução (execução dos experimentos e vídeos), bem como nas explicações teóricas relacionadas a estes, do que nas representações e simbologias relacionadas aos mesmos assuntos, ou seja, as equações químicas e as representações microscópicas do que estava ocorrendo em cada fenômeno.

Em 2016, P1 utilizou um vídeo que optou por não utilizar em 2018. Nele, a pilha de Daniell era explicada através de uma ilustração em que se simulavam as reações, a mobilidade dos íons e a transferências de elétrons, incluindo a representação microscópica do fenômeno. Além deste vídeo, houve um outro que foi utilizado tanto em 2016 quanto em 2018, em que as explicações se restringiram a um nível mais macroscópico do funcionamento de uma pilha.

Em 2018, com o uso das histórias em quadrinhos, P1 deu uma pequena ideia sobre alguns destes aspectos, já que no recorte utilizado são ilustradas situações de ocorrência dos fenômenos redox, da mobilidade de íons e da transferência de elétrons com representações que exploram o nível microscópico. No entanto, algumas dessas representações por si só podem acarretar ideias errôneas ou obstáculos epistemológicos como, por exemplo, ao representarem átomos de carbono e hidrogênio como “seres animados” em que um joga elétrons para o outro. Embora seja fundamental que essa forma de representação seja bastante discutida com os estudantes, não se verificou, nas aulas de P1, preocupação com esse enfoque.

Foi observado também que, ao explorar o funcionamento das pilhas e baterias, P1 não utilizou muitos esquemas de representação das mesmas e isso pode ser algo bastante representativo na eletroquímica já que existem diversas representações, desde a pilha de Volta, a pilha de Daniell, as pilhas comerciais, etc., e dessas diversas representações podem surgir dificuldades conceituais por parte dos alunos pois, em uma situação, os compartimentos são mostrados separados, já, em outras, o sistema é bastante diferente e nem sempre os estudantes conseguem aplicar os conceitos estudados teoricamente de um modelo para outro.

Perante os indícios de conhecimento apresentados por P1 sobre as maneiras que utilizou para representar o conteúdo durante as aulas em 2016 e 2018 não foi possível notar grandes diferenças, sugerindo que seu *Conhecimento da Representação do Conteúdo* tenha apenas se mantido.

Em relação ao *Conhecimento da Compreensão dos Alunos*, foi possível observar algumas situações em aula que sugeriram que P1 tinha noção sobre as dificuldades de seus alunos nos assuntos de eletroquímica, muitas vezes norteando sua prática ou mudança de estratégia durante as aulas. O Quadro 40 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador,

que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da compreensão dos alunos apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 40 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e seu conhecimento da compreensão dos alunos

<p>P1 iniciou sua aula lembrando a atividade que havia solicitado aos alunos na aula anterior (uma pesquisa sobre alguns termos usados na eletroquímica). <u>P1 discutiu coletivamente com os alunos o significado de cada termo encontrado por eles em suas pesquisas.</u> (P1, Descrição AULA 1, 2016)</p>
<p><u>Durante a exibição do vídeo P1 fez algumas pausas e explicou algumas coisas, retomando com os alunos alguns conceitos definidos na aula anterior, conforme eram abordados no vídeo.</u> [...] P1 fez um fechamento do que havia sido discutido sobre cada um deles e deu orientações para os alunos sobre o trabalho que seria realizado como avaliação deste conteúdo: em grupo, os alunos deveriam propor um experimento sobre oxirredução a partir da montagem de uma pilha ou bateria, explicá-lo para a turma, identificando quem está sendo oxidado e quem está sendo reduzido, o porquê gerou corrente elétrica, apresentando as reações que ocorreram. (P1, Descrição AULA 2, 2016)</p>
<p><u>P1 escreveu no quadro a seguinte reação e questionou os alunos sobre quem reduziu e quem oxidou:</u></p> $\text{Zn (s)} + \text{Cu}^{2+} \text{ (aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + \text{Cu(s)}$ <p><u>Os alunos confundiram bastante ao tentar designar quem perdeu e quem ganhou elétrons na reação e P1 os auxiliou, mostrando que o Zn(s) perdeu elétrons e oxidou-se a Zn²⁺ enquanto que os íons Cu²⁺ receberam elétrons, reduzindo-se a Cu(s). P1 discutiu com os alunos o significado da palavra redução e questionou o motivo de reduzir se, no caso havia ganho de elétrons. P1 relacionou com a diminuição do número de oxidação, pois os alunos não conseguiram responder seu questionamento.</u> (P1, Descrição AULA 3, 2016)</p>
<p><u>Durante sua explicação, os alunos participaram bastante, mas aparentemente não pensavam muito sobre o que respondiam, ou respondiam de brincadeira, de modo que sempre respondiam incorretamente os questionamentos de P1 e em seguida mudavam suas respostas. Conforme P1 foi explicando, as respostas dos alunos foram ficando piores, revelando a dificuldade que alguns possuíam em compreender a ideia da variação do número de oxidação em relação ao ganho ou perda de elétrons. P1 precisou desenhar um eixo x no quadro, com os algarismos -1, 0 e +1 para discutir com os alunos se aumenta ou diminui em determinado sentido e mesmo assim alguns alunos não sabiam responder. Assim, P1 resolveu os exercícios no quadro reexplicando os conceitos envolvidos. P1 orientou novamente os alunos sobre a realização do trabalho experimental, ressaltando que os alunos deveriam indicar nas reações químicas quem oxidou e quem reduziu, durante as explicações do funcionamento do experimento. Além disso, todos deveriam entregar um relatório escrito sobre o experimento realizado pelo grupo.</u> (P1, Descrição AULA 3, 2016)</p>
<p><u>P1 escreveu no quadro alguns pontos necessários para a apresentação do trabalho e explicou cada um para os alunos, de modo a esclarecer melhor o que esperava das apresentações: introdução, objetivos,</u></p>

descrição dos materiais utilizados e dos procedimentos, explicação do experimento com as reações e discussão com a turma. (P1, Descrição AULA 4, 2016)

A aula iniciou com aproximadamente 20 alunos presentes. P1 orientou novamente os alunos para a produção do relatório, para que pensassem sobre as hipóteses que fizeram alguns experimentos não funcionar. Para tanto, P1 escreveu um modelo de relatório no quadro [...] (P1, Descrição AULA 6, 2016)

[...] P1 entregou aos estudantes um recorte do livro “Química Geral em Quadrinhos” (GONICK e CRIDDLE; 2013) e solicitou que os mesmos realizassem a leitura do trecho [...] P1 problematizou acerca do que haviam entendido sobre os fenômenos de oxidação e redução, sobre o número de oxidação, sobre agente redutor e agente oxidante, bem como dos termos que os alunos não tinham compreendido nos quadrinhos, solicitando que anotassem os mesmos para pesquisarem posteriormente sobre seus significados. [...] Após a breve discussão, P1 entregou aos estudantes 5 questões e solicitou que os alunos respondessem com base na leitura e no que havia sido discutido (P1, Descrição AULA 1, 2018)

[...] P1 disse aos estudantes que neste conteúdo os mesmos deveriam se organizar em grupos com até 5 alunos para selecionarem experimentos sobre oxirredução e apresentarem em uma aula específica. Solicitou que eles comesçassem a pesquisar quais experimentos gostariam de realizar, para que pudessem providenciar os materiais envolvidas na prática. (P1, Descrição AULA 1, 2018)

P1 deu prosseguimento na aula, elencando no quadro as ideias que os estudantes haviam pesquisado para apresentarem como experimentos [...] P1 orientou os alunos que não bastaria reproduzir o experimento, mas que seria preciso refletir sobre as explicações dadas, demonstrando compreensão dos conceitos envolvidos. Em seguida, escreveu no quadro algumas questões para reflexão que norteariam os estudantes na produção da apresentação [...] P1 explicou cada uma das questões aos alunos, reafirmando a necessidade de que eles buscassem compreender o significado dos conceitos, apropriando-se corretamente dos termos utilizados. Disse que a apresentação não deveria ser engessada, em que os alunos responderiam cada uma das questões como um questionário, mas que em suas falas, durante todo o conteúdo da apresentação as respostas deveriam ser contempladas. (P1, Descrição AULA 2, 2018)

Alertou os estudantes também em relação a criticidade nas escolhas das fontes de pesquisa, uma vez que algumas pesquisas da internet mostram ideias sem sentido. Além disso, P1 solicitou que os estudantes estabelecessem objetivos para suas apresentações e que esses deveriam ser colocados já no início da mesma [...] P1 deu algumas orientações sobre a escrita de um relatório experimental que também deveria ser entregue pelos estudantes após suas apresentações (P1, Descrição AULA 2, 2018)

P1 orientou os estudantes sobre os vídeos que iriam assistir e pediu para que eles prestassem atenção no contexto, bem como nos termos utilizados [...] Depois de assistirem os dois vídeos, P1 discutiu brevemente com os estudantes sobre a importância de saberem corretamente os conceitos da

eletroquímica [...] P1 entregou para cada grupo de alunos um modelo de relatório, mostrando o que esperava exatamente para o relatório (P1, Descrição AULA 3, 2018)

O grupo fez uma bateria com limão para ligar uma calculadora. [...] P1 questionou quem estava oxidando e quem estava reduzindo, qual era o polo positivo e qual era o polo negativo. Juntamente ao questionamento feito ao grupo, P1 envolveu o restante da turma para verificar se estavam acompanhando, e questionou a todos sobre qual era o cátodo e ânodo no experimento realizado por esse grupo. Ao final das apresentações, P1 deu um *feedback* geral dos grupos e disse que esperava mais explicações que faltaram como, por exemplo de indicar o agente redutor e agente oxidante e as reações envolvidas. (P1, Descrição AULA 5, 2018)

Ao final dessa apresentação, P1 chamou a atenção da necessidade de executar o experimento durante a apresentação e enfatizou os conceitos solicitados para as apresentações, escrevendo no quadro: cátodo, ânodo, agente oxidante, agente redutor, materiais (substâncias), quem reduz e quem oxida, equações envolvidas na reação. Em seguida P1 escreveu no quadro uma equação, [...] e explicou que com a própria equação seria possível determinar várias coisas que solicitou, como o estado físico das substâncias, quem estava oxidando (perdendo elétrons e aumentando o número de oxidação) e quem estava reduzindo (ganhando elétrons e diminuindo o número de oxidação), qual seria o polo positivo e polo negativo, bem como a identificação do cátodo e do ânodo. Durante sua explicação, P1 corrigiu o erro dos alunos que confundiram agente redutor e agente oxidante, tentando criar uma discussão com toda a turma a partir do entendimento que tinham sobre esses termos. Nesse sentido, P1 escreveu no quadro duas frases “Amor de mãe” e “Amor à mãe” e questionou os estudantes sobre a oração estar na voz ativa ou na voz passiva. Explicou a turma que assim como na língua portuguesa se chama de “ativo” aquele que está exercendo a ação, na química chamava-se de agente aquele que estaria exercendo uma ação no outro como, por exemplo, no caso do agente oxidante seria aquele que estaria causando oxidação no outro e o agente redutor seria aquele que estaria causando a redução no outro. Assim o agente oxidante iria reduzir, recebendo elétrons e o agente redutor iria oxidar, perdendo elétrons. (P1, Descrição AULA 6, 2018)

P1 retomou ainda a explicação sobre a bateria com forminha de gelo dizendo que era imprescindível que os alunos tivessem senso crítico ao buscarem materiais na internet para que não apenas reproduzissem explicações sem de fato terem compreendido. Durante sua fala, P1 explicou aos alunos que em alguns casos quando temos dois metais conectados um deles poderá agir apenas como condutor e não estará sofrendo uma reação, disse que um metal oxidaria e o outro não poderia reduzir tendo seu Nox variando de 0 para um número negativo e que, por isso, seria preciso analisar os íons presentes na solução e identificar qual deles sofreria redução. (P1, Descrição AULA 6, 2018)

P1 [...] começou a escrever no quadro alguns exercícios avaliativos que serviriam como atividade valendo nota (P1, Descrição AULA 7, 2018)

A aula iniciou com [...] P1 entregando uma atividade de recuperação para os alunos. A atividade

consistiu em redigir um relatório experimental a partir de um modelo que foi entregue por P1 e que algumas partes do relatório estavam escritas e outras precisariam ser completadas. No relatório havia a necessidade de se fazer uma citação indireta e uma citação direta, sendo que para isso foi fornecido um material de apoio para os alunos consultarem. Além disso, foi fornecido um roteiro experimental de como montar a bateria de limão. (P1, Descrição AULA 8, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Observa-se, tanto em 2016 quanto em 2018, que a organização das aulas de P1 denota o conhecimento que P1 possui sobre as dificuldades que os estudantes têm em se apropriar dos termos e conceitos utilizados na eletroquímica, de modo que as amplas discussões, o trabalho de pesquisa, e o desenvolvimento de atividades em que os estudantes atuam diretamente (como os seminários) são iniciativas para buscar superar tais dificuldades.

Observou-se que, em 2018, as aulas possuem maior quantidade de questionamentos por parte de P1 durante e após as apresentações dos seminários, em que, muitas vezes, se buscava superar lacunas de aprendizagem e dificuldades conceituais demonstradas pelos apresentadores e, sempre que necessário, P1 retomou as explicações. Também foi verificada a inclusão de uma analogia ao retomar a explicação sobre agente oxidante e agente redutor, como alternativa para superar uma dificuldade de compreensão apresentada por seus alunos.

Além disso, as atividades propostas por P1 pareceram mais bem estruturadas em 2018, com orientações e *feedbacks* mais claros aos alunos sobre o que era esperado, bem como os resultados obtidos durante as atividades. Em diversos momentos das aulas em 2018, observou-se a preocupação de P1 em formalizar e registrar (no quadro, impresso, etc.) algumas explicações e orientações que antes eram feitas apenas verbalmente e isso, possivelmente, se deu por perceber a dificuldade dos alunos com a forma anterior.

Assim, os dados que representam os conhecimentos de P1 sobre a compreensão dos alunos revelam que, embora em 2016 já tenha sido verificado um bom conhecimento dos alunos por parte de P1, em 2018, houve diferenças que sinalizam que seu *Conhecimento da Compreensão dos Alunos* tenha sido melhorado.

Sobre o *Conhecimento das Práticas Científicas* de P1, foram identificados poucos momentos em 2016 e 2018 que subsidiam a consolidação deste conhecimento. O Quadro 41 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que embasaram a análise acerca do conhecimento das práticas científicas apresentado por P1 em 2016 e 2018.

Quadro 41 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento das práticas científicas

<p><u>P1 teve uma postura bastante questionadora, fazendo com que os alunos pensassem sobre o significado de cada palavra trazida nas respostas para o significado de cada termo.</u> Por exemplo, ao discutirem sobre o significado de pilha, P1 levou os alunos a pensarem sobre o que é um dispositivo, sobre que tipo de energia poderia ser armazenado em uma pilha. [...] As pilhas foram definidas como dispositivos que armazenam energia elétrica proveniente de reações químicas e as baterias como um conjunto de pilhas. Essa definição foi escrita no quadro. (P1, Descrição AULA 1, 2016)</p>
<p>P1 utilizou três vídeos para discutir alguns conceitos com os alunos a partir de animações e esquemas apresentados nos vídeos. <u>O primeiro vídeo foi utilizado para explicar o funcionamento da Pilha de Daniell [...]. Na sequência, um outro vídeo</u> foi apresentado aos alunos (Mundo de Beakman - https://www.youtube.com/watch?v=LrnJ2bi7pFk) <u>sobre o funcionamento das pilhas [...]</u> Por fim, outro vídeo sobre o funcionamento de pilhas e baterias foi mostrado aos alunos (P1, Descrição AULA 2, 2016)</p>
<p>[...] <u>Além disso, o vídeo deu uma ideia geral sobre a evolução história sobre os modelos de pilhas e seu funcionamento,</u> desde a Pilha de Volta até as que são comercializadas atualmente. (P1, Descrição AULA 2, 2016)</p>
<p>Primeiramente, <u>foi colocado um trecho do nono episódio da segunda temporada da série “Breaking Bad”, em que as personagens buscam como alternativa para fazer funcionar seu furgão que estava sem bateria, a criação de uma bateria caseira utilizando materiais disponíveis por eles no momento.</u> (P1, Descrição AULA 3, 2018)</p>
<p>[...] <u>P1 mostrou mais um vídeo chamado “A Química do Fazer – Pilhas e Baterias”</u>(disponível em https://www.youtube.com/watch?v=ghTtUUVz1DQ) em que se discute sobre o funcionamento e importância das pilhas e baterias. Nesse vídeo também é feita uma breve abordagem histórica da evolução das ideias e modelos de pilhas a partir dos estudos de Volta. (P1, Descrição AULA 3, 2018)</p>
<p><u>P1 discutiu com os estudantes sobre a pilha alcalina e a presença de eletrólitos alcalinos</u> nesse tipo de pilha, mas que em outras pilhas os eletrólitos poderiam ser ácidos ou salinos. (P1, Descrição AULA 3, 2018)</p>
<p>O relatório consistia no experimento de uma bateria feita com limões [...] <u>P1 enfatizou aos alunos o quão importante seria essa atividade, não apenas para recuperar nota, mas para que eles aprendessem a fazer um relatório, sobre como fazer citações, sobre conseguir diferenciar pilhas e baterias</u> (P1, Descrição AULA 8, 2018)</p>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Tanto em 2016 quanto em 2018 foi utilizado um vídeo em que se dava uma ideia bastante introdutória sobre a história das pilhas e sua evolução desde o experimento de Volta

até as pilhas comerciais. Essa abordagem pode auxiliar o estudante a compreensão histórica da evolução do conhecimento e do desenvolvimento científico a partir das pesquisas.

Não foram observadas nas aulas em 2016 e em 2018 iniciativas que buscassem explorar de forma mais contundente aspectos da história e filosofia da ciência. No entanto, foi possível verificar diversas iniciativas que tentaram explorar a contextualização, em maior ou menor nível. Em 2016 e 2018 a abordagem dos assuntos da eletroquímica ficou restrita à sua aplicação na temática pilhas e baterias.

Diante do exposto, os indícios de conhecimento apresentados por P1 durante as aulas em 2016 e 2018 não são suficientes para apontar algum tipo de desenvolvimento, sugerindo que seu *Conhecimento das Práticas Científicas* tenha apenas se mantido.

Em relação ao *Conhecimento das Maneiras de Pensar*, P1 modificou sua prática em 2018 possivelmente pautada nesse conhecimento, quando estruturou melhor suas orientações e materiais para o trabalho de apresentação de seminários, bem como da redação do relatório experimental e explicações que tiveram maior quantidade de informações registradas no quadro ao invés de serem apenas verbalizadas. Ademais, não foram constatadas outras situações que sugerissem que P1 estava mobilizando seu conhecimento das maneiras de pensar.

Neste sentido, os indícios apresentados por P1 durante as aulas em 2018, especialmente a reorganização de sua prática em sala de aula, sugere que seu *Conhecimento das Maneiras de Pensar* teve uma ligeira melhora.

Com base na análise de todos indícios de conhecimentos apresentados por P1 em 2016 e 2018, é possível criar um parâmetro geral de seu ePCK que representa a comparação temporal de seus conhecimentos, indicando se o houve melhora em seu ePCK. O Quadro 42 sintetiza os resultados sobre a análise dos conhecimentos de P1.

Quadro 42 - Síntese da análise do ePCK de P1 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU	SE MANTEVE
Conhecimento da avaliação	X	
Conhecimento pedagógico		X
Conhecimento do conteúdo		X
Conhecimento dos alunos		X
Conhecimento curricular		X
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	
Conhecimento da representação do conteúdo		X
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	

Conhecimento das práticas científicas		X
Conhecimento das maneiras de pensar	X	

Fonte: O autor (2019)

6.2.4 Considerações sobre o PCK de P1 e os três domínios do PCK

A análise sobre as interrelações entre as manifestações de conhecimentos de P1 em seu ePCK e pPCK não é uma tarefa fácil de ser feita, mas pode revelar importantes movimentos na forma de pensar e de agir que estejam contribuindo diretamente para seu desenvolvimento profissional.

Neste sentido, o Quadro 43 sintetiza os principais resultados quanto ao desenvolvimento dos conhecimentos de P1 em seu ePCK e pPCK e é a partir dele que serão tecidas algumas reflexões gerais do PCK de P1 nesses dois domínios e algumas de suas relações com o cPCK, especialmente aquele construído coletivamente no curso de formação continuada.

Quadro 43 - Síntese da análise do pPCK e do ePCK de P1 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU		SE MANTEVE	
	pPCK	ePCK	pPCK	ePCK
Conhecimento da avaliação		X	X	
Conhecimento pedagógico			X	X
Conhecimento do conteúdo	X			X
Conhecimento dos alunos	X			X
Conhecimento curricular	X			X
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	X		
Conhecimento da representação do conteúdo	X			X
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	X		
Conhecimento das práticas científicas			X	X
Conhecimento das maneiras de pensar	X	X		

Fonte: O autor (2019)

Nota-se, de um modo geral, que a melhora dos conhecimentos de P1 foi bastante significativa no âmbito do pPCK (7 de 10 conhecimentos melhoraram) e um pouco mais tímida em seu ePCK (apenas 4 de 10). Nesse sentido, o conhecimento das estratégias instrucionais mostrou ter melhorado no domínio do pPCK e do ePCK, da mesma maneira que se verificou

para o conhecimento da compreensão dos alunos e o conhecimento da representação do conteúdo. Além disso, de todos os conhecimentos analisados, apenas o conhecimento das práticas científicas e conhecimento pedagógico não forneceu indícios de melhora, tanto no domínio do pPCK quanto do ePCK.

Analisando especificamente o conhecimento da avaliação, P1 mostrou melhora no domínio de seu ePCK, uma vez que suas aulas em 2018 contemplaram diversos momentos com: 1) discussões e questionamentos constantes em que P1 poderia verificar a compreensão ou dificuldade dos estudantes no conteúdo; 2) apresentação de seminários nos quais os estudantes explicaram os fenômenos de oxirredução em um experimento executado por eles mesmos, no qual P1 poderia avaliar o aprendizado dos alunos; 3) redação de relatório experimental em que os estudantes tiveram que, por meio da linguagem escrita, demonstrar sua compreensão sobre a teoria e a prática envolvida no experimento realizado em sua apresentação de seminário e em uma atividade de recuperação; e 4) questionários em que os estudantes puderam exercitar sua compreensão e interpretação sobre os fenômenos de oxirredução. Essa multiplicidade de estratégias avaliativas também foi contemplada durante sua reflexão no CoRe-Entrevista, de modo que o movimento de transformar seu pPCK para seu ePCK apresenta-se bem consolidado neste aspecto.

Percebe-se que P1 escolhe não avaliar seus alunos pontualmente apenas utilizando uma prova ou algum tipo de atividade que se caracterize apenas como avaliação de aprendizagem. Mas, explora diferentes ferramentas e em momentos diferentes de suas aulas, valorizando assim o desenvolvimento e evolução dos próprios alunos em relação ao que se espera de suas aprendizagens. Essa postura tem características de uma avaliação processual que, segundo Vasconcellos (2008), pode ser entendida como uma maneira do professor se ater ao que de fato o aluno produz ao interagir com o objeto de estudo, bem como seu conhecimento e postura de comprometimento durante todo o processo.

Cabe salientar que P1 se destaca dentre outros professores de sua realidade local, uma vez que um dos dados apresentados aos participantes do curso de formação continuada, no primeiro encontro, revelou que a maioria dos professores entrevistados explora exclusivamente a aplicação de provas e exercícios para avaliar a aprendizagem de seus alunos, de forma semelhante ao verificado por Goes (2018).

Gil, Alonso e Martinez (1992) discutem que os professores normalmente apresentam uma ideia de avaliação que está bastante ligada ao ensino por transmissão, de modo que os professores se preocupam em avaliar apenas se o conteúdo foi transmitido de forma precisa ou

não. Segundo os autores, esse tipo de avaliação busca “medir” a aprendizagem dos estudantes, fornecendo resultados parciais que são acumulados a partir de cada teste.

Quanto ao conhecimento do conteúdo, P1 demonstrou melhorar seu pPCK ao mobilizar esse conhecimento em maior quantidade e em mais situações que envolviam reflexões diferentes, conforme as questões do CoRe-Entrevista. Em 2018, P1 refletiu sobre “reações de oxidação/redução”, “pilhas e baterias”, “termos específicos” e “equilíbrio iônico” como ideias/conceitos centrais de seu pensamento sobre o ensino de eletroquímica. De fato, todas essas ideias/conceitos, que simbolizam parte de seu pPCK, são manifestadas como preocupações de seu ensino durante as aulas, representando parte de seu ePCK.

As reações de oxidação/redução e os termos específicos utilizados na eletroquímica são considerados como a base de seu ensino durante as aulas, em que as estratégias didáticas utilizadas e as atividades avaliativas buscam proporcionar aos estudantes a compreensão correta dos processos redox e o uso adequado dos conceitos e termos específicos das explicações da ocorrência destes processos.

As pilhas e baterias continuam sendo os assuntos que motivam o estudo dos conteúdos, temática que aproxima o que está sendo estudado do cotidiano dos estudantes, de modo que durante as apresentações de seminários os grupos de alunos preparam, executam e explicam sobre um experimento que envolve as reações de oxidação e redução em uma pilha e/ou bateria.

Nesse sentido, as pilhas e baterias acabam sendo utilizadas como mote para a contextualização dos assuntos estudados e atendem o que é apontado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) ao discutirem a importância da contextualização como um dos eixos que devem nortear o currículo brasileiro no processo de ensino e aprendizagem nas escolas.

No entanto, dentre as ideias/conceitos elencadas por P1, o equilíbrio iônico não parece ser abordado durante suas aulas da forma com que é apontado em sua reflexão, pois não foram verificadas intervenções e/ou discussões que levassem em conta o equilíbrio iônico envolvido nos meios em que estavam ocorrendo reações redox. Embora perceba, em diversos momentos, a preocupação de P1 em retomar, ensinar e discutir com seus alunos sobre a importância dos íons na ponte salina, nas soluções em que os eletrodos estavam, bem como da mobilidade desses íons na solução e de sua condução elétrica, o protagonismo dessa ideia/conceito nas aulas de P1 é pequeno.

Trujillo (2017) discute que ao participar de um grupo de formação continuada juntamente com outros professores, é possível compartilhar experiências e refletir sobre o

ensino de um conteúdo específico (no caso deste estudo, o de ligação química), possibilitando que o professor participante reconheça e atue na construção de novas possibilidades de se abordar os conteúdos, especialmente em relação ao aspecto curricular do sequenciamento dos tópicos que o compõem.

Goes (2018), ao realizar um curso de formação continuada em eletroquímica, também constatou uma melhora dos professores em relação aos termos do conteúdo abordados em suas respostas ao final do curso. Neste sentido, argumenta que:

[...] no início do curso alguns conceitos não foram citados ou foram pouco citados, por exemplo, ponte salina não foi referenciada inicialmente no curso, entretanto, no final do curso, foi uma das expressões mais recorrentes nas respostas dos professores. (GOES, 2018, p.201)

No caso do estudo realizado por Goes (2018) houve um encontro específico em que se discutiu sobre o conceito de ponte salina. Nesse sentido, durante o curso de formação continuada que P1 participou, houve uma discussão em seu grupo de especialistas, a partir da realização de um experimento de montagem de uma bateria usando forminha de gelo, em que refletiram um pouco sobre os íons nas reações redox. Nessa discussão, os professores perceberam que normalmente todos ficavam condicionados a pensar que, na montagem de uma pilha ou bateria, ao utilizar um par metálico sempre um deles sofrerá oxidação e o outro redução. Alguns professores comentaram que analisavam a tabela de potencial de redução sempre olhando as espécies íon/metál dos dois metais utilizados e não paravam para pensar se havia algum outro íon na solução utilizada que poderia sofrer redução, enquanto um dos metais atuasse apenas como condutor.

Embora, nesse ponto, o curso de formação continuada possa ter dado uma contribuição para que P1 passasse a considerar essa ideia/conceito no CoRe-Entrevista, o contexto de aprendizagem parece influenciar diretamente na relação entre estes dois domínios, uma vez que ao ler o texto de Caramel e Pacca (2011), em que são abordadas algumas dificuldades dos estudantes em aprender eletroquímica, e responder sobre quais aspectos mais chamaram sua atenção na leitura, P1 afirmou que deixa de discutir aspectos da neutralidade elétrica.

Em sua reflexão, P1 argumentou que:

Posso estar errada, mas acredito que como a Eletroquímica abrange a aprendizagem de muitos conceitos e o professor possui poucas aulas para o ensino da mesma, certos conceitos são mais enfatizados dependendo dos objetivos do professor. Ou seja, sempre algo ficará “de fora”. No meu caso, não cobro dos estudantes o cálculo dos valores de diferença de potencial, mas procuro verificar se eles compreendem como a energia foi “gerada” (infelizmente de forma superficial), não trabalhando e não discutindo a neutralidade elétrica. (P1, Resposta fórum geral, 2017)

Nessa perspectiva, durante a dinâmica do SIM e NÃO realizada no curso de formação continuada, a maior parte dos professores afirmou que nem sempre conseguem trabalhar com o conteúdo de eletroquímica, especialmente devido ao pouco tempo e à grande demanda de conteúdos a serem trabalhados. Além disso, a maioria disse não possuir laboratório de química ou ciência em sua escola, alguns materiais básicos de laboratório, laboratório de informática ou computadores disponíveis para uso.

Nessa situação, muitas vezes a atuação do professor fica limitada e o contexto não permite que explore atividades experimentais, permitindo que seus alunos possam ter a compreensão dos fenômenos observáveis e a construção de modelos mentais a partir dessa vivência. Justi (2006) ressalta que, no ensino de Química, é fundamental que os estudantes tenham a oportunidade de elaborar modelos que explorem a abstração com átomos e moléculas, na tentativa de explicarem os fenômenos observados nas atividades experimentais.

Sendo assim, para estes professores, o contexto de aprendizagem passa a exercer uma influência gigantesca em suas práticas, condicionando muitas vezes o que será abordado nas aulas, como será realizada e quais recursos poderão ser explorados. Logo, parece coerente afirmar que a mobilização dos conhecimentos do pPCK para o ePCK não é algo tão simples, pois embora um domínio influencie diretamente o outro, os conhecimentos não estão prontos e acabados apenas para serem utilizados em uma ou outra situação específica enfrentada pelo professor.

Além disso, a estrutura abstrata do PCK torna a tarefa de acessá-lo algo bastante complexo para qualquer análise. Neste sentido, o uso de outros recursos e instrumentos, como os mapas PCK (PARK e SUH, 2019) que possam aumentar as possibilidades de acessar com maior clareza o conhecimento de professores parece ser uma alternativa viável para tornar essa estrutura um pouco mais “visível”. Desta forma pode ser possível conhecer um pouco do raciocínio pedagógico e ação do professor e inferir sobre a troca de conhecimentos entre pPCK e ePCK.

Sabe-se que existe uma ação transformadora do professor ao mobilizar um conhecimento de seu pPCK a partir de seu repertório docente para uma situação real de ensino específica, e ela é consideravelmente processual, complexa e exige certa criatividade e disposição. Essa ação também tem influências do contexto, seja pela limitação de tempo que muitas vezes é imposta ao professor, por sua alta carga de trabalho ou até mesmo pela própria política da instituição em que atua.

Além desses motivos, possivelmente também são interferentes: as faculdades mentais do professor, sua autopercepção acerca de sua eficácia em sala de aula, suas crenças e orientações para o ensino, bem como os condicionantes relacionados à estrutura física da escola e características dos alunos que serão ensinados.

Nesse sentido, embora o professor possua um bom PCK pessoal e um vasto repertório a ser utilizado, ele irá utilizá-los durante uma situação de ensino não apenas a partir de seus próprios filtros e amplificadores, mas, em muitos casos, devido às próprias exigências de sua condição de trabalho. Ou seja, alguns professores podem considerar que idealmente suas aulas sobre eletroquímica deveriam ser trabalhadas de uma determinada forma, mas eles não a executam de fato em suas aulas, uma vez que a estrutura física da escola não é suficiente para explorar os recursos que gostariam, não têm tempo suficiente para planejar, organizar e refletir sobre suas próprias aulas, não dispõem de aulas suficientes para explorar os conteúdos da maneira que almejam, dentre outras razões.

Por isso, parece provável existir também um outro nível de “contexto de aprendizagem” no RCM, entre o pPCK e o ePCK, que exerce grande influência sobre o que o professor de fato realiza em sala de aula.

Possivelmente a participação em cursos de formação continuada e o investimento em sua própria capacitação profissional, permita que os professores desenvolvam seu PCK em algum domínio, ainda que este desenvolvimento fique apenas em um aspecto teórico do pPCK e não seja colocado em prática. Neste sentido, sugere-se que essas iniciativas sejam contínuas e passem a considerar todos os domínios do PCK, com atividades que envolvam a troca de experiências, bem como de exercício do processo de planejamento, execução e reflexão acerca do ensino de um determinado conteúdo. Ou seja, os professores passariam a atuar em grupos a partir de ciclos de planejamento, execução, reflexão juntamente com ciclos de compartilhamento de experiências e apoio à melhoria de suas aulas.

Por isso, acredita-se que um trabalho de tutoria ou a criação de espaços de formação continuada permanentes em que professores possam se auxiliar mutuamente nessa tarefa de transformação de seu pPCK para o ePCK, poderiam acelerar o tempo necessário para que fossem constatadas melhoras das aulas dos professores em situações reais de ensino e, conseqüentemente, melhores resultados com os alunos. Diante disso, o próprio processo de retroalimentação dos domínios do PCK do professor seria intensificado, permitindo maiores possibilidades de ampliação de todos os níveis.

Percebe-se que é bastante forte em P1 a ideia de que vale mais a pena ensinar os conteúdos com qualidade, mesmo que seja mais devagar, do que avançar com os mesmos e deixar o processo de ensino e aprendizagem cheio de lacunas. Nesse sentido, nota-se que alguns assuntos pertinentes à eletroquímica não são ensinados em 2016 e 2018. Tal situação deixa P1 se lamentando, durante sua reflexão no CoRe-Entrevista em 2018, pelo pouco tempo disponível para trabalhar com o assunto.

Shulman (1987) discute que o professor necessariamente tem que selecionar e organizar seu programa de ensino. Neste aspecto, o professor precisa pensar sobre quais os conteúdos serão ensinados, bem como o sequenciamento com que os mesmos devem ser apresentados, considerando o tempo disponível para tal.

Dessa situação, certamente, surge uma tensão entre a necessidade de cumprir todo o currículo e o de ensinar para a compreensão e aprendizagem dos estudantes. Sobre essa situação Geddis et. al (1993) diz em que há relação com a saliência curricular, em que o professor enfrenta essa tensão enquanto precisa mobilizar seu conhecimento acerca do currículo e do conteúdo a ser ensinado.

Sobre o conhecimento da compreensão dos alunos, especificamente quanto às dificuldades que os estudantes possuem em eletroquímica, parece existir uma relação entre o que foi estudado no curso de formação continuada, discutido no grupo de base principal, com a maior reflexão de P1 sobre esse aspecto no CoRe-Entrevista em 2018, representando um movimento do cPCK para o pPCK.

As dificuldades 1, 3, 4 e 6 parecem fazer parte do repertório de P1 (1 - Estudantes afirmam que os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons; 3 - Estudantes afirmam que a ponte salina fornece elétrons para completar o circuito; 4 - Estudantes não conseguem identificar o ânodo e o cátodo em uma célula eletroquímica; 6 - Estudantes desconhecem outros tipos de pilhas e baterias além das AA e AAA e possuem dificuldade em diferenciar pilhas de baterias), uma vez que em 2018 seu pensamento sobre o ensino de eletroquímica (pPCK) e sua atuação em sala de aula (ePCK) levam em consideração essas dificuldades, seja por ter consciência das mesmas e tentar propor maneiras para superá-las ou evitá-las (ePCK já consolidado), ou ainda, por estar em um processo de tomar consciência das mesmas buscando alternativas para sua superação (transformação do pPCK em ePCK).

Durante a discussão sobre essas dificuldades, o grupo de P1 respondeu que uma maneira de superar ou evitar que a dificuldade 4 apareça nas aulas seria:

Iniciar a aula utilizando materiais do cotidiano que se oxidam e depois partir para as equações das reações de oxirredução. Além disso, investigar durante as aulas se o estudante de fato não aprendeu o conceito de oxidação e redução ou se ele apenas não consegue relacionar o processo aos termos ânodo e cátodo corretamente – os termos são parecidos com ânions e cátions, o que pode gerar dúvidas. (Questão 3, Questionário grupo de base-Encontro 1, 2017).

De fato, o caminho percorrido nas aulas de P1 em 2018 foi semelhante ao que respondeu juntamente com seu grupo. Cabe ressaltar que P1 também fez reflexões sobre esses mesmos pontos ao refletir sobre o ensino de eletroquímica no CoRe-Entrevista em 2018. Assim, observa-se o movimento e influência do cPCK no pPCK e ePCK de P1.

Individualmente, P1 também elencou durante o curso algumas dificuldades que percebia que seus alunos possuíam em eletroquímica e deveria propor alguma forma de superar essa dificuldade ou evitar que ela aparecesse em aula por meio de uma atividade em sala. Nesse sentido, P1 afirmou que:

Utilizar corretamente os termos agente oxidante, agente redutor, cátodo e ânodo – Acredito que propor jogos que abordem os conceitos da eletroquímica, até mesmo um jogo de memória tendo como par o termo e a definição, poderia auxiliar os estudantes a estarem habituados com os mesmos. E na hora de formalizar o conteúdo, a utilização dos mesmos poderia acontecer de uma forma mais “natural”. Percebo que muitos estudantes compreendem a ideia geral de uma reação de oxirredução como uma reação em que há perda e ganho de elétrons, mas muitos acabam não conseguindo fazer a relação e aplicação com o uso dos termos específicos. (Questão 2, Questionário individual, 2017).

Observa-se novamente total coerência com o que P1 pensou durante sua reflexão no curso em 2017, com seu pensamento ao responder o CoRe-Entrevista em 2018 e durante o desenvolvimento de suas aulas sobre eletroquímica. Embora P1 não tenha explorado um jogo didático no ensino dos termos elencados, tentou inovar sua proposta com mais discussões, uso de história em quadrinhos e vídeos, na tentativa de melhorar a elucidação de tais conceitos.

A inovação pode ser entendida sob diferentes perspectivas, especialmente na área educacional e, por isso, cabe pontuar que o conceito de inovação apresentado nessa tese é concebido como uma modificação das “práticas educacionais costumeiras em um determinado grupo social” (TAVARES, 2019, p.12).

É fundamental para o PCK dos professores, que os mesmos tenham conhecimento sobre as potenciais dificuldades de seus alunos para, a partir disso, organizar e orientar suas aulas. Por isso, é necessário monitorar constantemente os estudantes e verificar como estão compreendendo o assunto, a fim de analisar o quão eficaz está sendo seu ensino e, conseqüentemente, decidir as ações futuras (CORTES JÚNIOR e SÁ, 2017).

Em relação ao conhecimento das estratégias instrucionais, especificamente no aspecto das estratégias didáticas utilizadas por P1 em 2018, percebe-se uma clara influência do curso em alguns aspectos de suas aulas: uso das histórias em quadrinhos, uso das discussões coletivas, uso do trabalho em grupo, uso do trecho da série “Breaking Bad” e uso das instruções para a atividade de recuperação. Novamente esse movimento caracteriza o sentido da relação entre os domínios cPCK → pPCK → ePCK.

Algumas dessas contribuições do curso são devidas à própria vivência de P1 durante a vivência das atividades propostas, em que foi possível discutir em seu grupo de especialistas sobre o uso de algumas estratégias didáticas para o ensino de eletroquímica; mas outras podem também ser devidas ao compartilhamento das experiências e conhecimentos dos professores de seu grupo de base, que tiveram vivências em outros grupos de especialistas. Nesse sentido, no movimento cPCK → pPCK → ePCK se evidencia a importância da cooperação no desenvolvimento de conhecimentos.

Cabe lembrar que P1 realizou como atividades em seu grupo de especialistas 1) Experimento “pilha de batata doce”; 2) Experimento “bateria de forminha de gelo”, 3) Trecho da série “Breaking Bad”, e 4) Software simulador Pilha de Daniell. E ao responder se utilizaria algumas dessas estratégias em sua aula e justificar sua resposta considerando adaptações que julgasse necessária, P1 afirmou que:

Sim, utilizaria os experimentos para avaliação, o simulador para explicar diferença de potencial e incentivar os alunos para o cálculo da ddp, o trecho da série “Breaking Bad” na introdução do assunto pilhas e baterias. As adaptações a serem realizadas dependeriam muito dos materiais disponíveis na escola do tempo para trabalhar com esse conteúdo nas aulas. Os experimentos seriam sugestões aos estudantes, uma vez que os deixaria livres para pesquisar experimentos semelhantes e que os materiais necessários para a execução fossem de melhor acesso. Só usaria o trecho da série assistida no curso para levantar questões como “onde mais encontramos pilhas e baterias? E depois conceituaria redução, oxidação, cátodo, ânodo, etc. (P1, Questão 1- Grupo de especialistas-Encontro 2, 2017)

O experimento da pilha de batata doce não foi explorado nas aulas de P1 em 2018, enquanto o experimento da bateria de forminha de gelo foi apresentado por um dos grupos de alunos durante sua AULA 6 e P1 problematizou as ideias dos estudantes do mesmo modo com que as ideias dos professores foram problematizadas no grupo de especialistas, no sentido de pensar sobre situações em que um metal apenas conduz eletricidade e não sofre reação.

O trecho da série “Breaking Bad” foi utilizado por P1 em suas aulas em 2018, enquanto que o software simulador Pilha de Daniell não foi utilizado, uma vez que P1 não explora durante as aulas o cálculo da diferença de potencial. No entanto, um dos vídeos utilizados por P1 em

suas aulas abordou explicações semelhantes ao que era simulado no software, em relação à ocorrência das reações de oxidação e redução em uma pilha.

Cabe ressaltar que o uso da história em quadrinhos advém do compartilhamento da vivência de outro professor com P1 em seu grupo de base, uma vez que essa estratégia não foi estudada em seu grupo de especialistas, mas sim em outro grupo.

Ao final do curso de formação continuada, os grupos de base tiveram que, a partir do compartilhamento das vivências nos grupos de especialistas e repertório docente de cada integrante, propor uma sequência de ensino sobre eletroquímica. Esse planejamento pode ser considerado como parte do cPCK uma vez que, a partir da discussão e consenso, os integrantes de cada grupo chegaram em uma melhor proposta de como tornar o conteúdo ensinável.

As aulas 1, 4 e 5 planejadas pelo grupo de base principal são as que mais se aproximam das aulas executadas por P1 em 2018, com algumas estratégias didáticas semelhantes, bem como o sequenciamento e abordagem dos conteúdos. As aulas 2 e 3 que possuem como assunto central a abordagem do número de oxidação não se assemelha com as aulas de P1 em 2018, já que esse conceito não é tão protagonista de suas aulas, no sentido de calcular número de oxidação e se preocupar com a conceituação do mesmo. P1 apenas fornece o número de oxidação aos alunos para que eles sejam capazes de reconhecer os processos de oxidação e redução nas reações.

As ideias de trabalhar com oxidação e redução, bem como com as pilhas e baterias também é algo comum entre a estrutura das aulas do grupo e as aulas de P1 em 2018. No entanto, a ideia de explorar os cálculos de número de oxidação e de diferença de potencial não é algo principal com que P1 se preocupe em suas aulas.

Os objetivos estabelecidos pelo grupo parecem ser seguidos também por P1 em suas aulas, especialmente aqueles que fazem alusão aos conceitos em destaque nas aulas de P1, com exceção do número de oxidação, potencial de redução e os cálculos que envolvem tais conceitos.

Sobre as mudanças que teve em sua forma de pensar e trabalhar a eletroquímica a partir de sua participação no curso de formação continuada, P1 afirmou que:

Eu trouxe a interpretação de texto; em vez de pedir que eles pesquisassem. Até porque a pesquisa eles copiavam e nem sabiam o que estavam copiando, então, eu imaginei que naquele texto (História em quadrinho) eles já poderiam, sei lá, se interessar pelo conteúdo; até porque é um texto gostoso de se ler, né? Ele envolve bem, e daí como eles tinham as questões ali para responder; interpretar os conceitos, eu pensei que teria um envolvimento; uma motivação a começar a estudar os conceitos. Eu acredito que isso foi importante. Tem um experimento que no curso a gente fez, e esse ano que eu percebi que os alunos fazem muita confusão, que é aquela bateria de forminhas de

gelo. Jesus, eu não tinha percebido; e na hora que eu fiz, também, eu não percebi, que ele é mais complexo do que os outros, em termos de quem oxida e quem reduz. Porque aquele fio de cobre para alguns ele causa uma polêmica, ele é condutor. A oxidação está acontecendo ali no zinco; no prego zincado, mas a redução está acontecendo na solução e não no cobre. E, só esse ano que eu percebi. (Questão 5, Entrevista, 2018)

De um modo geral, o curso de formação continuada pareceu ter grande valia para P1, em sua formação e desenvolvimento profissional. Ao responder na entrevista, em 2018, se o curso foi útil para sua formação, P1 afirmou que:

Sim, primeiro pela disponibilidade de materiais, né? Então, os materiais novos, eles já me ajudaram a pensar num planejamento e também a questão de trabalhar as práticas experimentais. Isso eu já tinha trabalhado, mas, às vezes, eu não tinha feito, né? E lá no curso eu pude fazer (Questão 3, Entrevista, 2018).

Em relação ao compartilhamento das experiências pessoais entre os professores nos grupos de base, P1 afirmou que sua realidade ainda não permite trabalhar o conteúdo da forma que gostaria, mas que pretende chegar, assim como viu nos relatos de outros professores. Segundo P1:

Alguns relatavam que conseguiam chegar nos cálculos, que chegavam, até, a discutir relação de massa, né? A massa inicial, a massa final, e daí, eu fiquei assim, tipo: “ah, um dia eu quero chegar nesse nível” e conseguir trabalhar, porque até então, não tenho conseguido, nem trabalhar o cálculo [...] Mas é que, por mais que eles relatem as experiências deles; alguns que relataram, eles tinham tido esses alunos, pelo menos, desde o primeiro ano, e que não é a minha realidade. [...] Eles trabalhavam no terceiro bimestre; o conteúdo, no caso eu já trabalhei posteriormente, então a realidade deles é condizente, a minha ainda não foi, né? Espero chegar a trabalhar que nem eles. (Questão 4, Entrevista, 2018)

O curso de formação continuada contribuiu claramente com a melhora dos conhecimentos de P1, especialmente o conhecimento das estratégias instrucionais. Era de se esperar que o conhecimento das estratégias instrucionais tivesse um destaque, uma vez que o curso de formação continuada teve com discussão principal as possíveis atividades e recursos a serem exploradas pelos professores durante o ensino de eletroquímica. Outros estudos apontam também que o conhecimento das estratégias instrucionais foi o que teve maior desenvolvimento a partir das iniciativas em que foram realizados cursos na formação de professores (HENZE et.al, 2008; VAN DRIEL e DE JONG, 2001; VAN DRIEL et.al, 19998).

De um modo geral, P1 apresentou uma melhora em vários de seus conhecimentos (conhecimento da avaliação; conhecimento do conteúdo; conhecimento dos alunos; conhecimento curricular; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da representação do conteúdo; conhecimento da compreensão dos alunos; e conhecimento das maneiras de pensar). Alguns deles melhoraram principalmente no domínio de seu pPCK

(conhecimento do conteúdo; conhecimento dos alunos; conhecimento curricular; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da representação do conteúdo; conhecimento da compreensão dos alunos; e conhecimento das maneiras de pensar), enquanto que outros também/apenas melhoraram no domínio do ePCK (conhecimento da avaliação; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da compreensão dos alunos; conhecimento das maneiras de pensar).

Hanze e Barendsen (2019) também verificaram uma situação semelhante ao constatarem que as atividades propostas durante um curso auxiliaram no aprimoramento do pPCK de três professores participantes.

A situação analisada para P1 sugere que esteja em um processo de aprender a transformar esses conhecimentos de seu pPCK para seu ePCK nas situações práticas em sala de aula.

Goes (2018) também constatou uma melhora no conhecimento dos professores que participaram de um curso de formação continuada em eletroquímica, a partir da maior quantidade de manifestações relacionadas aos componentes do PCK no final do curso.

Ademais, concordamos com Trujillo (2017) ao afirmar que a reflexão do professor em relação aos seus próprios conhecimentos e práticas dentro de um curso de formação continuada que preza a construção e discussão coletiva, pode representar uma ferramenta de grande valia para o desenvolvimento do PCK, permitindo que os professores se tornem capazes de reconhecer e incorporar novos conhecimentos e práticas, conduzindo-os a melhor de suas compreensões sobre o ensino de determinado assunto e ampliando as componentes de seu PCK.

6.3 O ENSINO DE ELETROQUÍMICA NA PERSPECTIVA DE P2

Para discutir a maneira com que P2 pensa o ensino de eletroquímica e o faz em suas aulas, primeiramente serão apresentadas as informações básicas de sua trajetória pessoal e docente e alguns aspectos iniciais sobre o ensino de eletroquímica. Em seguida, serão discutidos os indícios de desenvolvimento dos conhecimentos de P2 em seu ePCK e pPCK, buscando relações com o cPCK.

6.3.1 Caracterização de P2 - perfil pessoal e trajetória na docência

P2 tem 32 anos de idade em 2019 e leciona há 7 anos, sendo os últimos 5 anos no Instituto Federal. P2 é responsável pela disciplina de Química nas séries do ensino médio técnico e também atuou durante um ano em uma escola estadual no estado do Espírito Santo.

A formação de P2 consiste em bacharelado e licenciatura em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com mestrado na área de físico-química na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). P2 participou de uma capacitação realizada na Finlândia, durante três meses, em que alguns professores do Instituto Federal foram conhecer algumas novas práticas e técnicas, a fim de repensar melhor em suas instituições a articulação entre a escola e o setor produtivo. Depois disso, em termos de capacitação, P2 participou apenas do curso de formação continuada sobre eletroquímica, objeto de discussão dessa pesquisa.

P2 classificou a ação de aprender sobre oxirredução como não muito fácil em 2016. Argumentou, dizendo que é a matéria mais difícil em sua concepção, uma vez que são usados vários termos difíceis e exige imaginar algumas coisas. Por isso, disse serem importantes as atividades práticas, para que os alunos formassem tais conceitos em situações experimentais, uma vez que, se fossem estudar apenas pelo livro, ficaria um conteúdo muito vago para eles. Em 2018, continuou classificando tal ação em um nível entre médio e difícil, apresentando argumentos semelhantes sobre a dificuldade de visualizar e abstrair alguns aspectos do conteúdo. Além disso, em 2018, P2 afirmou que tudo depende muito da profundidade em que se vai estudar o conteúdo, sendo possível torná-lo mais fácil quando abordado mais superficialmente.

Ao tentar classificar o ato de ensinar o conteúdo de oxirredução, em 2016, P2 ficou em dúvida, pois disse que estava tranquilo trabalhar com esse conteúdo. Ao argumentar, afirmou que poderia considerar fácil se fosse pensar no nível em que se trabalham os conceitos básicos no ensino médio, apenas de forma mais resumida, pois a eletroquímica é muito mais extensa do que isso. P2 ressaltou que, se o ensino for feito de maneira aplicada, se torna tranquilo. Em 2018, sua classificação foi um pouco diferente, considerando o ato de ensinar como algo entre médio e difícil, com grande grau de complexidade.

Ao argumentar, P2 afirmou que são vários pontos difíceis de visualizar e explicar, e mesmo que o professor aprofunde seus estudos, normalmente a abstração e complexidade só aumentam, dificultando ainda mais a tarefa de transformar esse conteúdo para uma abordagem

acessível aos alunos. P2 acrescentou que até que o professor domine todos os pontos do conteúdo vai tempo e é algo bastante complexo.

6.3.2 Análise do pensamento de P2 e seu pPCK

Buscando elucidar os conhecimentos de P2 em relação ao ensino de eletroquímica realizaram-se entrevistas antes e depois do curso de formação continuada em que P2 respondeu ao instrumento CoRe e refletiu sobre alguns pontos relacionados ao ensino de eletroquímica. Durante suas reflexões é possível perceber indícios de seu pPCK e a partir de uma comparação temporal buscou-se observar as principais mudanças de seu pensamento, se houve desenvolvimento de seu pPCK e sua relação com o curso de formação continuada e, consequentemente o cPCK.

6.3.2.1 CoRe de P2 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada

Em 2016, ao refletir sobre o ensino de eletroquímica a partir das questões propostas pelo CoRe, P2 apontou três ideias/conceitos que considerava serem centrais neste conteúdo: a) Pilhas, b) Galvanoplastia e eletrólise, e c) Corrosão.

Ao pensar separadamente em cada ideia/conceito, P2 iniciou justificando o motivo de julgar tais ideias/conceitos como importantes para os alunos aprenderem. Segundo P2, é importante aprender sobre as “pilhas”, pois é algo que está no dia a dia dos estudantes e eles devem compreender a evolução das pilhas até esses modelos utilizados atualmente. Além disso, P2 ressaltou que, nos cursos técnicos integrados ao ensino médio, o aprendizado dessa ideia/conceito pode auxiliar em criações dos alunos, como na área de eletroeletrônica, ao envolver assuntos relacionados à energia e à sua geração a partir da diferença de potencial.

Sobre aprender “galvanoplastia e eletrólise”, P2 disse que seria o inverso de “pilhas”, em que se tem uma reação que ocorre naturalmente mas, neste caso, o aluno compreenderia como inibir a corrosão dos metais.

Por fim, ao refletir sobre os alunos aprenderem “corrosão”, P2 argumentou tal importância pelo fato de qualquer indivíduo precisa compreender o porquê das coisas ocorrerem e como ocorrem, especialmente os alunos de um curso técnico.

Ao pensar na questão 3 (o que mais você sabe sobre esta ideia/conceito?), P2 não acrescentou qualquer comentário acerca das três ideias/conceitos apontadas inicialmente.

Pensando sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino de eletroquímica de uma forma geral, P2 afirmou não ver dificuldades, pois a ideia não era a de que os alunos se tornassem especialistas nisso. Em especial sobre o ensino de “pilhas”, P2 afirmou que talvez a dificuldade seja de trabalhar com a representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que, normalmente, se inicia pela pilha de Daniell e, ao passar para os outros tipos de pilhas até chegar em células combustíveis a ideia de quem é o cátodo e quem é o ânodo, bem como as reações envolvidas, vão ficando muito mais complexas. Nesse ponto, seria preciso utilizar alguma representação para ajudá-los a visualizar melhor. P2 afirmou que se eles pudessem abrir uma pilha seria interessante, mas que os alunos só veem desenhos e vão construindo esses conhecimentos à medida que os grupos apresentam seus temas nos seminários.

Sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino de “galvanoplastia e eletrólise”, P2 afirmou que é difícil os alunos compreenderem a parte experimental. Embora os estudantes mostrem vídeos, é algo complicado de entender, pois é bastante amplo. Além disso, P2 considerou que faltam exemplos do cotidiano dos alunos. P2 argumentou que:

Acho que há falta de vivência, de ver exemplos práticos de corrosão, e relacionar. Então, ao falar de proteção catódica ou anódica, não lembro o termo, ao pensar em uma tubulação que se usa o ânodo de sacrifício, eles ficam com os olhos brilhando, acho difícil de imaginar, um pouco longe da prática. É diferente de mostrar uma foto de algo perto deles, aqui da nossa cidade, de uma tubulação que foi protegida assim. Às vezes fica igual um conto de fadas (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016).

P2 também considerou que “corrosão” é um conceito muito amplo e às vezes fica difícil de entender, pois não é simples visualizar as diversas formas de corrosão. Embora os alunos expliquem bem essa parte em suas apresentações, P2 ressaltou que também faltam exemplos práticos da vida dos alunos em que se percebe a corrosão. P2 não discutiu cada ideia/conceito separadamente ao pensar acerca de como o conhecimento sobre o pensamento dos estudantes influencia suas aulas e ensino, pois não trabalha separadamente com elas. Segundo P2:

Eletroquímica basicamente eles fazem seminários. Eu peço os conceitos que quero nos seminários, as reações, as aplicações. E ao final da apresentação eu já trago questionamentos. Tenho esse tipo de cuidado, de fazer essas discussões no meio para facilitar o *link* com o outro grupo (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016).

Ao refletir sobre outros fatores que influenciam no ensino de cada ideia/conceito (questão 6), P2 também respondeu de maneira geral e não para cada ideia/conceito. Assim, P2 afirmou que vários conceitos vistos no módulo I são necessários no conteúdo de eletroquímica,

dentre eles: número de oxidação, que tem relação com o tamanho do átomo e eletronegatividade, posição na tabela, quantidade de elétrons na configuração eletrônica, se haverá perda ou ganho, os sais, etc. P2 afirmou que tudo isso vai ser usado nas equações das reações de oxirredução, em que os alunos precisam saber sobre a representação química, as fórmulas químicas, bem como saber o que significam aqueles parênteses na fórmula.

Ao discutir sobre a questão 7, P2 revelou que não utiliza procedimentos/estratégias específicos para cada ideia/conceito mas que, na maior parte das vezes, um mesmo procedimento/estratégia é explorado para mais de uma ideia/conceito. Para P2:

Eu trabalho com os seminários, pois eu preciso achar uma forma de trabalhar com eles e já avaliar ao mesmo tempo. Eu não vejo outra forma de trabalhar hoje. Se a gente fosse para o laboratório fazer os experimentos, a gente precisaria de uma carga horária maior. Nesses seminários também é feito um trabalho de orientação em que eu ajudo tirando dúvidas, converso com os grupos para estimarmos o tempo de apresentação e eles usam essa oportunidade para tirar dúvidas e se organizar. Eu deixo sempre pelo menos 15 dias de tempo para os grupos prepararem os seminários. As estratégias variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, eu deixo eles bem à vontade para escolherem os temas e o número de integrantes do grupo dependendo do conteúdo a ser apresentado. Alguns fazem experimentos, usam esquemas ou slides (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016).

Por fim, sobre a avaliação, P2 comentou, também de maneira geral, que não faz uma prova ou avaliação formal sobre este conteúdo, pois julga não ser necessário com a realização da apresentação dos seminários, em que busca verificar a compreensão ou confusão dos alunos e tenta auxiliá-los e avaliá-los simultaneamente. Além disso, durante a resolução de alguns exercícios sobre o balanceamento de reações de oxirredução, normalmente verifica quem está fazendo e quem não está. P2 complementou sua resposta argumentando que:

Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. Normalmente, em eletroquímica eles vão bem, eu deixo bem marcadinho para eles o que eles precisam fazer, quais conceitos precisam compreender. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. Eu explico o porquê dei aquela nota. Às vezes dentro do grupo eu acabo diferenciando a nota, pensando se um trabalhou mais do que o outro. Os próprios alunos comentam sobre como foi feito o trabalho, os slides, etc. Às vezes tem um aluno que fez todos os slides, e não apresentou bem e o outro apresentou bem e não ajudou nos slides, então por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa na nota (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016).

De maneira geral, o Quadro 44 representa as principais reflexões de P2 ao responder o CoRe em sua entrevista.

Quadro 44 - Síntese das respostas de P2 ao CoRe em 2016

Ideia/Conceito			
1	Pilhas	Galvanoplastia/Eletrólise	Corrosão
2	É algo que está no dia a dia dos estudantes e eles devem compreender a evolução das pilhas até os modelos usados hoje em dia. Além de que, no curso técnico integrado em que leciona, o estudo sobre as pilhas pode auxiliar nas criações dos alunos ao envolver assuntos relacionados à energia e a sua geração a partir da diferença de potencial	Para compreender como o processo inverso da pilha e saber como inibir a corrosão dos metais, por exemplo.	Pois qualquer indivíduo precisa compreender o porquê as coisas ocorrem e como ocorrem.
3	-	-	-
4	Não vejo dificuldades. Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Acho que se pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas.	Dificuldades na parte experimental, uma vez que é bastante amplo e complicado de entender. Faltam exemplos cotidianos, a maioria deles envolvem situações longe da prática dos alunos como, por exemplo, ao pensar em uma tubulação que se usa o ânodo de sacrifício.	Também é um conceito muito amplo e de difícil visualização das diversas formas da corrosão, principalmente pela falta de exemplos práticos do dia a dia dos alunos.
5	Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e <i>linkar</i> com o		

	assunto da próxima apresentação.
6	Vários conceitos estudados no módulo anterior são necessários aos alunos, tais como número de oxidação, tamanho do átomo e eletronegatividade, posição na tabela periódica, quantidade de elétrons na configuração eletrônica, se haverá perda ou ganho dos elétrons, sobre os sais, etc. Isso tudo vai ser usado nas equações de oxirredução, em que os alunos precisam saber sobre a representação química, as fórmulas químicas, o que significa os parênteses na fórmula.
7	Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo. Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaríamos de uma carga horária maior. Nos seminários também faço um trabalho de orientação em que eu esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação. Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam esquemas ou slides, etc.
8	Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo. Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa.

Fonte: O autor (2016)

Em 2018, P2 respondeu novamente ao CoRe e refletiu sobre quais ideias/conceitos considera centrais neste conteúdo. Dessa reflexão, foram apontadas 5 ideias/conceitos: Pilhas e seu funcionamento; Corrosão; Proteção a corrosão; Número de oxidação; e Reações de oxirredução.

Ao pensar separadamente para cada ideia/conceito, P2 justificou a importância dos alunos aprenderem sobre e “Pilhas e seu funcionamento” pelo fato de sua aplicabilidade no próprio contexto dos estudantes, bem como para compreenderem o processo de transformação

de energia química em energia elétrica. Para “Corrosão”, P2 argumenta que é um conceito muito prático e que envolve aspectos econômicos importantes.

Sobre a importância em aprender sobre “Proteção a corrosão”, P2 afirma que o contexto metalmeccânico em que os estudantes estão inseridos (a cidade de Joinville possui diversas empresas no ramo) leva esse conceito em consideração. Já para “Número de oxidação” a justificativa de P2 vai no sentido de que é essencial no próprio conteúdo, para compreender todos os processos e conceitos relacionados a oxirredução.

Por fim, segundo P2, é importante que os alunos aprendam sobre “Reações de oxirredução” pois são vários os exemplos de sua ocorrência no cotidiano e é necessário ser capaz de identificá-las.

Refletindo sobre a terceira questão do CoRe (O que mais você sabe sobre esta ideia/conceito?), P2 comentou que para “Pilhas e seu funcionamento” tem conhecimento sobre a equação de Nernst e os cálculos de potencial considerando variação na temperatura; enquanto que para “Corrosão” comentou sobre corrosão em outros materiais que normalmente não aborda, bem como tipos de corrosão como, por exemplo, por pite. Em relação à “Proteção a corrosão”, P2 não acrescentou nenhuma reflexão.

Para “Número de oxidação”, P2 afirmou saber que alguns elementos possuem variação em seu Nox, ou seja, espécies com diferentes estados de oxidação, e que também não é possível comentar sempre com seus alunos. Em relação às “Reações de oxirredução” também não foi feita qualquer reflexão.

Sobre as dificuldades e limitações ligadas ao ensino das ideias/conceitos elencados inicialmente, P2 afirmou que nas “Pilhas e seu funcionamento” é difícil de visualizar alguns aspectos e ressaltou que os estudantes nem sempre sabem a função da ponte salina ou compreendem a neutralidade elétrica. Para “Corrosão”, P2 considerou que não é um fenômeno que aparente ser intuitivo para os alunos.

Em relação à “Proteção a corrosão”, P2 disse que dificilmente os alunos conseguem reconhecer a aplicabilidade desse conceito em fenômenos simples que estão ao lado deles. O “Número de oxidação” apresenta como dificuldade a falta de conhecimentos básicos dos estudantes relacionados à estrutura atômica e ligações químicas. Já sobre as “Reações de oxirredução”, P2 justificou que os estudantes possuem dificuldade em observar o Nox das espécies envolvidas variando.

Ao responder sobre a quinta questão do CoRe, P2 afirmou que, sabendo dessas dificuldades, toma algumas medidas e precauções em suas aulas. Sobre “Pilhas e seu

funcionamento” busca intervir durante as apresentações dos alunos, fazendo com que pensem sobre as situações, enquanto que para “Corrosão” tenta levar os estudantes a reconhecerem a ação do oxigênio do ar nesse processo, tentando retomar os conceitos e exemplificar com a oxidação do ferro. Em relação a “Proteção a corrosão”, P2 disse que procura sempre questionar os estudantes nas apresentações trazendo diferentes exemplos de sua ocorrência.

Sobre o “Número de oxidação”, P2 comentou que normalmente já tenta retomar no início os conceitos que são necessários para melhor compreensão sobre o Nox. E por fim, quanto as “Reações de oxirredução”, P2 busca incentivar os alunos a tentar fazer exemplos, relembra os conceitos e auxilia os estudantes até mesmo fazendo junto com eles.

Refletindo sobre a sexta questão do CoRe, P2 argumentou de maneira semelhante para as três primeiras ideias/conceitos (“Pilhas e seu funcionamento”; “Corrosão” e “Proteção a corrosão”) dizendo que a falta de um laboratório para testar os experimentos ou até mesmo realiza-los com os alunos é algo que exerce grande influência. Para “Número de oxidação” sua resposta considerou a falta de uma tabela periódica grande na sala que possa ser consultada durante as aulas junto com a turma. Por fim, para “Reações de oxirredução”, P2 comentou que são muitos conteúdos que fazem parte dessa ideia/conceito e que o tempo é pequeno.

Em relação aos procedimentos/estratégias utilizados para trabalhar com cada ideia/conceito, P2 explicou que para as três primeiras ideias/conceitos (“Pilhas e seu funcionamento”; “Corrosão” e “Proteção a corrosão”) explora a apresentação de seminários, em que escolhe as temáticas para os alunos e os orienta sobre o que precisa aparecer na apresentação.

Quanto a “Número de oxidação”, P2 argumentou que introduz com uma explicação utilizando slides e realiza exercícios com os alunos no quadro e depois também deixa os estudantes fazendo sozinhos. Além disso, explora o uso de um jogo didático que permite os alunos exercitarem o cálculo de Nox.

Para “Reações de oxirredução”, P2 explica e exemplifica algumas das reações redox do cotidiano e também explora essa ideia/conceito durante as apresentações dos seminários.

Em relação à oitava pergunta do CoRe, P2 não refletiu separadamente para cada ideia/conceito, mas argumentou que, durante as apresentações dos seminários, realiza questionamentos aos apresentadores e para toda a turma a fim de verificar o aprendizado ou dificuldades dos estudantes em relação aos principais pontos. Além disso, realiza exercícios de alguns assuntos e explora o uso de *feedbacks* para atribuição das notas de uma forma bem dialógica.

De maneira geral, o Quadro 45 representa as principais reflexões de P2 ao responder o CoRe em sua entrevista.

Quadro 45 - Síntese das respostas de P2 ao CoRe em 2018

Ideia/Conceito					
1	Pilhas e seu funcionamento	Corrosão	Proteção a corrosão	Número de oxidação	Reações de oxirredução
2	Porque é algo muito utilizado no contexto e para compreender que a energia química é transformada em energia elétrica, a forma com que se dá isso. Se eles entenderem como funciona talvez eles possam até inovar e pensar em outras formas de pilha.	Pois é algo muito prático e relacionado a questão dos gastos de muitas nações para obter metais que naturalmente voltam a se oxidar, como no caso do ferro.	Porque aqui tem muita indústria metalmeccânica e eles precisam pensar sobre as opções, refletindo sobre o custo benefício e escolher corretamente (exemplo de uma porta de alumínio ou uma porta de ferro)	Pois dá base para compreensão de todos os processos e está relacionado a outros conteúdos anteriores como átomo, eletronegatividade e ligações químicas. Ele faz com que seja possível entender a corrosão, a pilha, a transferência de elétrons entre as espécies, o conceito de cátion, ânion e neutralidade elétrica.	Pois onde há eletroquímica, há reações redox. Existem várias no cotidiano, como combustão, fotossíntese, fermentação, e é preciso saber identifica-las
3	Eu não chego a abordar dentro de pilhas a equação de Nernst. Fico no cálculo dos potenciais sem pensar na	Alguns tipos de corrosão não são abordados, como em matérias poliméricos, ou até mesmo os tipos de corrosão	-	Alguns elementos que variam seu Nox e nem sempre eu comento isso, por exemplo Fe^{2+} e Fe^{3+} ou o cromo	-

	variação da temperatura ou outras condições.	em pites e outros.		que tem mais de uma forma. A abordagem fica mais nos exemplos básicos.	
4	Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações. Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar.	Não parece ser intuitivo para eles a ideia de que a matéria “volta” para o estado original dela.	Dificuldade de não olhar para o lado e ver isso acontecendo, ou seja, reconhecer o fenômeno na carteira da sala, por exemplo. Parece que ficam no âmbito da teoria.	A dificuldade está na base de conceitos que muitas vezes é fraca, em relação ao átomo e a estrutura atômica, ligações químicas.	Dificuldade em observar o Nox variando e identificar o próprio Nox das espécies.
5	Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações.	Faço um grande esforço para eles pensarem no oxigênio presente no ar, no grande gasto para se produzir o ferro puro, por	Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles.	Já inicio retomando esses conceitos, que embora se torne bem cansativo, acaba sendo uma precaução e deixa de ser apenas um	Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também

		exemplo, que depois se oxida novamente. Tento retomar e explicar.		conjunto de regras.	
6	Falta de laboratório para testar as atividades e realizar outros experimentos	Falta de laboratório para poder realizar outras experimentações	Falta de laboratório para poder realizar outras experimentações	A falta de uma tabela periódica grande na sala que pudéssemos ficar consultando.	Grande quantidade de conteúdos e informações para pouco tempo. Muitos conceitos básicos que precisam estar bem estruturados para seguir em frente no assunto.
7	Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o digital”			Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático e que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula.	Explicação e exemplificação de reações redox no cotidiano dos estudantes. Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos
8	Questionamento durante a apresentação para os apresentadores e para a turma, buscando suprir lacunas de aprendizagem em relação aos pontos esperados para cada temática apresentada. Resolução de exercícios em alguns assuntos. <i>Feedback</i> das avaliações e notas aos alunos de forma dialogada.				

Fonte: O autor (2018)

6.3.2.2 Um olhar sobre o pensamento de P2 e as manifestações acerca de seu pPCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional

O *conhecimento da avaliação* apresentado por P2 foi percebido em algumas das reflexões tecidas durante suas respostas ao CoRe e, especialmente, naquelas em que eram consideradas situações onde P2 utilizava ferramentas para avaliar a compreensão dos estudantes ou então que fornecia *feedbacks* aos mesmos. O Quadro 46 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento da avaliação em 2016 e em 2018.

Quadro 46 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da avaliação

<u>Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes</u> buscando sanar dúvidas e <i>linkar</i> com o assunto da próxima apresentação. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo.</u> Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaria de uma carga horária maior. <u>Nos seminários também é feito um trabalho de orientação em que esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação.</u> Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam esquemas ou slides, etc. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo.</u> Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. <u>Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão.</u> Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. <u>No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar.</u> E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa. (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, <u>uso de exercícios e exemplos no</u>

quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Questiono durante a apresentação tanto os apresentadores quanto a turma, buscando suprir lacunas de aprendizagem em relação aos pontos esperados para cada temática apresentada. Resolução de exercícios em alguns assuntos. Feedback das avaliações e notas aos alunos de forma dialogada (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016,2018)

Os indícios desse conhecimento foram verificados de forma bastante semelhante em 2016 e em 2018, tanto no aspecto quantitativo - 3 em 2016 (Questões 5, 7 e 8) e 3 em 2018 (Questões 5, 7 e 8) – quanto no aspecto qualitativo de suas respostas. De um modo geral, a preocupação de P2 em explorar a apresentação de seminários como um recurso para os estudantes aprenderem acerca da eletroquímica é algo bastante central em sua reflexão e serve também para conduzir sua avaliação sobre os alunos, levantando a possibilidade de questionamentos e discussões pertinentes ao conteúdo.

Essas manifestações levam a conclusão de que não houve indícios de melhora desse conhecimento de P2 de 2016 a 2018, sugerindo que seu *Conhecimento da avaliação* tenha se mantido.

O *conhecimento pedagógico* de P2 foi identificado nos momentos em que suas respostas deram indícios sobre a melhor organização da turma e das aulas em termos de estratégias didáticas para o ensino de eletroquímica. O Quadro 47 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento pedagógico em 2016 e em 2018.

Quadro 47 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento pedagógico

Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e *linkar* com o assunto da próxima apresentação. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)

Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo. Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaria de uma carga horária maior. Nos seminários também é feito um trabalho de orientação em que esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação. Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam

<u>esquemas ou slides, etc. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo. Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa. (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Faço um grande esforço para eles pensarem no oxigênio presente no ar, no grande gasto para se produzir o ferro puro, por exemplo, que depois se oxida novamente. Tento retomar e explicar (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Já inicio retomando conceitos, que embora se torne bem cansativo, acaba sendo uma precaução e deixa de ser apenas um conjunto de regras (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Falta de laboratório para testar as atividades e realizar outros experimentos (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Falta de laboratório para poder realizar outras experimentações (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Falta de laboratório para poder realizar outras experimentações (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>A falta de uma tabela periódica grande na sala que pudéssemos ficar consultando (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o</u>

bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o bafômetro digital” (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Explicação e exemplificação de reações redox no cotidiano dos estudantes. Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Questiono durante a apresentação tanto os apresentadores quanto a turma, buscando suprir lacunas de aprendizagem em relação aos pontos esperados para cada temática apresentada. Resolução de exercícios em alguns assuntos. *Feedback* das avaliações e notas aos alunos de forma dialogada (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que houve um aumento significativo nas manifestações que levam em conta aspectos do conhecimento pedagógico de P2 em 2018, com 13 indícios (Questões 5, 6, 7 e 8), se comparada aos 3 indícios verificados em 2016 (Questões 5, 7 e 8).

A maneira de P2 organizar a turma e a dinâmica geral de suas aulas é bastante semelhante, pois os estudantes sempre trabalham em grupos, recebem orientações gerais sobre os seminários que devem ser apresentados, são questionados sobre os assuntos apresentados e ao final recebem um *feedback*. A principal diferença verificada no conteúdo de suas respostas de 2016 para 2018 foi que, em 2018, há uma maior ênfase de P2 em relação à sua própria atuação na organização de como pensa suas aulas, trazendo, em diversos momentos sua intervenção com explicações, retomadas de conteúdo, exemplos e realização de exercícios junto aos alunos.

Perante tais manifestações, acredita-se que o *Conhecimento Pedagógico* de P2 teve modificações que sugerem um aumento ou melhora desse seu conhecimento que, embora seja um pouco pequeno, sinaliza um desenvolvimento.

O *conhecimento do conteúdo* apresentado por P2 foi manifestado primeiramente nas ideias/conceitos elencadas no CoRe-Entrevista e em reflexões em que suas respostas necessariamente teriam que estar baseadas em algo do conteúdo que P2 precisava saber como, por exemplo, ao discutir a dificuldade de um aluno ou o sequenciamento de conteúdos e a necessidade de conceitos prévios, ou ao argumentar sobre a importância de se aprender

determinado assunto. O Quadro 48 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento do conteúdo em 2016 e em 2018.

Quadro 48 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento do conteúdo

<u>Pilhas</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Galvanoplastia/Eletrolise</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Corrosão</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2016)
É algo que está no dia a dia dos estudantes e eles <u>devem compreender a evolução das pilhas até os modelos usados hoje em dia</u> . Além de que, no curso técnico integrado em que leciono, <u>o estudo sobre as pilhas pode auxiliar nas criações dos alunos ao envolver assuntos relacionados à energia e a sua geração a partir da diferença de potencial</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Para compreender como é o processo inverso da pilha e saber como inibir a corrosão dos metais</u> , por exemplo (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Pois qualquer indivíduo precisa compreender o porquê as coisas ocorrem e como ocorrem</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)
Não vejo dificuldades. <u>Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.)</u> . Se eu pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
Dificuldades na parte experimental, uma vez que <u>é bastante amplo e complicado de entender</u> . Faltam <u>exemplos cotidianos, a maioria deles envolvem situações longe da prática dos alunos como, por exemplo, ao pensar em uma tubulação que se usa o ânodo de sacrifício</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
Também é um <u>conceito muito amplo e de difícil visualização das diversas formas da corrosão, principalmente pela falta de exemplos práticos do dia a dia dos alunos</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
Basicamente os alunos fazem seminários, em que <u>eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e linkar com o assunto da próxima apresentação</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Vários conceitos estudados no módulo anterior são necessários aos alunos, tais como número de oxidação, tamanho do átomo e eletronegatividade, posição na tabela periódica, quantidade de elétrons na configuração eletrônica, se haverá perda ou ganho dos elétrons, sobre os sais, etc. Isso tudo vai ser usado nas equações de oxirredução, em que os alunos precisam saber sobre a representação química, as fórmulas químicas, o que significa os parênteses na fórmula</u> (P2, Resposta Questão 6 CoRe-

Entrevista, 2016)
<u>Pilhas e seu funcionamento</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Corrosão</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Proteção a corrosão</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Número de oxidação</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Reações de oxirredução</u> (P2, Questão 1 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Porque é algo muito utilizado no contexto e para compreender que a energia química é transformada em energia elétrica, a forma com que se dá isso. Se eles entenderem como funciona talvez eles possam até inovar e pensar em outras formas de pilha.</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Pois é algo muito prático e relacionado a questão dos gastos de muitas nações para obter metais que naturalmente voltam a se oxidar, como no caso do ferro.</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Porque aqui tem muita indústria metalmeccânica e eles precisam pensar sobre as opções, refletindo sobre o custo benefício e escolher corretamente (exemplo de uma porta de alumínio ou uma porta de ferro)</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Pois dá base para compreensão de todos os processos e está relacionado a outros conteúdos anteriores como átomo, eletronegatividade e ligações químicas. Ele faz com que seja possível entender a corrosão, a pilha, a transferência de elétrons entre as espécies, o conceito de cátion, ânion e neutralidade elétrica</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Pois onde há eletroquímica, há reações redox. Existem várias no cotidiano, como combustão, fotossíntese, fermentação, e é preciso saber identifica-las</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Eu não chego a abordar dentro de pilhas a equação de Nernst. Fico no cálculo dos potenciais sem pensar na variação da temperatura ou outras condições.</u> (P2, Resposta Questão 3 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Alguns tipos de corrosão não são abordados, como em matérias poliméricos, ou até mesmo os tipos de corrosão em pites e outros</u> (P2, Resposta Questão 3 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Alguns elementos que variam seu Nox e nem sempre eu comento isso, por exemplo Fe^{2+} e Fe^{3+} ou o cromo que tem mais de uma forma. A abordagem fica mais nos exemplos básicos.</u> (P2, Resposta Questão 3 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações. Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar.</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Não parece ser intuitivo para eles a ideia de que a matéria “volta” para o estado original dela.</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)

<u>Dificuldade de não olhar para o lado e ver isso acontecendo, ou seja, reconhecer o fenômeno na carteira da sala, por exemplo. Parece que fica no âmbito da teoria. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>A dificuldade está na base de conceitos que muitas vezes é fraca, em relação ao átomo e a estrutura atômica, ligações químicas. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Dificuldade em observar o Nox variando e identificar o próprio Nox das espécies. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Faço um grande esforço para eles pensarem no oxigênio presente no ar, no grande gasto para se produzir o ferro puro, por exemplo, que depois se oxida novamente. Tento retomar e explicar (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Já inicio retomando conceitos, que embora se torne bem cansativo, acaba sendo uma precaução e deixa de ser apenas um conjunto de regras. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Grande quantidade de conteúdos e informações para pouco tempo. Muitos conceitos básicos que precisam estar bem estruturados para seguir em frente no assunto. (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o bafômetro digital” (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Explicação e exemplificação de reações redox no cotidiano dos estudantes. Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

É evidente que o conhecimento do conteúdo apresentado por P2 foi manifestado em um grande número de reflexões, permeando também várias das respostas do CoRe.

O primeiro ponto a ser elencado é que a quantidade de ideias/conceitos considerados centrais no ensino de eletroquímica por P2 aumenta consideravelmente. Enquanto em 2016, suas respostas levam em conta “Pilhas”, “Galvanoplastia/Eletrólise” e “Corrosão”; em 2018 são preocupações centrais do seu ensino “Pilhas e seu funcionamento”, “Corrosão”, “Proteção a corrosão”, “Número de oxidação” e “Reações de oxirredução”. Em uma comparação simples, verifica-se que as ideias/conceitos elencadas em 2016 estão contempladas nas que foram apontadas em 2018, juntamente com outras não abordadas anteriormente.

Foram identificados 11 indícios desse conhecimento em 2016 (Questões 1, 2, 4, 5 e 6) enquanto que 27 indícios foram percebidos durante as reflexões de P2 em 2018 (Questões 1 a 7), representando um aumento considerável. Além disso, a pluralidade de questões que envolveram a mobilização desse conhecimento pode sugerir também uma melhor articulação desse conhecimento a outros, uma vez que o mesmo foi utilizado em mais reflexões. Diante disso, é possível afirmar que P2 teve seu *Conhecimento do conteúdo* melhorado de 2016 para 2018.

O *conhecimento dos alunos* apresentado por P2 foi manifestado em diversos momentos de sua reflexão no CoRe-Entrevista. O Quadro 49 traz algumas dessas manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento dos alunos em 2016 e em 2018.

Quadro 49 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento dos alunos

<p><u>É algo que está no dia a dia dos estudantes e eles devem compreender a evolução das pilhas até os modelos usados hoje em dia.</u> Além de que, no curso técnico integrado em que leciono, o estudo sobre as pilhas pode auxiliar nas criações dos alunos ao envolver assuntos relacionados à energia e a sua geração a partir da diferença de potencial (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)</p>
<p><u>Para compreender como é o processo inverso da pilha e saber como inibir a corrosão dos metais,</u> por exemplo. (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)</p>
<p><u>Não vejo dificuldades. Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Se eu pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)</p>
<p><u>Dificuldades na parte experimental, uma vez que é bastante amplo e complicado de entender. Faltam exemplos cotidianos, a maioria deles envolvem situações longe da prática dos alunos como, por</u></p>

exemplo, ao pensar em uma tubulação que se usa o ânodo de sacrifício (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)

Também é um conceito muito amplo e de difícil visualização das diversas formas da corrosão, principalmente pela falta de exemplos práticos do dia a dia dos alunos (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)

Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e *linkar* com o assunto da próxima apresentação (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)

Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo. Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaria de uma carga horária maior. Nos seminários também é feito um trabalho de orientação em que esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação. Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam esquemas ou slides, etc. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016)

Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo. Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016)

Porque é algo muito utilizado no contexto e para compreender que a energia química é transformada em energia elétrica, a forma com que se dá isso. Se eles entenderem como funciona talvez eles possam até inovar e pensar em outras formas de pilha. (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)

Pois é algo muito prático e relacionado a questão dos gastos de muitas nações para obter metais que naturalmente voltam a se oxidar, como no caso do ferro (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)

<u>Porque aqui tem muita indústria metalmeccânica e eles precisam pensar sobre as opções, refletindo sobre o custo benefício e escolher corretamente</u> (exemplo de uma porta de alumínio ou uma porta de ferro) (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Pois onde há eletroquímica, há reações redox. Existem várias no cotidiano, como combustão, fotossíntese, fermentação, e é preciso saber identifica-las</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações. Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Não parece ser intuitivo para eles a ideia de que a matéria “volta” para o estado original dela.</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Dificuldade de não olhar para o lado e ver isso acontecendo, ou seja, reconhecer o fenômeno na carteira da sala, por exemplo. Parece que fica no âmbito da teoria.</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>A dificuldade está na base de conceitos que muitas vezes é fraca, em relação ao átomo e a estrutura atômica, ligações químicas</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Dificuldade em observar o Nox variando e identificar o próprio Nox das espécies</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações.</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Faço um grande esforço para eles pensarem no oxigênio presente no ar, no grande gasto para se produzir o ferro puro, por exemplo, que depois se oxida novamente. Tento retomar e explicar</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o bafômetro digital”</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-

Entrevista, 2018)

Explicação e exemplificação de reações redox no cotidiano dos estudantes. Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

As reflexões de P2, na maioria das vezes, levaram em consideração aspectos de seu conhecimento sobre o cotidiano de seus alunos, em relação ao que gostam e desperta o interesse (na escolha de suas estratégias didáticas), as dificuldades dos estudantes no conteúdo, a aplicabilidade e importância do que está sendo estudando em aula na vida dos estudantes, entre outros indícios. Em 2018, a quantidade de indícios desse conhecimento foi o dobro (16) do que aquela verificada em 2016.

Além desse aumento quantitativo, as respostas de 2018 exploraram mais intensamente a importância de os alunos aprenderem sobre a eletroquímica em relação à aplicabilidade dos conceitos em suas vidas, bem como houve mais solidez nas dificuldades apontadas em relação à aprendizagem dos alunos em eletroquímica. Neste sentido, é possível afirmar que P2 teve seu *Conhecimento dos alunos* melhorado.

O *conhecimento curricular* apresentado por P2 foi verificado nos momentos em que sua reflexão levou em consideração aspectos do currículo como particularidades e características do ensino médio técnico em que P2 atua, bem como ao relacionar os conteúdos do currículo horizontal ou organizar a sequência dos assuntos que serão abordados. O Quadro 50 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento curricular em 2016 e em 2018.

Quadro 50 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento curricular

É algo que está no dia a dia dos estudantes e eles devem compreender a evolução das pilhas até os modelos usados hoje em dia. Além de que, <u>no curso técnico integrado em que leciono, o estudo sobre as pilhas pode auxiliar nas criações dos alunos ao envolver assuntos relacionados à energia e a sua geração a partir da diferença de potencial</u> (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)
Basicamente os alunos fazem seminários, em que <u>eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações</u> , bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas <u>e linkar com o assunto da próxima apresentação</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Vários conceitos estudados no módulo anterior são necessários aos alunos, tais como número de oxidação, tamanho do átomo e eletronegatividade, posição na tabela periódica, quantidade de</u>

<u>elétrons na configuração eletrônica, se haverá perda ou ganho dos elétrons, sobre os sais, etc.. Isso tudo vai ser usado nas equações de oxirredução, em que os alunos precisam saber sobre a representação química, as fórmulas químicas, o que significa os parênteses na fórmula (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Pois dá base para compreensão de todos os processos e está relacionado a outros conteúdos anteriores como átomo, eletronegatividade e ligações químicas. Ele faz com que seja possível entender a corrosão, a pilha, a transferência de elétrons entre as espécies, o conceito de cátion, ânion e neutralidade elétrica (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>A dificuldade está na base de conceitos que muitas vezes é fraca, em relação ao átomo e a estrutura atômica, ligações químicas (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Já inicio retomando conceitos, que embora se torne bem cansativo, acaba sendo uma precaução e deixa de ser apenas um conjunto de regras (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Grande quantidade de conteúdos e informações para pouco tempo. Muitos conceitos básicos que precisam estar bem estruturados para seguir em frente no assunto (P2, Resposta Questão 6 CoRe-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os indícios do conhecimento curricular apresentados por P2 não variaram tanto em quantidade e qualidade de sua reflexão de 2016 a 2018. Aparentemente, existe até uma melhor articulação em suas respostas ao CoRe entrevista de 2016, em que explicita a importância dos tópicos anteriores para o bom andamento do ensino da eletroquímica e relaciona isso com as dificuldades dos estudantes. Além disso, em 2016 também se evidencia uma preocupação de P2 com a característica de suas turmas serem de um ensino médio técnico e com isso o aprendizado de alguns conteúdos se justificar ainda mais se comparados a alunos do ensino médio regular.

Com base nesses resultados, é possível inferir que P2 não teve indícios de melhora em seu *Conhecimento curricular*.

Em relação ao *conhecimento das estratégias instrucionais* apresentado por P2, foi possível verificar diversos momentos em que esse conhecimento foi mobilizado, como durante as reflexões que contemplaram os modos pelos quais P2 pensa sobre a organização do seu ensino em eletroquímica, em termos dos recursos didáticos e estratégias exploradas, bem como os caminhos considerados melhores para promover a aprendizagem dos estudantes. O Quadro 51 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das estratégias instrucionais em 2016 e em 2018.

Quadro 51 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das estratégias instrucionais

<u>Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e <i>linkar</i> com o assunto da próxima apresentação</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo. Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaria de uma carga horária maior. Nos seminários também é feito um trabalho de orientação em que esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação. Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam esquemas ou slides, etc.</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo.</u> Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações.</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Faço um grande esforço para eles pensarem no oxigênio presente no ar, no grande gasto para se produzir o ferro puro, por exemplo, que depois se oxida novamente. Tento retomar e explicar</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Já inicio retomando conceitos, que embora se torne bem cansativo, acaba sendo uma precaução e deixa de ser apenas um conjunto de regras</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Tento incentivar eles a fazerem, relembro os conceitos e faço junto com eles também</u> (P2, Resposta

Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o bafômetro digital”</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Explicação e exemplificação de reações redox no cotidiano dos estudantes. Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que, em 2016, P2 deu indícios de seu conhecimento das estratégias instrucionais em 3 de suas respostas (Questões 5, 7 e 8); enquanto que, em 2018, o mesmo se verificou em 8 de suas respostas (Questões 5 e 7). Cabe ressaltar que a reflexão de P2 em 2018 se deu de forma mais organizada em relação às ideias/conceitos centrais elencadas no início da entrevista, enquanto, em 2016, algumas de suas respostas eram bastante genéricas e nem sempre refletiam aspectos específicos de cada ideia/conceito.

As respostas de 2016 consideraram os recursos didáticos que P2 julga serem adequados para o ensino de eletroquímica, orientando suas aulas a partir da apresentação de seminários em grupo, com temas pré-determinados por P2. Todas as suas respostas giraram em torno deste mesmo objeto, que busca instrumentalizar para o ensino e para a avaliação da aprendizagem dos estudantes.

Em 2018, além destes mesmos argumentos, são trazidos mais pensamentos que orientam a prática de P2 durante as aulas em termos dos cuidados que devem ser tomados a partir das dificuldades dos estudantes.

Com isso, foram trazidos argumentos de situações mais concretas com relação às intervenções de P2 durante a realização de exercícios, os tipos de questionamentos feitos, o uso de slides, etc. P2 também passa a prever o uso de um jogo didático, que anteriormente não era considerado.

Perante o exposto, é possível verificar que o *Conhecimento das estratégias instrucionais* de P2, em 2018, apresentou uma relativa melhora em relação a 2016.

Sobre o *conhecimento da representação do conteúdo* apresentado por P2 foi verificado que poucas respostas ao CoRe fizeram alguma menção relacionada a esse conhecimento. Mesmo assim, algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento da representação do conteúdo em 2016 e em 2018 são trazidas pelo Quadro 52.

Quadro 52 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da representação do conteúdo

<u>Não vejo dificuldades. Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Se eu pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Também é um conceito muito amplo e de difícil visualização das diversas formas da corrosão, principalmente pela falta de exemplos práticos do dia a dia dos alunos</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
<u>Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações.</u> Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Busco questionar eles nas apresentações e reforçar exemplos que fazem mais parte do cotidiano deles</u> (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)
<u>Apresentação de seminários com temáticas específicas da eletroquímica e uso recursos sugeridos. Orientações para a apresentação como, por exemplo “bafômetro, explicar como funciona o bafômetro, mostrando equação química e o cálculo números de oxidação das substâncias da equação, exemplificar com vídeos e figuras. Mostrar como funciona o bafômetro digital”</u> (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Em uma de suas respostas, P2 mostrou se preocupar com a representação do funcionamento de diferentes pilhas nos modelos distintos, que vão se tornando mais complexos e de difícil visualização. Além disso, ressaltou a necessidade de que os estudantes vejam algo mais concreto dessas pilhas, como visualizar as partes que a compõem ao invés de observarem apenas desenhos. As demais respostas consideraram aspectos de representação sobre os fenômenos da corrosão e da pilha de Daniell.

Embora tenha sido notado um pequeno aumento dos indícios desse conhecimento nas respostas de P2 de 2016 para 2018 (de 2 indícios – Questão 4; para 3 indícios - Questões 4, 5 e 7); o conteúdo das respostas não representa modificações significativas que indiquem evolução

de seu conhecimento. É fato que novas situações são levadas em conta em 2018, mas, por outro lado, as que haviam sido consideradas em 2016 não apareceram novamente.

Por isso, acredita-se que não existem indícios suficientes para dizer que houve melhora no *Conhecimento da representação do conteúdo* apresentado por P2 em 2018, em comparação ao que apresentou em 2016.

O *conhecimento da compreensão dos alunos* apresentado por P2 levou em consideração as reflexões que consideraram o que seus alunos sabem sobre a eletroquímica, bem como suas dificuldades de aprendizagem deste conteúdo. O Quadro 53 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento acerca da compreensão dos alunos em 2016 e em 2018.

Quadro 53 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento da compreensão dos alunos

<u>Não vejo dificuldades. Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Se eu pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações. Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Não parece ser intuitivo para eles a ideia de que a matéria “volta” para o estado original dela. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Dificuldade de não olhar para o lado e ver isso acontecendo, ou seja, reconhecer o fenômeno na carteira da sala, por exemplo. Parece que fica no âmbito da teoria. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>A dificuldade está na base de conceitos que muitas vezes é fraca, em relação ao átomo e a estrutura atômica, ligações químicas. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Dificuldade em observar o Nox variando e identificar o próprio Nox das espécies. (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que, em 2016, houve apenas 1 indício desse conhecimento por P2 (Questão 5) e, em 2018, o mesmo se manifestou em 5 momentos (todos na Questão 4). Neste sentido, é notório que P2 aparenta conhecer melhor as dificuldades e limitações de seus alunos

para aprenderem sobre eletroquímica. Assim, afirma-se que P2 teve seu *Conhecimento da compreensão dos alunos* melhorado em 2018.

O *conhecimento das práticas científicas* apresentado por P2 foi verificado nos momentos em que as reflexões trouxeram nuances de orientações de sua prática que estão de acordo com alguns princípios educacionais como a contextualização, a participação ativa e protagonismo dos estudantes em seu processo de aprendizagem, entre outras. O Quadro 54 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das práticas científicas em 2016 e em 2018.

Quadro 54 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das práticas científicas

<u>É algo que está no dia a dia dos estudantes e eles devem compreender a evolução das pilhas até os modelos usados hoje em dia. Além de que, no curso técnico integrado em que leciono, o estudo sobre as pilhas pode auxiliar nas criações dos alunos ao envolver assuntos relacionados à energia e a sua geração a partir da diferença de potencial (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Basicamente os alunos fazem seminários, em que eu peço os conceitos e temas que quero nas apresentações, bem como as reações e as aplicações; oriento os alunos no preparo das aulas, e ao final das apresentações questiono os estudantes buscando sanar dúvidas e <i>linkar</i> com o assunto da próxima apresentação (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Trabalho com os seminários, para achar uma forma de trabalhar com os alunos e já avaliar ao mesmo tempo. Se fôssemos para o laboratório fazer os experimentos, precisaria de uma carga horária maior. Nos seminários também é feito um trabalho de orientação em que esclareço dúvidas, estimo o tempo de apresentação e ofereço auxílio na organização da apresentação. Os alunos tem sempre cerca de 15 dias para prepararem os seminários. As estratégias utilizadas variam de acordo com os grupos que trabalham com cada tema, que são escolhidos pelos alunos, e fazem experimentos, usam esquemas ou slides, etc. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2016)</u>
<u>Porque é algo muito utilizado no contexto e para compreender que a energia química é transformada em energia elétrica, a forma com que se dá isso. Se eles entenderem como funciona talvez eles possam até inovar e pensar em outras formas de pilha. (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Porque aqui tem muita indústria metalmecânica e eles precisam pensar sobre as opções, refletindo sobre o custo benefício e escolher corretamente (exemplo de uma porta de alumínio ou uma porta de ferro) (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)</u>
<u>Questiono durante a apresentação tanto os apresentadores quanto a turma, buscando suprir lacunas de aprendizagem em relação aos pontos esperados para cada temática apresentada. Resolução de exercícios em alguns assuntos. <i>Feedback</i> das avaliações e notas aos alunos de forma dialogada (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Todas as respostas de P2 em 2016 e 2018 abordam aspectos da contextualização do conteúdo e da importância no cotidiano dos estudantes, ou então, sobre as estratégias didáticas exploradas que valorizam os estudantes como protagonistas de seus aprendizados. Como a quantidade e a qualidade das manifestações ficaram bastante próximas, considera-se que o *Conhecimento das práticas científicas* apresentado por P2 não apresentou algum tipo significativo de melhora.

O *conhecimento das maneiras de pensar* apresentado por P2 foi considerado nas reflexões em que demonstrou conhecer a forma com que os estudantes pensam e se comportam durante o aprendizado em eletroquímica. O Quadro 55 traz algumas das manifestações que representam a mobilização de seu conhecimento das maneiras de pensar em 2016 e em 2018.

Quadro 55 - Manifestações de P2 no CoRe-Entrevista e seu conhecimento das maneiras de pensar

Não vejo dificuldades. <u>Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Se eu pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
Dificuldades na parte experimental, uma vez que <u>é bastante amplo e complicado de entender. Faltam exemplos cotidianos, a maioria deles envolvem situações longe da prática dos alunos como, por exemplo, ao pensar em uma tubulação que se usa o ânodo de sacrifício</u> (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016)
Não realizo prova ou avaliação formal, pois não é necessário com a realização dos seminários, onde já é possível verificar a compreensão ou confusão dos alunos sobre os conceitos e se pode auxiliar e avaliar os estudantes simultaneamente. Além disso, na resolução de alguns exercícios sobre balanceamento de reações de oxirredução é possível verificar os que estavam fazendo a atividade e os que não estavam fazendo. Eu não sou focada na avaliação, eu foco na compreensão do aluno. Não me preocupo com o resultado numérico da nota, mas com a construção do aluno. Isso me permite recuperar o aluno na hora que ele está apresentando, ajudá-lo durante a apresentação e verificar se ele entendeu. E se ele entendeu ele merece a nota. <u>Então durante as apresentações dos seminários eu vou fazendo intervenções e vou avaliando sobre a compreensão. Às vezes o aluno vai lá na frente e fica lendo, eu brinco que não estou avaliando a alfabetização, então eu dou nota baixa por causa disso, pois eu preciso ver se eles entenderam o conteúdo. No final das apresentações eu chamo o grupo e a gente discute sobre a nota que eu dei para eles, eu pergunto se todos participaram ou se alguém deixou de participar. E por meio dessa conversa eu consigo ser mais justa</u> (P2, Resposta Questão 8 CoRe-Entrevista, 2016)

Porque é algo muito utilizado no contexto e para compreender que a energia química é transformada em energia elétrica, a forma com que se dá isso. Se eles entenderem como funciona talvez eles possam até inovar e pensar em outras formas de pilha (P2, Resposta Questão 2 CoRe-Entrevista, 2018)

Dificuldades em visualizar certas coisas como, por exemplo, na pilha de Daniell a corrosão nas figuras é bem acentuada, enquanto que nos exemplos que a gente faz a camada é mais fina, e depois passar isso para as reações. Além disso, saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar (P2, Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018)

Tento intervir durante as apresentações levantando questionamentos e levando-os a pensar sobre as situações. (P2, Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018)

Introdução e explicação sobre o número de oxidação em slides, uso de exercícios e exemplos no quadro e uso de um jogo didático para que eles possam aplicar um pouco do que foi discutido na aula. Para eles é importante também poderem tentar fazer sozinhos. (P2, Resposta Questão 7 CoRe-Entrevista, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Verifica-se que houve um pequeno aumento nos indícios sobre o conhecimento das maneiras de pensar nas respostas de P2, uma vez que em 2016 houveram 3 respostas (Questões 4 e 8) abordando aspectos desse conhecimento, enquanto que em 2018 o mesmo foi verificado 4 vezes (Questões 2, 4, 5 e 7).

Em 2016, duas de suas respostas levaram em consideração dificuldades que os estudantes possuem na aprendizagem sobre eletroquímica e o pensamento implícito que normalmente apresentam junto a essa dificuldade.

A outra resposta verificada neste mesmo ano expressou uma mecanismos de como os alunos aprendem, bem como um comportamento que normalmente apresentam durante a apresentação dos seminários.

Em 2018, novamente verificou-se a relação desse conhecimento com o pensamento dos estudantes por trás de uma dificuldade no aprendizado (em uma resposta), juntamente com os caminhos didáticos que P2 considera mais adequados para seguir com base na forma com que os estudantes pensam (em duas respostas), e com a maneira com que os estudantes poderiam tratar da aplicabilidade dos conteúdos (em uma resposta).

Diante do aumento das incidências e das características incididas nas respostas é possível constatar que P2 teve seu *Conhecimento das maneiras de pensar* levemente melhorado em 2018.

A partir da análise de todos os conhecimentos manifestados por P2 durante as respostas para o CoRe-Entrevista em 2016 e 2018 é possível estabelecer um parâmetro geral de quais conhecimentos foram melhorados e quais não apresentaram indícios de melhora.

O Quadro 56 apresenta essas informações, que representam o desenvolvimento do pPCK de P2.

Quadro 56 - Síntese da análise do pPCK de P2 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU	SE MANTEVE
Conhecimento da avaliação		X
Conhecimento pedagógico	X	
Conhecimento do conteúdo	X	
Conhecimento dos alunos	X	
Conhecimento curricular		X
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	
Conhecimento da representação do conteúdo		X
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	
Conhecimento das práticas científicas		X
Conhecimento das maneiras de pensar	X	

Fonte: O autor (2019)

6.3.3 Análise das aulas de P2 e seu ePCK

As aulas de P2 sobre eletroquímica foram acompanhadas em 2016, antes de sua participação no curso de formação continuada, e em 2018, depois de participar do mesmo. O pesquisador utilizou um diário de observação para registrar textualmente o desenvolvimento da aula e a descrição de seus principais episódios. Esse material pode ser encontrado na íntegra com maior detalhamento no APÊNDICE D e APÊNDICE E. A maior parte das aulas também foi gravada em áudio e vídeo, e esses registros foram consultados quando necessário e analisados juntamente com os registros escritos no diário do pesquisador. Apenas nessas situações optou-se por transcrever diálogos de aula.

Na tentativa de elucidar os conhecimentos de P2 em relação ao ensino de eletroquímica durante a execução de suas aulas, buscou-se analisar os momentos em que P2 explicitou seus conhecimentos e as principais diferenças que ocorreram dentro de sua abordagem nas aulas de 2016 e 2018. A partir desses momentos mais significativos em que P2 deu indícios de

mobilização de seus conhecimentos, buscou-se verificar se houve desenvolvimento de seu ePCK e relacioná-lo ao cPCK.

6.3.3.1 As aulas de P2 sobre eletroquímica antes e depois do curso de formação continuada

Em 2016, foram observadas oito aulas de 55 minutos em uma turma de ensino médio integrado ao técnico em eletroeletrônica, no período matutino, na cidade de Joinville - SC, em que P2 lecionou sobre o conteúdo de eletroquímica. Como suas 2 aulas semanais ocorreram de forma conjugada, as mesmas foram descritas sempre em blocos de duas aulas.

O Quadro 57 representa resumidamente os principais assuntos abordados em cada uma das aulas de P2 em 2016, bem como as estratégias didáticas exploradas ou os aspectos relevantes de cada aula.

Quadro 57 - Síntese das aulas de P2 em 2016

AULA	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS/ ASPECTOS RELEVANTES
1 e 2	Pilha de Daniell, algumas definições; agente oxidante e agente redutor; funcionamento da Pilha de Daniell; ponte salina e transferência de elétrons; reação global em uma pilha; semi-reações de oxidação e redução; cátodo, ânodo, polo positivo e polo negativo, íons, diferença de potencial; Pilhas experimentais (limão, prego, moeda, zinco e cobre; água sanitária, papel alumínio e fio de cobre; Outras pilhas; Pilha com batata, zinco e cobre; Pilha com refrigerante de cola, clipe e placa de cobre;	Apresentação de seminários; Slides; Vídeo sobre o experimento da Pilha de Daniell; Erros conceituais (agente oxidante e agente redutor); P2 retoma os erros e discute com a turma; Erros conceituais (elétrons passando pela ponte salina); P2 reexplica o funcionamento da Pilha de Daniell; P2 explica sobre a ponte salina, a transferência de elétrons, as semi-reações e reação global; P2 desenha um esquema no quadro para reexplicar; Experimento demonstrativo.
3 e 4	Pilhas e Baterias (diferenças e semelhanças), partes de uma pilha; Pilha comum, ligações em série e em paralelo; Pilha ácida de Leclanchè, reação de oxidação e redução na pilha; Pilha alcalina e pilha de mercúrio; Cátodo e ânodo; Bateria (mercúrio ácida, níquel cádmio, hidreto metálico, íon lítio); Semi-reações de oxidação e redução nas	Apresentação de seminários; Slides; Questionamentos de P2 (identificar cátodo e ânodo nas pilhas); Confusão conceitual dos alunos (semi-reações de oxidação e redução nas baterias; representação da reação química); Explicação de P2 (reações de oxidação e redução, efeito memória nas baterias)

	baterias; <i>Feedback</i> de P2 ao grupo	
5 e 6	Corrosão do ferro e possibilidades para proteger os metais da oxidação; Galvanoplastia e alguns exemplos; Processo de galvanoplastia; Eletrólise utilizando ouro; Processo de cromação, niquelação e douração; Células a combustível; Experimento de Groove e melhoramento proposto por Bacon; Componentes da célula a combustível, funcionamento da mesma e seus subprodutos, exemplos de uso; Biografia de Nikolas Tesla; Motor de indução; Thomas Edison e algumas invenções dele, que na realidade foram construídas coletivamente ou por outras pessoas; Corrente contínua e corrente alternada; Bobina de Tesla e Wandercliff; <i>Feedback</i> de P2 aos grupos	Apresentação de seminários; Slides; Questionamentos de P2 (o que é corrosão, comparação da formação da ferrugem com a oxidação do alumínio e as equações químicas envolvidas); Slides; Vídeos sobre galvanização; Questionamentos de P2 sobre a diferença entre galvanoplastia, galvanização e pilhas; Explicação de P2 sobre origem dos metais (minérios) e sobre siderurgia; Slides; Questionamentos de P2 (funcionamento das células a combustível a partir de um esquema); P2 solicita que pesquisem um vídeo para mostrar o funcionamento de uma célula a combustível; P2 explica sobre o funcionamento e perigos desse tipo de célula, mostra as semi-reações no ânodo e cátodo; Slides; Vídeo sobre a bobina de Tesla; P2 não faz questionamentos
7 e 8	Funcionamento do processo fotográfico; Transformação de AgI em Ag (s); Funcionamento do bafômetro;	Apresentação de seminários; slides; esquema de funcionamento do bafômetro; P2 comenta sobre células a combustível; Avaliação das aulas de Química.

Fonte: O autor (2016)

Em 2018, foram acompanhadas dez aulas de 55 minutos em uma turma de ensino médio integrado ao técnico em eletroeletrônica, no período matutino, na cidade de Joinville - SC, em que P2 lecionou sobre o conteúdo de eletroquímica. Como suas 2 aulas semanais ocorreram de forma conjugada, as mesmas foram descritas sempre em blocos de duas aulas. O Quadro 58 representa resumidamente os principais assuntos abordados em cada uma das aulas em 2018, bem como as estratégias didáticas ou aspectos relevantes das aulas.

Quadro 58 - Síntese das aulas de P2 em 2018

AULA	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS
1 e 2	Bafômetro; Número de oxidação e cálculo de Nox; Reação do dicromato	Apresentação de seminários; Quadro; Vídeo com experimento; Slides; Questionamentos de P2;

	de potássio com o etanol; Funcionamento do bafômetro digital; Ânodo e cátodo com as reações de oxidação e redução; Revelação fotográfica; Cálculo de Nox com o jogo QUIMICO-Nox	Dificuldades dos alunos em explicarem oxidação e redução mostrando a variação de Nox; P2 retoma conceitos de eletronegatividade, oxidação, redução e variação de Nox; Correção de P2 para termos e escritas erradas; Slides; Esquema no quadro sobre revelação fotográfica; Vídeo sobre o processo de revelação fotográfica; Erros conceituais dos alunos ao utilizar termos; <i>Feedback</i> de P2 aos grupos; Intervenção de P2 com questionamentos; Quadro; Jogo didático
3 e 4	Pilha de Daniell; Aspectos históricos e a pilha de Volta; Conceito de pilha e a conversão de energia química em energia elétrica; Funcionamento da pilha, cátodo e ânodo, polo positivo e polo negativo, onde ocorre oxidação e redução; Semi-reações; Tabela de potenciais e diferença de potencial (pela diferença); Ponte salina; Pilhas experimentais e baterias (refrigerante de cola, zinco e cobre; latinha de alumínio, água com sal de cozinha e fio de cobre); Pilhas comerciais (secas, alcalinas, etc.) e as principais diferenças; Pilha de Leclanchè, ânodo, cátodo, semi-reações; Pilha de mercúrio; Problemas do descarte das pilhas; representação das reações químicas; semi-reações de oxidação e redução;	Apresentação de seminários; Vídeo da pilha de Daniell; Vídeo Simulação da pilha de Daniell (com membrana porosa); Quadro; Vídeo de paródia sobre cálculo de ddp; Slides; Questionamentos de P2 e explicação de cátodo, ânodo, redução e oxidação, diferença de potencial, tabela de potenciais, retomada dos processos de oxidação e redução, cálculo da diferença de potencial passo a passo (pela soma). P2 discute as semi-reações quando a quantidade de elétrons perdidos e recebidos são diferentes e quando o sinal do multímetro inverte ao inverter os polos; Experimento demonstrativo; Erro conceitual (pilha ou bateria); Ânodo e cátodo como “cargas” negativas e positivas; Questionamentos de P2; Quadro; Slides; Esquemas; Questionamentos da P2 (aquela pilha virou essa); Modelo físico da pilha (o que significa essa tampa de aço?); Eletrólitos e ponte salina; Previsão de oxidação e redução vendo variação de Nox e as semi-reações; Pergunta dos alunos e resposta da P2; Contaminação por mercúrio (sistema nervoso, peixes);
5 e 6	Pilhas experimentais (prego zincado, fio de cobre, hipoclorito de sódio; limão, fios de cobre e parafuso zincado); Cátodo, ânodo e ponte	Apresentação de seminários; Experimento demonstrativo (intervenção e auxílio de P2); Questionamentos de P2; Exemplificação (sais na água do mar e a condução elétrica); Correção de

	salina; Condução de eletricidade e eletrólitos (ácidos, básicos, salinos); Íons em solução; Pilhas e baterias; Baterias; Bateria de chumbo/ácido, níquel/cádmio, hidreto metálico, íons lítio; polo positivo e polo negativo; Ponte salina; Baterias recarregáveis; Implicações do descarte das baterias; Voltagem das baterias; Efeito da temperatura no funcionamento; Efeito memória nas baterias; Dicas para durar mais a bateria de celular; Galvanoplastia; Eletrólise; Eletrólise aquosa; Niquelação do cobre; Eletrólise ígnea.	erros por P2; Modelo físico de pilha; Slides; Questionamentos de P2 (sucintos); Slides; Esquema no quadro; Questionamentos de P2 (diferença de pilha e eletrólise); Vídeo sobre niquelação; P2 refuta resposta do aluno e diz “isso é decoreba”; P2 solicita que procurem outro vídeo (e explica sobre a remoção de ouro de uma peça e douração de um anel); Explicação de P2 sobre proteção dos metais, diferença das reações nas pilhas e na eletrólise, tabela de potenciais e espontaneidade das reações; Implicações ambientais da galvanoplastia, competição na absorção de alguns íons metálicos com outros cátions no organismo.
7 e 8	Corrosão do ferro e formação da ferrugem; Corrosão dos metais e formas de proteção a esse processo (metais iNox, tintas sobre metais, proteção catódica, película de óxido); Espontaneidade da corrosão do ferro; Retomada sobre Galvanoplastia; Eletrólise aquosa (cobreação), processo de desengraxe, lavagem, ativação ácida, cobreação. Processo de niquelagem; - <i>Feedback</i> de P2 ao grupo; Células a combustível, sua definição e diferenças das pilhas comuns; Processos que ocorrem nas placas (semi-reações); Vantagens ambientais e alto custo; Aplicações, eletrólitos, faixa de temperatura, vantagens e desvantagens.	Apresentação de seminários; Slides; Questionamentos de P2 (relação com a pilha, processo inverso ao da siderurgia, fenômenos de maresia e intensificação do processo); Vídeo sobre a corrosão do ferro em diversos meios; P2 retoma a reação, enfatiza a importância do O_2 e da água; Pergunta dos alunos e resposta da P2; Vídeos de cobreação e niquelagem; Slides; Vídeo carro movido com célula a combustível; Questionamentos (relação com as pilhas convencionais, com o bafômetro digital – na produção do “combustível”)
9 e 10	Cálculos na eletroquímica e estequiometria; Previsão da quantidade de energia necessária para	Quadro; Esquema; Questionamentos; Exercícios (exemplos); Exercícios

	depositar determinada massa de metal e o processo inverso; Corrente elétrica; Carga e variação de tempo	
--	---	--

Fonte: O autor (2018)

6.3.3.2 Um olhar sobre as aulas de P2 e as manifestações acerca de seu ePCK – contrastes, reflexões e desenvolvimento profissional

A análise sobre os conhecimentos mobilizados e consolidados nas aulas de P2 pode revelar importantes movimentos em seu desenvolvimento profissional. Essa análise permeará os conhecimentos elencados no modelo consensual da cúpula do PCK (CM), especialmente aqueles que fazem parte da base de conhecimentos profissionais do professor (conhecimento da avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento do conteúdo, conhecimento dos alunos, conhecimento curricular), bem como os componentes do conhecimento profissional específico de um tópico (estratégias instrucionais, representação do conteúdo, compreensão dos alunos, práticas científicas, maneiras de pensar).

Em relação ao *Conhecimento da Avaliação*, verifica-se que tanto em 2016 quanto em 2018 a estratégia de colocar os alunos para apresentarem seminários acerca de temas da eletroquímica escolhidos por P2, simbolizou a escolha de um instrumento que auxilia os estudantes a aprenderem sobre os assuntos apresentados, bem como para permitir que P2 avalie o desenvolvimento desse aprendizado. Além das apresentações, P2 buscava promover discussões trazendo questionamentos e, ao final, dando *feedbacks* para os estudantes.

O Quadro 59 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da avaliação apresentado por P2.

Quadro 59 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e seu conhecimento da avaliação

<u>Ao final da apresentação P2 solicitou que os alunos explicassem novamente a figura da Pilha de Daniell.</u> Os alunos apresentaram dificuldades para explicar o funcionamento da pilha e indicaram a passagem de elétrons pela ponte salina (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
<u>P2 pediu para que os alunos identificassem o cátodo e ânodo nas diferentes pilhas apresentadas.</u> Os alunos começam a identificar o cátodo e ânodo na pilha comum, mas na pilha alcalina e demais pilhas eles apresentaram dificuldades [...] (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2016)
<u>P2 questionou sobre a diferença entre galvanoplastia, galvanização e pilhas,</u> e depois explicou aos alunos que tiveram dificuldades em responder. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)

P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um *feedback* sobre o seminário. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

P2 retomou a discussão, questionando a turma se todos compreenderam os processos de oxidação e redução; e reexplicou como o haleto de prata sofre redução, sem se alongar muito na discussão. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

P2 [...] orientou o restante da turma a se dividir em quatro grupos para exercitarem o cálculo do número de oxidação a partir do jogo QUIMICO-Nox. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

P2 questionou os estudantes como proceder caso as semi-reações tivessem quantidades diferentes de elétrons liberados e recebidos, e os alunos responderam que deveria multiplicar a quantidade de cobre e zinco nas semi-reações. P2 questionou os estudantes do motivo pelo qual o sinal da tensão se inverte no multímetro quando se invertem os polos e também se o valor teórico deveria ser menor ou maior do que o valor experimental. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)

P2 questionou o grupo quem era cátodo e o ânodo, bem como a ponte salina, e os alunos responderam que o cobre seria o cátodo, o zinco o ânodo e o suco do limão a ponte salina, pois ele é ácido. P2 perguntou para toda a turma o motivo pelo qual o limão conduz eletricidade e explicou para eles a importância dos íons presentes ali naquela solução, relacionando essa situação a condução elétrica da água do mar. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

P2 questionou toda a turma sobre o que é galvanoplastia e um aluno respondeu que a energia elétrica é transformada em energia química. P2 refutou a resposta dizendo que isso era muito “decoreba” e que eles precisavam compreender de fato o que isso significava. P2 procurou rapidamente um outro vídeo e mostrou para os alunos o processo de remoção do Au de uma peça para posteriormente realizar a douração de um anel. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

P2 questionou porque ocorre a corrosão e os estudantes responderam que o contato do ferro com o ar e a água faziam a reação acontecer. P2 complementou dizendo que a reação ocorre de forma espontânea e é intensificada com o fenômeno de maresia. P2 relacionou a corrosão do ferro com o processo inverso que ocorre na siderurgia. (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2018)

Em seguida, P2 questionou a todos sobre a diferença das células a combustível para as pilhas convencionais e um aluno responde que não há necessidade de ficar alimentando-as e P2 complementou dizendo sobre a ideia de produzir o próprio combustível que alimenta o processo ao invés de armazenar. P2 fez uma relação ao funcionamento do bafômetro digital em que o combustível para produzir eletricidade é o próprio álcool. (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2018)

P2 escreveu no quadro um exemplo de exercício em que havia a situação de uma boneca que cantava utilizando uma pilha e propôs o problema de quanto de zinco seria consumido deixando a boneca ligada por 1 hora. (P2, Descrição AULA 9 e 10, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Em 2016, as aulas de P2 apresentaram diversos momentos em que os alunos foram questionados sobre aspectos do conteúdo apresentado nos seminários que talvez tenham indicado alguma possível lacuna na aprendizagem. A partir dos questionamentos, P2 buscou verificar o entendimento dos apresentadores e do restante da turma sobre os assuntos em questão (AULA 1, 2, 3, 4, 5 e 6). De forma análoga a 2016, em 2018 foram verificadas várias situações em que P2 explorava a apresentação dos alunos para fazer questionamentos e novas explicações (AULA 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10). Aparentemente, esses momentos de discussão e reflexão foram mais numerosos em 2018 do que em 2016. Nessa perspectiva, cabe ressaltar que o aumento dessas incidências está acompanhado de um maior número de situações de questionamentos, discussões e explicações, realizadas com qualidade e não representa um argumento construído meramente sobre o quantitativo em si.

Além disso, em 2018, P2 passou a utilizar a resolução de exercícios juntamente com os alunos, tanto para avaliar o quanto os mesmos estavam acompanhando e compreendendo os conteúdos quando para permitir que eles exercitassem o que havia sido aprendido durante as aulas. Isso ocorreu com o uso do jogo didático na AULA 1 e 2, como com os exercícios realizados na AULA 9 e 10.

Cabe ressaltar que, embora o uso de questionamentos e discussões coletivas seja bastante benéfico para o aprendizado dos alunos e para a avaliação do professor, é uma ferramenta limitada quando utilizada exclusivamente, pois leva o professor a ter apenas impressões coletivas, sendo necessária a instrumentalização de outras ferramentas além desta que forneçam relatórios mais detalhados dos desempenhos individuais dos estudantes em seus processos de aprendizagem.

Os dados referentes aos indícios de conhecimento da avaliação apresentados por P2 durante as aulas em 2016 e 2018 mostram que o uso de sua principal estratégia avaliativa se manteve (seminários, discussões e questionamentos, *feedbacks*) e em 2018 passou a explorar mais ferramentas avaliativas (realização de exercícios em um jogo didático e outros exercícios), sugerindo que seu *Conhecimento da Avaliação* tenha sido melhorado.

O *Conhecimento Pedagógico* de P2 foi verificado nas aulas em 2016 e 2018, na maneira com que a aula é organizada, bem como em algumas ações de P2 que caracterizam sua abordagem nas aulas em termos didáticos e pedagógicos.

O Quadro 60 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento pedagógico apresentado por P2 em 2016 e 2018.

Quadro 60 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento pedagógico

<u>Ao final da apresentação P2 solicitou que os alunos explicassem novamente a figura da Pilha de Daniell.</u> Os alunos apresentaram dificuldades para explicar o funcionamento da pilha e indicaram a passagem de elétrons pela ponte salina (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
Considerando a dificuldade dos alunos, <u>P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma.</u> Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada <u>uma das reações [...]</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
<u>P2 pediu para que os alunos identificassem o cátodo e ânodo nas diferentes pilhas apresentadas.</u> Os alunos começam a identificar o cátodo e ânodo na pilha comum, mas na pilha alcalina e demais pilhas eles apresentaram dificuldades [...] (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2016)
<u>P2 explorou a discussão sobre o que é corrosão, comparou o fenômeno da ferrugem com a oxidação do alumínio e as equações químicas envolvidas no processo de enferrujamento.</u> Na discussão, <u>P2 buscou enfatizar que o processo de corrosão não é um fenômeno exclusivo do ferro.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
<u>Após a apresentação, P2 pediu para os alunos explicarem o funcionamento da célula a partir de um esquema.</u> Depois pediu para eles procurarem um vídeo na internet, para passarem para a turma, pois considerou que o vídeo auxiliaria a turma compreender o funcionamento da célula combustível. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
<u>P2 retomou a explicação sobre o funcionamento de uma célula a combustível para relacionar ao funcionamento do bafômetro digital</u> e comentou sobre algumas pesquisas que envolvem as células a combustível. (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2016)
<u>P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas.</u> Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. <u>P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um feedback sobre o seminário.</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)
<u>P2 [...] orientou o restante da turma a se dividir em quatro grupos para exercitarem o cálculo do</u>

número de oxidação a partir do jogo QUIMICO-Nox. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)
<u>P2 retomou a discussão verbalmente com os estudantes e explicou que no cátodo sempre vai acontecer redução e que no ânodo a oxidação, e diz para os alunos associarem consoante com consoante (cátodo/redução) e vogal com vogal (ânodo/oxidação). P2 exemplificou o cálculo da diferença de potencial pegando exemplos na tabela de potenciais de redução e fez passo a passo com os alunos. A explicação de P2 considerou a soma do potencial de redução com o potencial de oxidação. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)</u>
<u>P2 foi para o quadro e retomou as semi-reações, questionando como saber se estará havendo uma oxidação ou uma redução sem precisar calcular Nox e explicou aos alunos que se houver elétron no produto significa que está havendo perda de elétrons e que isso caracteriza a oxidação, e o processo contrário aconteceria para a redução, em que os elétrons apareceriam no reagente. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)</u>
<u>P2 questionou o grupo quem era cátodo e o ânodo, bem como a ponte salina, e os alunos responderam que o cobre seria o cátodo, o zinco o ânodo e o suco do limão a ponte salina, pois ele é ácido. P2 perguntou para toda a turma o motivo pelo qual o limão conduz eletricidade e explicou para eles a importância dos íons presentes ali naquela solução, relacionando essa situação a condução elétrica da água do mar. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

De modo geral, os estudantes possuem papel bastante ativo na aprendizagem durante as aulas de P2. Ainda assim, o papel mediador de P2 é fundamental na estruturação dos conteúdos que são apresentados nos seminários, bem como na condução das discussões após as apresentações.

A postura de P2 durante as aulas é de bastante atenção e preocupação com o aprendizado dos estudantes, valorizando a fala dos mesmos durante as problematizações criadas em aula.

A abordagem de P2 nas atividades de aula valoriza o trabalho em grupo, uma vez que as apresentações de seminários são realizadas em equipes, as discussões são coletivas e, em 2018, até a realização de exercícios com o jogo didático foi realizada em grupo.

Os dados referentes aos indícios de conhecimento pedagógico de P2 não apresentam diferenças significativas e por isso parecem apontar para o fato de que seu *Conhecimento Pedagógico* apenas tenha se mantido.

Em relação ao *Conhecimento do Conteúdo*, verificou-se que P2 possui domínio do assunto, uma vez que após cada apresentação de seminário era feita uma intervenção com questionamentos aos estudantes sobre os principais pontos apresentados ou sobre as possíveis lacunas de aprendizagem verificadas por P2 e, normalmente, P2 acrescentava algumas

informações ensinando novos assuntos aos estudantes. Cabe ressaltar que P2 tem um bom entendimento sobre o assunto estudado, considerando a soma dos conteúdos abordados nas apresentações de seminário representam uma quantidade relativamente extensa.

Nesse sentido, a abordagem conceitual de P2 acaba não sendo tão geral e superficial, mas apresenta relativo aprofundamento nos assuntos, uma vez que aborda vários dos tópicos estudados na eletroquímica. No entanto, como os temas estudados são divididos em apresentações para cada grupo, a abordagem de vários tópicos não simboliza necessariamente o conteúdo que de fato todos os alunos irão aprender, pois possivelmente eles devem dar maior atenção ao tema que deverão apresentar em seu próprio grupo.

O Quadro 61 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento do conteúdo apresentado por P2.

Quadro 61 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento de conteúdo

<u>P2 discutiu com eles sobre a ponte salina e a transferência de elétrons pelo fio externo. Além disso, também discutiu sobre a equação da reação global em uma pilha.</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
Considerando a dificuldade dos alunos, P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma. <u>Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada uma das reações [...]</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
<u>P2 explicou ao final da apresentação sobre o efeito memória causado em algumas baterias, devido à formação de cristais nos “espaços” do dispositivo.</u> (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2016)
<u>P2 explorou a discussão sobre o que é corrosão, comparou o fenômeno da ferrugem com a oxidação do alumínio e as equações químicas envolvidas no processo de enferrujamento. Na discussão, P2 buscou enfatizar que o processo de corrosão não é um fenômeno exclusivo do ferro.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
Em seguida, <u>P2 comentou sobre a origem dos metais (minérios) e sobre Siderurgia.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
<u>P2 explicou que seria preciso adicionar um combustível para o funcionamento da célula e falou sobre as implicações, especialmente os perigos, envolvidos no uso de células a combustível. Durante sua explicação, escreveu no quadro as seguintes reações [...]</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
<u>P2 retomou a explicação sobre o funcionamento de uma célula a combustível para relacionar ao funcionamento do bafômetro digital e comentou sobre algumas pesquisas que envolvem as células a combustível.</u> (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2016)
<u>P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o</u>

conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um *feedback* sobre o seminário. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

P2 retomou a discussão, questionando a turma se todos compreenderam os processos de oxidação e redução; e reexplicou como o haleto de prata sofre redução, sem se alongar muito na discussão. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

P2 retomou a discussão verbalmente com os estudantes e explicou que no cátodo sempre vai acontecer redução e que no ânodo a oxidação, e diz para os alunos associarem consoante com consoante (cátodo/redução) e vogal com vogal (ânodo/oxidação). P2 exemplificou o cálculo da diferença de potencial pegando exemplos na tabela de potenciais de redução e fez passo a passo com os alunos. A explicação de P2 considerou a soma do potencial de redução com o potencial de oxidação. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)

Por fim, P2 explicou a importância da ponte salina para fechar o sistema e fazer a pilha funcionar e retomou com os estudantes a explicação de um experimento que já haviam feito em sala (colocar ferro na solução de sulfato de cobre) para explicar que nessa situação está havendo a transferência de elétrons mas que este fluxo não está sendo aproveitado, relacionando ao experimento apresentado na simulação do vídeo (zinco na solução de sulfato de cobre). (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)

P2 foi para o quadro e retomou as semi-reações, questionando como saber se estará havendo uma oxidação ou uma redução sem precisar calcular Nox e explicou aos alunos que se houver elétron no produto significa que está havendo perda de elétrons e que isso caracteriza a oxidação, e o processo contrário aconteceria para a redução, em que os elétrons apareceriam no reagente. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)

P2 questionou o grupo quem era cátodo e o ânodo, bem como a ponte salina, e os alunos responderam que o cobre seria o cátodo, o zinco o ânodo e o suco do limão a ponte salina, pois ele é ácido. P2 perguntou para toda a turma o motivo pelo qual o limão conduz eletricidade e explicou para eles a importância dos íons presentes ali naquela solução, relacionando essa situação a condução elétrica da água do mar. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

P2 comentou com os estudantes que atualmente é muito comum realizar a proteção de metais, como o ferro, que sofrem corrosão com mais facilidade. P2 retomou com os estudantes a relação do processo de eletrólise com o processo que ocorre na pilha, dizendo que na pilha há uma reação química que produz energia elétrica e na eletrólise a energia elétrica gera uma reação química. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

P2 questionou porque ocorre a corrosão e os estudantes responderam que o contato do ferro com o ar e a água faziam a reação acontecer. P2 complementou dizendo que a reação ocorre de forma espontânea e é intensificada com o fenômeno de maresia. P2 relacionou a corrosão do ferro com o

processo inverso que ocorre na siderurgia. (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2018)

Em seguida, P2 questionou a todos sobre a diferença das células a combustível para as pilhas convencionais e um aluno responde que não há necessidade de ficar alimentando-as e P2 complementou dizendo sobre a ideia de produzir o próprio combustível que alimenta o processo ao invés de armazenar. P2 fez uma relação ao funcionamento do bafômetro digital em que o combustível para produzir eletricidade é o próprio álcool. (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2018)

Na sequência, P2 disse que hoje os alunos aprenderiam um pouco sobre os cálculos na eletroquímica, enfatizando que isso era cobrado nos exames vestibulares e que era importante eles aprenderem. P2 explicou que seria possível relacionar a quantidade de elétrons com a massa dos eletrodos, fazendo a relação a partir dos cálculos. (P2, Descrição AULA 9 e 10, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os conteúdos explorados durante as aulas em 2018 foram bastante semelhantes aos abordados em 2016, porém observou-se um maior protagonismo aos conceitos de número de oxidação durante as apresentações e discussões, comparado as aulas de 2016, e a inclusão de cálculos na eletroquímica relacionando a quantidade de energia necessária para depositar determinada massa de metal, bem como as relações entre corrente, carga e variação de tempo.

Os temas dos seminários foram exatamente os mesmos durante as duas vezes em que se observou as aulas de P2.

Os dados revelam que em 2018 houve mais indícios do conhecimento do conteúdo que P2 possui do que em 2016 e, além disso, houve a abordagem de um assunto nas duas últimas aulas de 2018 que não havia sido trabalhado em 2016. Embora os dados não sejam suficientes para afirmar que o conhecimento do conteúdo de P2 aumentou, a análise precisa se basear nos indícios das manifestações desse conhecimento nos dois momentos observados. Diante disso, considera-se que o *Conhecimento de Conteúdo* teve uma pequena melhora.

Sobre o *Conhecimento dos Alunos*, verificou-se que P2 conhece sobre seus alunos e em alguns momentos baseia suas intervenções nas dificuldades de aprendizagem que os mesmos apresentam no conteúdo. Além disso, a escolha dos temas dos seminários leva em consideração o que tem relevância no cotidiano dos estudantes, denotando também sobre o conhecimento que P2 tem sobre seus alunos. O Quadro 62 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento dos alunos apresentado por P2.

Quadro 62 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento dos alunos

Considerando a dificuldade dos alunos, P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma. Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada uma

das reações [...] (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)

P2 explorou a discussão sobre o que é corrosão, comparou o fenômeno da ferrugem com a oxidação do alumínio e as equações químicas envolvidas no processo de enferrujamento. Na discussão, P2 buscou enfatizar que o processo de corrosão não é um fenômeno exclusivo do ferro. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)

Na sequência, P2 disse que hoje os alunos aprenderiam um pouco sobre os cálculos na eletroquímica, enfatizando que isso era cobrado nos exames vestibulares e que era importante eles aprenderem. P2 explicou que seria possível relacionar a quantidade de elétrons com a massa dos eletrodos, fazendo a relação a partir dos cálculos. (P2, Descrição AULA 9 e 10, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Cabe salientar que os poucos indícios desse conhecimento nas aulas de P2, em 2016 e em 2018, não permitem discutir muitos outros aspectos acerca de seu conhecimento dos alunos. Além disso, os indícios não trazer informações suficientes para afirmar que esse conhecimento tenha tido alguma melhora. Nesse sentido, será considerado que P2 teve seu *Conhecimento dos Alunos* mantido em 2018.

Em relação ao *Conhecimento Curricular* de P2, foi possível notar indícios desse conhecimento em apenas um momento, que ocorreu nas aulas de 2018. O Quadro 63 apresenta um trecho do diário do pesquisador, que subsidia a análise acerca do conhecimento curricular apresentado por P2 em 2018.

Quadro 63 - Trecho das aulas de P2 em 2018 e seu conhecimento curricular

P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um *feedback* sobre o seminário. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)

Fonte: O autor (2018)

Nota-se que a atuação de P2 leva em consideração o currículo vertical da disciplina de Química, em que, devido a necessidade imposta durante sua aula, foram retomados conceitos vistos em séries (ou módulos) anteriores e que possuem importância para a continuidade dos estudos em eletroquímica. Nessa perspectiva, afirma-se que esse indício observado 2018 denota que houve alguma melhora do *Conhecimento Curricular* de P2.

Analisando especialmente o conhecimento profissional específico de um tópico observado durante as aulas de P2 também é possível constatar alguns movimentos importantes em seu desenvolvimento profissional.

Quanto ao *Conhecimento das Estratégias Instrucionais*, verificou-se que P2 explora bastante a participação de seus alunos a partir da apresentação de seminários com temas escolhidos previamente por P2. Além disso, outras estratégias foram utilizadas durante suas aulas de 2016 e 2018. O Quadro 64 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento das estratégias instrucionais apresentado por P2 em 2016 e 2018.

Quadro 64 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 seu conhecimento das estratégias instrucionais

<u>Ao final da apresentação P2 solicitou que os alunos explicassem novamente a figura da Pilha de Daniell. Os alunos apresentaram dificuldades para explicar o funcionamento da pilha e indicaram a passagem de elétrons pela ponte salina (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)</u>
<u>Considerando a dificuldade dos alunos, P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma. Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada uma das reações [...] (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)</u>
<u>P2 pediu para que os alunos identificassem o cátodo e ânodo nas diferentes pilhas apresentadas. Os alunos começam a identificar o cátodo e ânodo na pilha comum, mas na pilha alcalina e demais pilhas eles apresentaram dificuldades [...] (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2016)</u>
<u>Após a apresentação, P2 pediu para os alunos explicarem o funcionamento da célula a partir de um esquema. Depois pediu para eles procurarem um vídeo na internet, para passarem para a turma, pois considerou que o vídeo auxiliaria a turma compreender o funcionamento da célula combustível. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)</u>
<u>P2 [...] orientou o restante da turma a se dividir em quatro grupos para exercitarem o cálculo do número de oxidação a partir do jogo QUIMICO-Nox. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)</u>
<u>P2 retomou a discussão verbalmente com os estudantes e explicou que no cátodo sempre vai acontecer redução e que no ânodo a oxidação, e diz para os alunos associarem consoante com consoante (cátodo/redução) e vogal com vogal (ânodo/oxidação). P2 exemplificou o cálculo da diferença de potencial pegando exemplos na tabela de potenciais de redução e fez passo a passo com os alunos. A explicação de P2 considerou a soma do potencial de redução com o potencial de oxidação. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)</u>
<u>Ao final da apresentação P2 utilizou um modelo físico de pilha comercial para mostrar aos alunos os componentes de uma pilha, explicando a eles como ocorreriam as reações ali dentro. Deixou que os alunos passassem o modelo entre si e o manuseassem enquanto explicava. Durante sua explicação, P2</u>

<u>relacionou a apresentação de um dos seminários sobre o funcionamento das pilhas comerciais e o que cada um dos seus componentes equivaleriam aqueles que faziam parte da Pilha de Daniell. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)</u>
<u>P2 questionou toda a turma sobre o que é galvanoplastia e um aluno respondeu que a energia elétrica é transformada em energia química. P2 refutou a resposta dizendo que isso era muito “decoreba” e que eles precisavam compreender de fato o que isso significava. P2 procurou rapidamente um outro vídeo e mostrou para os alunos o processo de remoção do Au de uma peça para posteriormente realizar a douração de um anel. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)</u>
<u>P2 escreveu no quadro um exemplo de exercício em que havia a situação de uma boneca que cantava utilizando uma pilha e propôs o problema de quanto de zinco seria consumido deixando a boneca ligada por 1 hora. P2 fez um esquema e foi explicando o passo a passo dos cálculos [...] (P2, Descrição AULA 9 e 10, 2018)</u>

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que a quantidade de indícios desse conhecimento de P2 foi bastante próxima em 2016 e em 2018. No entanto, em relação as estratégias didáticas utilizadas por P2 durante suas aulas é possível constatar uma ampliação na quantidade de recursos explorados durante as aulas de eletroquímica em 2018.

Cabe salientar que a dinâmica adotada por P2 em suas aulas pode trazer influências para seu PCK, uma vez que os próprios alunos é quem escolhem os recursos que irão explorar durante suas apresentações e, com isso, P2 pode conhecer algo novo que passe a considerar eficaz para o ensino em eletroquímica. Dentre os recursos utilizados pelos alunos durante as apresentações foram verificados em 2016 e 2018 o uso de experimentos demonstrativos, slides, imagens e representações, quadro, vídeos e paródias.

Já na perspectiva de P2, enquanto em 2016 foram utilizadas como estratégias as apresentações de seminários, o uso de questionamentos e *feedbacks*, e a explicação no quadro em alguns momentos; em 2018, além destas já apontadas também foi explorado o uso de um jogo didático sobre número de oxidação, a discussão sobre os componentes de uma pilha comercial a partir de um modelo físico, bem como a realização de exercícios junto com os alunos.

Diante disso, infere-se que essa diferença aponta para uma melhora no *Conhecimento das Estratégias Instrucionais* de P2.

O *Conhecimento da Representação do Conteúdo* que P2 apresentou durante suas aulas foi verificado durante as escolhas feitas para comunicar os conteúdos da eletroquímica aos estudantes a partir de diferentes formas de representar os assuntos estudados. O Quadro 65

apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da representação do conteúdo apresentado por P2 em 2016 e 2018.

<p>Quadro 65 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da representação do conteúdo</p> <p><u>P2 discutiu com eles sobre a ponte salina e a transferência de elétrons pelo fio externo. Além disso, também discutiu sobre a equação da reação global em uma pilha.</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)</p> <p><u>Considerando a dificuldade dos alunos, P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma. Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada uma das reações [...]</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)</p> <p><u>Após a apresentação, P2 pediu para os alunos explicarem o funcionamento da célula a partir de um esquema. Depois pediu para eles procurarem um vídeo na internet, para passarem para a turma, pois considerou que o vídeo auxiliaria a turma compreender o funcionamento da célula combustível.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)</p> <p><u>P2 explicou que seria preciso adicionar um combustível para o funcionamento da célula e falou sobre as implicações, especialmente os perigos, envolvidos no uso de células a combustível. Durante sua explicação, escreveu no quadro as seguintes reações [...]</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)</p> <p><u>P2 utilizou o assunto para discutir com os alunos as diferentes representações das pilhas, dizendo a eles que aquela pilha (de Daniell) virou essa pilha comercial. Durante a discussão, questionou os alunos o que significava a tampa de aço na pilha comercial pensando analogamente a função na pilha de Daniell.</u> (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)</p> <p><u>Ao final da apresentação P2 utilizou um modelo físico de pilha comercial para mostrar aos alunos os componentes de uma pilha, explicando a eles como ocorreriam as reações ali dentro. Deixou que os alunos passassem o modelo entre si e o manuseassem enquanto explicava. Durante sua explicação, P2 relacionou a apresentação de um dos seminários sobre o funcionamento das pilhas comerciais e o que cada um dos seus componentes equivaleriam aqueles que faziam parte da Pilha de Daniell.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)</p> <p><u>P2 escreveu no quadro um exemplo de exercício em que havia a situação de uma boneca que cantava utilizando uma pilha e propôs o problema de quanto de zinco seria consumido deixando a boneca ligada por 1 hora. P2 fez um esquema e foi explicando o passo a passo dos cálculos [...]</u> (P2, Descrição AULA 9 e 10, 2018)</p>
--

Fonte: O autor (2016, 2018)

Tanto em 2016, quanto em 2018, observou-se uma abordagem de P2 que buscou explorar os diferentes níveis de representação dos fenômenos estudados, envolvendo aspectos macroscópicos de sua ocorrência (com os experimentos demonstrativos e vídeos), bem como as expressões simbólicas das reações químicas envolvidas (com os slides, explicações e

discussões no quadro, e jogo didático) e as explicações e teorias em nível submicroscópico que explicam os fenômenos estudados (com os slides, explicações e discussões no quadro). Além disso, foram utilizadas diversas estratégias em que se explorou a linguagem escrita, falada, recursos audiovisuais, entre outros.

Vale ressaltar que esse argumento contempla desde as iniciativas protagonizadas por P2 durante as aulas, quanto alguns recursos apresentados pelos próprios alunos e que foram explorados durante as discussões propostas por P2.

Uma das novidades verificadas nas aulas de 2018 em relação a 2016 foi que P2 discutiu com seus alunos sobre a representação de uma pilha e o significado de cada uma de suas partes e componentes, pensando no modelo da Pilha de Daniell (apresentada em compartimentos separados) até o da pilha comercial, que são tão distintos e que, em algumas situações, causam confusão conceitual entre os alunos ao tentarem explicar os fenômenos de oxirredução em ambas as representações. Neste sentido, além de discutir, P2 utilizou um modelo físico de pilha comercial, permitindo que os estudantes o manuseassem, desmontassem e conhecessem os componentes da mesma.

Além disso, em 2018, P2 também explorou o uso de representação que explora a linguagem matemática ao realizar exercícios na AULA 9 e 10, buscando explicitar a interrelação entre os fenômenos ocorridos com a representação química e matemática do mesmo.

Perante esses dados, foi possível notar um desenvolvimento na abordagem do conteúdo feita por P2, sugerindo que seu *Conhecimento da Representação do Conteúdo* tenha sido melhorado.

Em relação ao *Conhecimento da Compreensão dos Alunos* foi possível observar algumas situações em que P2 fazia alguma intervenção nas apresentações dos seminários por perceber a dificuldade dos alunos em algum ponto do assunto que estava sendo estudado, ou então utilizando tal conhecimento para nortear suas explicações. O Quadro 66 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que subsidiaram a análise acerca do conhecimento da compreensão dos alunos apresentado por P2 em 2016 e 2018.

Quadro 66 - Trechos das aulas de P2 em 2016 e 2018 e seu conhecimento da compreensão dos alunos

<u>Ao final da apresentação P2 solicitou que os alunos explicassem novamente a figura da Pilha de Daniell.</u>
<u>Os alunos apresentaram dificuldades para explicar o funcionamento da pilha e indicaram a passagem de elétrons pela ponte salina (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)</u>
<u>P2 discutiu com eles sobre a ponte salina e a transferência de elétrons pelo fio externo. Além disso,</u>

também discutiu sobre a equação da reação global em uma pilha. Nesse momento eles apresentaram dificuldades em representar as equações e semi-reações. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2016)
P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um <i>feedback</i> sobre o seminário. (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)
P2 utilizou o assunto para discutir com os alunos as diferentes representações das pilhas, dizendo a eles que aquela pilha (de Daniell) virou essa pilha comercial. Durante a discussão, questionou os alunos o que significava a tampa de aço na pilha comercial pensando analogamente a função na pilha de Daniell. Alguns estudantes acharam que era a ponte salina. P2 foi para o quadro e retomou as semi-reações, questionando como saber se estará havendo uma oxidação ou uma redução sem precisar calcular Nox e explicou aos alunos que se houver elétron no produto significa que está havendo perda de elétrons e que isso caracteriza a oxidação, e o processo contrário aconteceria para a redução, em que os elétrons apareceriam no reagente. (P2, Descrição AULA 3 e 4, 2018)
P2 questionou os apresentadores se eles haviam feito pilhas ou baterias e eles responderam que eram pilhas. P2 corrigiu o grupo e explicou o porquê eram baterias e não pilhas. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Observa-se que em 2016, os alunos de P2 demonstraram ter dificuldade em explicar o funcionamento da Pilha de Daniell a partir de uma imagem, indicando os elétrons passando pela ponte salina; bem como em outro momento em que demonstraram ter dificuldades em representar as equações e semi-reações de uma pilha. Provavelmente, P2 verificou esse fato em suas aulas e, por isso, questionou os estudantes exatamente sobre esses pontos.

Em 2018, de maneira análoga, os alunos de P2 demonstraram ter dificuldades em explicar a oxidação e a redução a partir da variação de Nox das espécies envolvidas; bem como de usar corretamente os índices numéricos nas moléculas e as cargas nos íons; ou ainda de diferenciar uma pilha de uma bateria. A partir dessa constatação, P2 explorou as discussões para orientar suas explicações e tentar sanar tais dificuldades dos alunos, conduzindo-os ao aprendizado.

Além disso, em 2018, P2 também explorou o uso do modelo físico da pilha comercial e questionou sobre aquele modelo ter vindo a partir da evolução da pilha de Daniell. Ao

questionar sobre o que a tampa de aço representava na pilha comercial ao pensar analogamente na pilha de Daniell, os estudantes demonstraram dificuldade em converter uma representação em outra e responderam que seria a ponte salina. P2 provavelmente tenha iniciado essa discussão exatamente por saber que os alunos apresentavam essa dificuldade.

Assim, a maior quantidade de indícios desse conhecimento em 2018 juntamente com a ampliação das posturas que se amparam nas dificuldades dos estudantes em aprender eletroquímica conhecidas por P2, aponta para o fato de que seu *Conhecimento da Compreensão dos Alunos* melhorou se comparado a 2016.

Sobre o *Conhecimento das Práticas Científicas* de P2, foi identificado um único indício de mobilização desse conhecimento durante suas aulas, especialmente nas que ocorreram em 2018. O Quadro 67 apresenta o trecho do diário do pesquisador que embasou a análise acerca do conhecimento das práticas científicas apresentado por P2 em 2018.

Quadro 67 - Trecho das aulas de P2 em 2018 e seu conhecimento das práticas científicas

P2 questionou toda a turma sobre o que é galvanoplastia e um aluno respondeu que a energia elétrica é transformada em energia química. P2 refutou a resposta dizendo que isso era muito “decoreba” e que eles precisavam compreender de fato o que isso significava. P2 procurou rapidamente um outro vídeo e mostrou para os alunos o processo de remoção do Au de uma peça para posteriormente realizar a douração de um anel. (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

Fonte: O autor (2018)

É possível verificar que P2 está exercendo seu papel de formar um cidadão crítico, capaz de interpretar os fenômenos do mundo ao seu redor, quando diz aos alunos que não adianta dar respostas prontas que apresentam teorias que foram meramente decoradas, mas que é fundamental que eles consigam compreender o que aquilo significa de fato.

Como nas aulas de 2016 não foram identificados indícios desse conhecimento, os dados apontam para uma melhora no *Conhecimento das Práticas Científicas* por parte de P2.

Em relação ao *Conhecimento das Maneiras de pensar* de P2, foram identificados 2 indícios nas aulas de 2016 e 2 indícios nas aulas de 2018. O Quadro 68 apresenta alguns dos trechos do diário do pesquisador, que embasaram a análise acerca do conhecimento das maneiras de pensar, apresentado por P2 em 2016 e 2018.

Quadro 68 - Trechos das aulas de P1 em 2016 e 2018 e seu conhecimento das maneiras de pensar

Após a apresentação, P2 pediu para os alunos explicarem o funcionamento da célula a partir de um esquema. <u>Depois pediu para eles procurarem um vídeo na internet, para passarem para a turma, pois considerou que o vídeo auxiliaria a turma compreender o funcionamento da célula combustível.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2016)
<u>Os alunos reclamaram que, de uma forma geral, em muitas das aulas de Química eram realizados exercícios e em poucas aulas se tinha explicação. Sugeriram resolver exercícios em sala de aula, com a supervisão do professor. Os alunos afirmaram aprovar o uso dos seminários para aprenderem e serem avaliados no conteúdo de eletroquímica.</u> (P2, Descrição AULA 7 e 8, 2016)
<u>P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox. P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um <i>feedback</i> sobre o seminário.</u> (P2, Descrição AULA 1 e 2, 2018)
<u>P2 questionou o grupo quem era cátodo e o ânodo, bem como a ponte salina, e os alunos responderam que o cobre seria o cátodo, o zinco o ânodo e o suco do limão a ponte salina, pois ele é ácido. P2 perguntou para toda a turma o motivo pelo qual o limão conduz eletricidade e explicou para eles a importância dos íons presentes ali naquela solução, relacionando essa situação a condução elétrica da água do mar.</u> (P2, Descrição AULA 5 e 6, 2018)

Fonte: O autor (2016, 2018)

Os dados revelam que em 2016, P2 levou em consideração seu conhecimento sobre a maneira de seus alunos construírem seus conhecimentos, ao buscar por um vídeo que considerou auxiliá-los no aprendizado sobre o funcionamento de uma célula combustível. Além disso, também em 2016, P2 tomou conhecimento de como os alunos pensavam em relação as estratégias utilizadas em suas aulas, considerando assim o que pode ou não ser eficaz na concepção deles.

Em 2018, os dois indícios desse conhecimento verificados nas aulas estão relacionados as explicações e orientações que P2 precisou dar, por saber que a maneira com que os alunos estavam pensando no conteúdo não era a forma correta.

Como não houve nenhuma mudança significativa no aspecto quantitativo e também qualitativo referentes a esse conhecimento de P2, conclui-se que seu *Conhecimento das Maneiras de Pensar* foi mantido, sem revelar aspectos de melhora.

Com base na análise de todos indícios de conhecimentos apresentados por P2 em 2016 e 2018, é possível criar um parâmetro geral de seu ePCK que representa a comparação temporal de seus conhecimentos, indicando se o houve melhora em seu ePCK. O Quadro 69 sintetiza os resultados sobre a análise dos conhecimentos de P2.

Quadro 69 - Síntese da análise do ePCK de P2 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU	SE MANTEVE
Conhecimento da avaliação	X	
Conhecimento pedagógico		X
Conhecimento do conteúdo	X	
Conhecimento dos alunos		X
Conhecimento curricular	X	
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	
Conhecimento da representação do conteúdo	X	
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	
Conhecimento das práticas científicas	X	
Conhecimento das maneiras de pensar		X

Fonte: O autor (2019)

6.3.4 Considerações sobre o PCK de P2 e os três domínios do PCK

A tentativa de compreender os mecanismos de relação entre o ePCK e o pPCK de P2 é uma análise bastante desafiadora. Aliás, essa dificuldade seria esperada independente do professor investigado, dada a subjetividade e complexidade das situações que envolvem a mobilização e manifestação do PCK de um professor, exigindo do analista uma alta capacidade de interpretação e sistematização. Isso se estende também à discussão acerca de como o cPCK aparece nessas interrelações. Ainda assim, essa compreensão pode trazer importantes contribuições sobre os movimentos acerca do aprimoramento profissional de um professor ao longo de sua carreira.

Neste sentido, o Quadro 70 sintetiza os principais resultados quanto ao desenvolvimento dos conhecimentos de P2 em seu ePCK e pPCK e é a partir dele que serão tecidas algumas reflexões gerais de seu PCK nesses dois domínios e algumas relações com o cPCK.

Quadro 70 - Síntese da análise do pPCK e do ePCK de P2 e seu desenvolvimento

CONHECIMENTOS	MELHOROU		SE MANTEVE	
	pPCK	ePCK	pPCK	ePCK
Conhecimento da avaliação		X	X	
Conhecimento pedagógico	X			X
Conhecimento do conteúdo	X	X		
Conhecimento dos alunos	X			X
Conhecimento curricular		X	X	
Conhecimento das estratégias instrucionais	X	X		
Conhecimento da representação do conteúdo		X	X	
Conhecimento da compreensão dos alunos	X	X		
Conhecimento das práticas científicas		X	X	
Conhecimento das maneiras de pensar	X			X

Fonte: O autor (2019)

É possível observar a melhora dos conhecimentos de P2 no âmbito de seu pPCK (6 de 10 conhecimentos melhoraram) e, principalmente, para seu ePCK (7 dos 10).

No geral, seu conhecimento do conteúdo melhorou tanto no domínio do pPCK como no ePCK, e isso também foi constatado na melhora de seu conhecimento das estratégias instrucionais e conhecimento da compreensão dos alunos. Todos os demais conhecimentos de P2 apresentaram melhoras ao menos em um dos domínios do PCK.

O uso da apresentação de seminários sobre temas escolhidos por P2 é uma de suas principais estratégias para os alunos aprenderem sobre a eletroquímica, bem como para avaliar sua compreensão e identificar suas dificuldades de aprendizagem, em 2016 e 2018. Esse papel central dos seminários em sua abordagem é constatado tanto na forma com que P2 pensa sobre o ensino de eletroquímica respondendo ao CoRe, quanto nas situações práticas, ao desenvolver suas aulas.

O conhecimento do conteúdo apresentado por P2 teve melhoras tanto no domínio do pPCK quanto no ePCK. As 3 ideias/conceitos elencadas no CoRe em 2016 são contempladas em 2018, dentro das 5 ideias/conceitos apontadas como central no ensino de eletroquímica (“Pilhas e seu funcionamento”, “Corrosão”, “Proteção a corrosão”, “Número de oxidação” e “Reações de oxirredução”).

De fato, todos esses conceitos são explorados durante as aulas de P2, apontando para uma transformação eficaz de seu pPCK em ePCK. Embora os temas dos seminários e conteúdos trabalhados nas aulas de 2018 tenham bastante parecidos, verificou-se a abordagem de outros

assuntos como, por exemplo, os cálculos que envolvem corrente, carga e variação de tempo; bem como uma maior ênfase ao trabalho com o número de oxidação.

Os cálculos trabalhados durante as aulas de P2 não fizeram parte das discussões durante o curso de formação continuada, mas a importância do conceito de número de oxidação permeou diversas reflexões no primeiro e segundo encontro. Por isso, possivelmente nesse aspecto haja um movimento $cPCK \rightarrow pPCK \rightarrow ePCK$.

O conhecimento da avaliação apresentado no ePCK de P2 em 2018 ganhou maior notoriedade, uma vez que explorou com maior frequência o uso dos questionamentos e discussões sobre os conteúdos explorados nas apresentações de seminários, bem como passou a incorporar outras ferramentas avaliativas, como ao realizar exercícios juntamente aos alunos e utilizar um jogo didático para que os mesmos pudessem exercitar os cálculos de número de oxidação.

Durante a realização efetiva dos seminários, os questionamentos de P2 são bastante presentes e, aparentemente, além de estimular os estudantes ao aprendizado dos conceitos estudados, essa estratégia potencializa os mesmos para aprenderem a argumentar e organizar melhor suas ideias perante P2 e o restante da turma. Ensinar os alunos a argumentar é permitir que os mesmos desenvolvam habilidades e competências relacionadas a defesa de uma ideia ou opinião, ou ainda de ser capaz de justifica-las, algo tão importante na sociedade atual (COSTA, 2008).

É importante salientar que na última aula de P2 em 2016 (AULA 7 e 8) foi realizada uma avaliação geral sobre as aulas, em que os próprios alunos deram *feedbacks* e apontaram a necessidade de realizar mais exercícios junto com P2 durante as aulas. Logo, o uso dos exercícios pode significar um movimento de desenvolvimento do ePCK de P2 a partir do ciclo de raciocínio pedagógico (planejar, ensinar, refletir), fazendo com que sua prática seja reorganizada a partir dos resultados dos estudantes. Possivelmente, isso também tenha influenciado o pPCK de P2, embora não tenha sido constatado de forma contundente em suas reflexões no CoRe. Por isso, possivelmente haja um movimento $ePCK \rightarrow pPCK \rightarrow ePCK$ nessa melhora de suas aulas.

Nessa perspectiva, a postura de P2 parece refletir de fato o entendimento que se tem acerca do próprio PCK, de que seja um:

atributo pessoal do professor, considerando dois aspectos: o conhecimento básico de um tópico e o seu ensino em ação. Esse conhecimento é resultado do raciocínio, do planejamento para ensiná-lo e da forma de ensinar um tema particular, de uma maneira particular, por razões também particulares, para atingir a melhor aprendizagem de um

grupo particular de estudantes” (GESS-NEWSOME e CARLSON, 2013, p. 16, tradução CORTES JÚNIOR e SÁ, 2017).

Logo, ao refletir sobre seu ensino e receber uma contribuição dos próprios alunos, P2 passa a planejar e explorar seu ensino de uma forma diferente, a fim de melhorar a aprendizagem daquele grupo específico de estudantes.

A utilização do jogo didático nas aulas de P2 parece atender uma de suas necessidades explicitada durante o curso de formação continuada. Ao responder sobre quais as dificuldades de seus alunos em eletroquímica já haviam sido verificadas, P2 afirmou que:

Entender o número de oxidação dos elementos, provavelmente por não terem entendido direito sobre o raio atômico e eletronegatividade e não conseguirem relacionar esses conceitos ao Nox. [...] (P2, Tarefa – atividade à distância, 2017)

Logo, percebe-se uma influência que o curso de formação continuada teve na maneira de organizar suas aulas, uma vez que essa estratégia foi conhecida por P2 durante a vivência em seu grupo de especialistas, em que realizou as seguintes atividades: 1) Experimento “cristais de prata”; 2) Experimento “deposição do cobre”, 3) História em quadrinhos, e 4) Música “rap da pilha” e 5) Jogo QUIMICO-Nox. A utilização desse recurso demonstra um movimento no desenvolvimento profissional de P2, que vai do PCK coletivo para seu próprio PCK (cPCK → pPCK → ePCK).

Durante a vivência das atividades em seu grupo de especialistas, os professores foram convidados a refletir e discutir se as estratégias teriam potencial para serem utilizadas com ou sem adaptações durante as aulas de cada professor, considerando seu particular contexto. Em relação as atividades vivenciadas em seu grupo de especialistas, P2 argumentou que:

Sim, não faria adaptações. O jogo do mico (Nox) usaria após a explicação, como atividade para treinar o cálculo do Nox, sendo uma alternativa ao uso de uma lista de exercícios. A atividade da palha de aço com sulfato de cobre eu faria e também usaria a variação com prego no lugar da palha de aço e explicaria cinética com base na superfície de contato. Faria a deposição de cobre, mas antes, faria experimentos das pilhas de Daniell e/ou de o experimento usando os legumes, e explicaria a diferença de pilhas e eletrólise. Não sei se usaria o cobre em nitrato de prata devido a prata. (P2, Questão 1-Grupo de especialistas-Encontro 2, 2017)

Dentre as atividades elencadas, apenas o jogo didático foi de fato utilizado durante as aulas de P2 em 2018. O uso do jogo didático também está relacionado ao desenvolvimento do conhecimento das estratégias instrucionais de P2, que apresentou melhoras tanto no pPCK, como no ePCK.

Sobre esse conhecimento, especialmente quanto aos recursos utilizados nas aulas, verificou-se que, em 2016, P2 propôs a apresentação de seminários sobre eletroquímica,

utilizou questionamentos durante os seminários e a explicou no quadro sobre conceitos apresentados; enquanto que em 2018, passa a considerar, além dessas estratégias, o uso do jogo didático para os alunos aprenderem sobre cálculo de número de oxidação, bem como inclui a realização de exercícios e explora a discussão acerca do funcionamento e composição das pilhas comerciais a partir de um modelo físico.

Nesse sentido, é possível constatar novamente um movimento cPCK → pPCK → ePCK, em que uma atividade desenvolvida durante o curso de formação continuada foi incorporada à atuação de P2 em suas aulas de eletroquímica. Cabe salientar que a atividade utilizando o modelo físico da pilha não foi vivenciada por P2 em seu grupo de especialistas e, por isso, nesse movimento cPCK → pPCK → ePCK também existe a fundamental ação do trabalho cooperativo a partir do compartilhamento das atividades e aprendizados entre os professores ao retornarem para seu grupo de base.

A utilização de um modelo físico que permite os alunos conhecerem os componentes de uma pilha e pensarem sobre a função de cada um deles é bastante importante no aspecto de como o conteúdo está sendo apresentado e representado. Em relação a representação das pilhas, por exemplo, existem diversas formas e modelos para entender seu funcionamento e, muitas vezes, os estudantes podem não conseguir fazer a transposição das explicações e conceitos eletroquímicos de um modelo para outro. Ou seja, na representação da pilha de Daniell o estudante pode conseguir identificar – quando conseguem - o cátodo, o ânodo, as reações de oxidação e redução, a ponte salina, o fio condutor e o fluxo de elétrons, entre outros componentes e processos; e em uma pilha comercial não ser capaz de perceber todos esses conceitos e explicar corretamente os fenômenos, relacionando-os as equações químicas de oxidação e redução.

Nessa perspectiva, é de fundamental importância para o PCK de um professor, que o mesmo tenha conhecimento e valorize as concepções prévias de seus alunos, sendo capaz de perceber como seus estudantes aprendem, bem como suas habilidades e a forma com que se interessam e, a partir disso, poder dar maior sentido e significado ao que está sendo ensinado e como está sendo ensinado (ROLLNICK et.al, 2008).

A discussão sobre as dificuldades que os estudantes possuem em eletroquímica, realizada no grupo de base principal (que P2 participou) durante o curso de formação continuada, também colaboraram com esse argumento, uma vez que, segundo o grupo, a principal dificuldade é a de que os “Estudantes não conseguem identificar o ânodo e o cátodo em uma célula eletroquímica”.

Nesse sentido, mais uma vez, a atividade vivenciada durante o curso de formação continuada, e compartilhada com os demais professores no grupo de base, parece vir ao encontro de uma necessidade de P2 que, em 2016, argumentou sobre as dificuldades de seus alunos em eletroquímica:

Talvez na representação do funcionamento dos diversos tipos de pilhas, uma vez que da pilha de Daniell até os outros tipos de pilha tudo vai ficando mais complexo (quem é o cátodo, quem é o ânodo, as reações, etc.). Acho que se pudesse abrir as pilhas para que os alunos visualizassem suas partes ao invés de só olharem desenhos, seria um ganho nas aulas (P2, Questão 4 CoRe-Entrevista, 2016).

Especialmente nas aulas de ciências, os conceitos prévios dos estudantes devem ser considerados, trazidos e explorados no espaço da sala de aula, uma vez que a construção de conhecimentos se dá de forma pessoal ao aluno que de maneira espontânea irá compreender os conceitos e fenômenos estudados, mas que também poderá ter influência de suas próprias ideias prévias sobre os mesmos (DRIVER, 1988).

Assim, o uso do modelo de pilha nas aulas de P2, que levou em consideração as dificuldades de seus alunos, também reflete diretamente o desenvolvimento de seu ePCK em 2018, em especial a melhora de seu conhecimento da representação do conteúdo.

Giere (1999) discute que os modelos utilizados no ensino de ciências podem ser considerados como entidades representacionais utilizadas para simbolizar fenômenos ou aspectos do mundo e que podem ser físicos ou não. Nessa perspectiva, Justi (2006) complementa a ideia ao discutir que os modelos podem ser considerados como representações mentais pelas quais os cientistas raciocinam e possuem como principal função a de representar esse raciocínio e/ou o que se passa pelo pensamento humano, auxiliando na simplificação e visualização de fenômenos e/ou entidades abstratas.

Ainda sobre o conhecimento da representação do conteúdo, também se verificou melhora do ePCK de P2 uma vez que em suas aulas foram explorados aspectos observáveis dos fenômenos estudados (com os experimentos demonstrativos e vídeos), aspectos representacionais por meio das reações químicas envolvidas (com os slides, explicações e discussões no quadro, uso do modelo de pilha e jogo didático) e os aspectos teóricos, com as explicações e teorias que explicam os comportamentos observados (com os slides, explicações e discussões no quadro).

Em relação ao conhecimento dos alunos e conhecimento da compreensão dos alunos também foi possível observar uma melhora de seu pPCK. Em 2018, P2 demonstrou ter maior conhecimento em sua reflexão no CoRe, ao discutir sobre os conceitos estudados na

eletroquímica e sua aplicabilidade e importância na vida dos alunos, bem como ao comentar de maneira mais sólida sobre as dificuldades dos mesmos no aprendizado da eletroquímica.

Nesse sentido, enquanto em 2016, apenas uma resposta do CoRe trouxe aspectos que consideravam dificuldades dos estudantes em eletroquímica, em 2018 o mesmo ocorreu em cinco respostas. Dentre elas, P2 apontou que os alunos possuem dificuldades em a) saber a função da ponte salina e a questão da neutralidade elétrica, que sem a ponte salina a pilha não vai funcionar, e b) Dificuldade em observar o Nox variando e identificar o próprio Nox das espécies.

Hanze e Barendsen (2019) também perceberam uma modificação significativa nas respostas dos alunos que participaram de um curso, de modo que ao final as descrições e reflexões passaram a dar maior atenção às dificuldades de aprendizagem e progresso. Neste sentido, constataram a melhora em um componente do pPCK.

As dificuldades apontadas por P2 refletem aspectos discutidos entre os professores no curso de formação continuada quando, no primeiro encontro, discutiram em seus grupos de base sobre algumas dificuldades dos estudantes em eletroquímica abordadas na literatura e também compartilharam algumas que verificaram durante suas aulas. Logo, possivelmente houve alguma influência dessas discussões na melhora dos conhecimentos de P2, já que em 2016 as mesmas não haviam sido apontadas no CoRe. Esse movimento de cPCK → pPCK pode ser verificado tanto para o conhecimento dos alunos como para o conhecimento da compreensão dos alunos.

Além dessa influência, é possível que as próprias aulas de P2 (em 2017, por exemplo) tenham contribuído para a melhora desses conhecimentos e há de se considerar a provável influência no movimento ePCK → pPCK de 2016 para 2018.

Durante o curso de formação continuada, P2 respondeu, entre o primeiro e segundo encontro, um fórum geral (atividade à distância) em que após ler um texto sobre as dificuldades de estudantes no aprendizado em eletroquímica, de Caramel e Pacca (2011), deveria ressaltar os principais aspectos que lhe chamaram a atenção na leitura e sua resposta está relacionada com a discussão acima. Para P2:

Dois aspectos do estudo da Eletroquímica me chamaram a atenção: 1) a dificuldade de entendimento do papel da ponte salina numa pilha e; 2) a falta de relação entre a disciplina de física com o assunto eletricidade. A primeira é um ponto que sempre discuto muito com os alunos em sala, na seguinte metodologia: dividimos os temas de eletroquímica em grupos para serem apresentados seminários com experimentos. Os grupos explicam sobre pilha de Daniell, experimentos com pilhas e baterias experimentais, e a seguir, pilhas e baterias convencionais do cotidiano. Em cada um desses seminários, peço para os alunos mencionarem quais são as partes da pilha de

Daniell que identificam nessas pilhas e baterias convencionais, isto é, cátodo, ânodo, ponte salina, condução elétrica (papel do fio de cobre). No segundo ponto, foi uma dica para fazer uma ligação da eletroquímica com o estudo da eletricidade na disciplina de física, pois estamos propondo um curso de Proeja em minha instituição e queremos fazer um currículo integrado para abordar assuntos de uma forma diferente. A ideia é começarmos a integrar as disciplinas no proeja e depois os ganhos para o ensino médio integrado futuramente. (P2, Resposta fórum geral, 2017)

Conhecer as concepções prévias dos alunos é um aspecto fundamental do PCK de um professor e pode contribuir diretamente em sua transformação do conhecimento científico para o conhecimento escolar. Espinoza et. al (2009) argumenta que o professor precisa possuir um determinado vínculo com o conhecimento escolar, a fim de poder interpretar as maneiras pelas quais o estudante irá aprender.

No entanto, tomar real consciência sobre as concepções e pensamentos dos estudantes não é algo tão simples, inclusive para professores considerados experientes (DE JONG et. al, 1995).

Ainda sobre o conhecimento da compreensão dos alunos, P2 mostrou melhora também em seu ePCK, de modo que suas intervenções durante as aulas se ampararam no conhecimento que P2 tinha sobre as dificuldades dos estudantes como, por exemplo, ao discutir com sua turma sobre o modelo de pilha e a relação dos componentes deste modelo com as partes que compõem o modelo na pilha de Daniell; sobre determinar oxidação e redução a partir da variação de Nox das espécies envolvidas; ou sobre diferenciar uma pilha de uma bateria. Diante disso, verifica-se um movimento cPCK → pPCK → ePCK, pois essas dificuldades foram discutidas no curso de formação continuada com os demais professores e depois passaram a fazer parte da forma que P2 pensa o ensino de eletroquímica, consolidando-se em sua prática na sala de aula.

Goes (2018) constatou que, de modo semelhante, os participantes de um curso tiveram melhora em sua compreensão sobre as dificuldades e concepções dos estudantes, uma vez que ao final do curso aumentaram os segmentos verificados sobre as dificuldades específicas do conteúdo, enquanto que as dificuldades consideradas gerais diminuiram.

De um modo geral, as aulas de P2 em 2018 se assemelham apenas em alguns aspectos às aulas planejadas pelo grupo de base principal durante o curso de formação continuada, do qual P2 fazia parte.

As principais semelhanças são relacionadas aos objetivos almejados pelas aulas planejadas no grupo de base principal (Diferenciar oxidação de redução; apresentar pilhas e baterias; revisar o conteúdo necessário para a compreensão do número de oxidação; compreender Nox através do jogo QUIMICO-Nox; e avaliar a aprendizagem sobre o conteúdo) que também norteiam a prática de P2 em suas aulas.

Além disso, a maior ênfase ao conceito do número de oxidação e o uso do jogo QUIMICO-Nox também são semelhanças observadas entre o planejamento coletivo e as aulas de P2 observadas em 2018.

Dentre as principais diferenças, os conteúdos abordados durante as aulas de P2 vão bastante além daqueles previstos no planejamento da sequência de ensino do grupo de base principal, em que os assuntos ficaram em um âmbito mais simplificado na abordagem conceitual, tanto em quantidade quando em aprofundamento.

O sequenciamento dos conteúdos e atividades propostas para as aulas também não são semelhantes, com exceção da aula sobre número de oxidação e o uso do jogo QUIMICO-Nox, que seguem semelhantes a proposta do grupo.

Embora sejam constatadas semelhanças e diferenças, pode-se afirmar que existe influência desse planejamento coletivo e do curso de formação continuada nas aulas desenvolvidas por P2 em 2018, mas que existe a necessidade de adaptação de alguns aspectos do planejamento conforme a realidade de cada professor e contexto escolar.

Durante a entrevista realizada em 2018, P2 refletiu sobre as principais mudanças em sua abordagem, ao avaliar de um modo geral sua forma de trabalhar com a eletroquímica após o ter participado do curso de formação continuada. Segundo P2:

Incluí aquele joguinho de Nox, né? Além dos exercícios, e acho que foi, basicamente, isso. Aquele modelo de pilha também e aquela tabela sobre a pilha que eu acabo esquecendo de levar, mas a gente deve ter pronto o espaço do laboratório, agora, para química o ano que vem; Química, Física e Matemática. A ideia é que a gente dê as aulas lá e eu quero deixar esses materiais lá. (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 5 CoRe-Entrevista, 2018).

Durante a entrevista, P2 também disse que participar do curso de formação continuada foi ótimo e argumentou sobre o que foi mais importante para sua prática docente, o que utiliza em suas aulas e o que ainda pretende utilizar. Para P2:

Foi bem legal porque eu consegui entrar em contato com outras pessoas que também dão aula, e saber um pouco mais da realidade de quem dá aula desse assunto, porque até então, era só eu aqui na escola, né? E eu não tive muita vivência de aula para o ensino médio. Então, foi bem importante para eu poder fazer esse comparativo e tal. Algumas das coisas eu uso nas minhas aulas, por exemplo: o modelo da pilha. O que foi abordado de experimento, assim, eu ainda não usei, mas já serviu como exemplos para depois, com o nosso novo laboratório, né? Eu senti um pouco mais de falta da gente trocar mais experiências. Eu queria saber o que os outros professores estavam fazendo, de fato, em sala de aula. Como eles abordavam isso, né? Para entender mais da prática de cada um [...] eu fico até meio assim, de pedir, de ficar solicitando as coisas, porque eu sei que a vida deles de professor no estado é mais corrida ainda, né? Então, acabei não fazendo, assim, contato, mas eu tinha vontade de ver, mais assim, tudo o que eles fazem. (P2, Transcrição de trecho da Resposta Questão 4 CoRe-Entrevista, 2018).

O curso de formação continuada trouxe diversas contribuições para P2, tanto na maneira de pensar quanto na de efetivar sua prática na sala de aula, especificamente quanto ao ensino de eletroquímica. Cabe salientar, que assim como para P1 o conhecimento das estratégias instrucionais e da compreensão dos alunos tiveram destaque nesse desenvolvimento e isso era esperado de certa maneira, uma vez que foram aspectos bastante centrais nas atividades realizadas durante o curso de formação continuada.

De um modo geral, P2 melhorou todos os seus conhecimentos (conhecimento da avaliação; conhecimento pedagógico; conhecimento do conteúdo; conhecimento dos alunos; conhecimento curricular; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da representação do conteúdo; conhecimento da compreensão dos alunos; conhecimento das práticas científicas; e conhecimento das maneiras de pensar). Alguns destes conhecimentos tiveram melhoras especificamente no domínio do pPCK (conhecimento pedagógico; conhecimento do conteúdo; conhecimento dos alunos; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da compreensão dos alunos; e conhecimento das maneiras de pensar), enquanto que outros conhecimentos também/apenas melhoraram no domínio do ePCK (conhecimento da avaliação; conhecimento do conteúdo; conhecimento dos alunos; conhecimento das estratégias instrucionais; conhecimento da compreensão dos alunos; conhecimento das maneiras de pensar). O fato de mais conhecimentos terem sido desenvolvidos no ePCK do que no pPCK pode sugerir que, embora o modo de pensar o ensino de eletroquímica de P2 tenha também melhorado, não foram fornecidos indícios suficientes durante as entrevistas que permitissem de fato constatar isso.

Da mesma maneira que se verificou para P1, o curso de formação continuada mostrou ter contribuído para o desenvolvimento de P2. Entretanto, os processos de desenvolvimento de cada um foram percebidos de maneiras diferentes e em intensidades diferentes.

Diante disso, concordamos com Trujillo (2017) de que:

O desenvolvimento do PCK não é um processo homogêneo; cada professor apresenta características próprias que podem influenciar o desenvolvimento deste conhecimento, relacionadas com suas necessidades, expectativas de formação, desenvolvimento cognitivo, profissional e pessoal, que são diferentes para cada professor.

Assim, reafirma-se a importância de iniciativas na formação continuada de professores como uma das alternativas no desenvolvimento profissional dos mesmos e como possibilidade de estudos futuros que apontem melhores configurações de programas formativos e estratégias eficazes que contribuam diretamente na melhoria do ensino de Química.

7. CONCLUSÕES

A presente pesquisa permitiu investigar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de dois professores de Química acerca do conteúdo de eletroquímica antes e depois de participarem de um curso de formação continuada, buscando alguns indícios que sinalizassem o desenvolvimento desse PCK a partir do que foi desenvolvido durante o curso.

A análise dos dados foi realizada a partir da documentação do PCK de cada professor utilizando os componentes da base de conhecimentos profissionais do professor (conhecimento da avaliação, conhecimento pedagógico, conhecimento do conteúdo, conhecimento dos alunos, e conhecimento curricular) e dos conhecimentos profissionais específicos de um tópico (conhecimento das estratégias instrucionais, conhecimento da representação do conteúdo, conhecimento da compreensão dos alunos, conhecimento das práticas científicas, conhecimento das maneiras de pensar) elencados pelo Modelo Consensual (CM) e a discussão desses dados tomou como base para as categorias os três domínios do PCK propostos no Modelo Consensual Refinado (RCM), o PCK em ação (ePCK), o PCK pessoal (pPCK) e o PCK coletivo (cPCK).

Os professores participaram de entrevistas e responderam ao instrumento CoRe, bem como foram acompanhados durante suas aulas de eletroquímica, no ano de 2016 e 2018. O curso de formação continuada ocorreu em 2017.

Os resultados demonstraram que os dois sujeitos da pesquisa apresentaram melhoras nos seus conhecimentos, tanto no domínio do pPCK quanto no domínio do ePCK. A melhora foi verificada com maior intensidade para P2 do que para P1.

O conhecimento das estratégias instrucionais e conhecimento da compreensão dos alunos foram os que mais se evidenciaram no desenvolvimento profissional de P1 e P2, uma vez que em ambos os casos se constatou melhoras no domínio do pPCK e do ePCK. Essa melhora está bastante relacionada à participação dos professores no curso de formação continuada, apontando para a influência do cPCK local construído com o grupo de professores na maneira com que P1 e P2 passaram a pensar sobre o ensino de eletroquímica e atuar durante suas aulas em 2018.

A melhora de outros conhecimentos também está relacionada a atividades e discussões realizadas no curso de formação continuada, como o conhecimento da avaliação, conhecimento do conteúdo, conhecimento dos alunos, conhecimento da representação do conteúdo, e conhecimento das maneiras de pensar. Mas, essa melhora ocorreu de maneiras distintas para P1 e P2, bem como para qual domínio foi constatada essa influência do cPCK.

O curso de formação continuada foi consolidado com sucesso, após intensas buscas para a construção dos materiais a serem discutidos com os professores, bem como com os cuidados na estruturação do mesmo, seguindo os princípios da aprendizagem cooperativa. Cabe ressaltar que os demais professores participantes do curso também contribuíram de alguma forma com o desenvolvimento de P1 e P2, bem como se beneficiaram da participação e da experiência de P1 e P2, sinalizando para uma contribuição do curso de formação continuada que não se limita aos sujeitos investigados.

O Modelo Consensual Refinado (RCM) trouxe importantes contribuições para este trabalho, especialmente ao diferenciar os três domínios do PCK, permitindo que nosso olhar identificasse a construção dos conhecimentos que o compõem na perspectiva coletiva do grupo de professores durante o curso de formação continuada, bem como na perspectiva individual de cada sujeito investigado, especialmente em um âmbito mais teórico de como cada professor pensava sobre o ensino de eletroquímica, como também em uma dimensão prática sobre como o professor mobiliza seus conhecimentos durante sua atuação nas aulas.

O Modelo Consensual (CM) que antecede a proposição do RCM contribuiu para a análise no sentido de subsidiar quais componentes consolidariam o corpo do PCK desses professores. No entanto, se por um lado o modelo trouxe esses aspectos positivos, por outro, sua proposição parece confusa em alguns momentos em que as compreensões sobre os componentes dos conhecimentos básicos e específicos de um professor se confundem ou até mesmo se sobrepõem.

De um modo geral, este estudo trouxe importantes contribuições sobre o uso de programas de formação continuada como possibilidade de auxiliar os professores no desenvolvimento de seu conhecimento e aprimoramento profissional. Em especial, notou-se que, embora o processo de desenvolvimento em si seja algo particular de cada professor e não siga um mesmo padrão, para ambos os investigados houve melhora de seus conhecimentos.

Além disso, verificou-se que a ação de transformar o pPCK em ePCK pode representar um desafio, dada sua complexidade, fazendo com que nem sempre o professor seja capaz de realizar essa mobilização de seus conhecimentos na prática da sala de aula, ou então, que esse processo possa ser mais demorado do que se imagina. Nesse sentido, acredita-se que os professores necessitam de maior acompanhamento e/ou participação contínua em grupos de formação continuada para que sejam auxiliados nesse processo e possam discutir coletivamente, compartilhar experiências e traçar caminhos por meio do trabalho cooperativo, permitindo assim que seu desenvolvimento se dê de uma maneira mais efetiva e rápida.

Ademais, dessa investigação, ficam alguns questionamentos acerca do processo de desenvolvimento profissional de professores e os diferentes domínios do PCK: 1) Por quais mecanismos ocorre a mobilização do pPCK de um professor e sua transformação em ePCK? 2) O que faz com que um professor atue durante suas aulas, em relação à manifestação de seu ePCK, de uma maneira diferente daquela que ele julga ser a melhor ou mais eficaz, conforme seu pPCK? 3) Como os resultados dos estudos envolvendo a relação entre cPCK, pPCK e ePCK podem se transformar em iniciativas de políticas públicas relacionadas à proposição de novos programas de formação de professores, seja no âmbito da formação inicial ou da formação continuada? 4) Qual a efetividade dos atuais programas de formação inicial de professores na consolidação de um cPCK e como este domínio influencia na construção do pPCK e ePCK dos licenciandos?

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.; BEJARANO, N.; HOHENFELD, D. O conhecimento físico na formação de professores do Ensino Fundamental I. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, p. 23-42, 2013.
- ACAR, B.; TARHAN, L. Effect of cooperative learning strategies on students' understanding of concepts in electrochemistry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 5, p.349-376, 2007.
- AHTEE, M. ASUNTA, T., PALM, H. Student Teachers Problems in teaching electrolysis with a key demonstration. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**. v.3, n.3, p. 317-326, 2002.
- AIRES, J. A.; LAMBACH, M. Contextualização do ensino de química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.1, 2010.
- ANDRADE, D. A.; FERNANDEZ, C. Knowledge Base For Chemistry Teachers Evaluated In Brazilian Selection Exams. In: European Science Education Research Association, 2018, Dublin. Finlayson, O., McLoughlin, E., Erduran, S., & Childs, P. (Eds.), **Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference**. Research, Practice and Collaboration in Science Education. Dublin, Ireland:: Dublin City University, 2018. v. 13. p. 1650--1659.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **A pesquisa no cotidiano escolar**. In: FAZENDA, I. (Org.). Metodologia da pesquisa educacional. 6. ed. São Paulo: Cortez, p. 35-45, 2000.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de Caso em Pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.
- ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista - Química**, 2ed, São Paulo: SM, 2013.
- ARNAUD, A. A. **A construção do conteúdo de reações redox em livros didáticos da educação básica**. 2019. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2019.
- ARONSON, E.; PATNOE, S. **The Jigsaw classroom**. 2ed. Nova Iorque: Longman, 1997.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 223p., 2004.
- BARKE, H.D., HAZARI, A., YITBAREK, S. **Misconceptions in Chemistry**. Berlim: Springer, 2009.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. **Revista Química Nova na Escola**, v.39, n.1, p.52-58, 2017.
- BAXTER, J. A.; LEDERMAN, N. G. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examining**

pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 147-161, 1999.

BEN-ZVI, R.; EYLON, B.; SILBERSTEIN, J. Student's visualization of a chemical reaction, **Education in Chemistry**, v. 17, p. 117-120, 1987.

BIDEGÁIN, N. U. **El aprendizaje cooperativo**. Pamplona: Departamento de Educación y Cultura de Navarra, 1999. Disponível em: <http://dpto.educacion.navarra.es/publicaciones/pdf/apr_coop.pdf>

BOGDAN, R. e BIKLEN, S.K. **Qualitative Research for Education**. Boston, Allyn and Bacon, inc., 1982.

BONOTTO, D. M. B. Educação ambiental e Educação em Valores em um programa de formação continuada docente. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 313-336, 2008.

BORGES, P. B. P. **Formação continuada de professores: uma revisão da literatura em trabalhos publicados de 2005 a 2015**. Trabalho de conclusão de curso, Licenciatura em Ciências Exatas – Química, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2016.

BRAIBANTE, M. E. F.; WOLMANN, E. M.A Influência do PIBID na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM. **Química Nova na Escola**. Vol. 34, Nº 4, p. 167-172, 2012.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 02/2015**, de 1º de julho de 2015. 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. 2015. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n.1, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. 2002. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res1_2.pdf

BRASIL. **Decreto nº 6.755, de 29 de janeiro de 2009**. Institui a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, disciplina a atuação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES no fomento a programas de formação inicial e continuada, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília: Casa Civil da Presidência da República. 2009a. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6755.htm

BRASIL. **Portaria Normativa n. 9, de 30 de junho de 2009**. Institui o Plano Nacional de Formação dos Professores da Educação Básica no âmbito do Ministério da Educação. Diário Oficial da União. Brasília: Casa Civil da Presidência da República. 2009b. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/port_normt_09_300609.pdf

- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BALLERINI, K. J. **Características da base de conhecimentos de Professores no ensino de biologia celular a partir de um Curso de formação continuada**. 2014. 252 f. (Dissertação Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2014.
- BONARDO, J. C.; FERNANDEZ, C. Contribuições do processo de reflexão crítica para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de uma professora de Química. In: Amélia Lopes; Maria Auxiliadora da Silva Cavalcante; Dalila Andrade oliveira; Álvaro Moreira Hipólito. (Org.). **Trabalho Docente e Formação: Políticas, Práticas e Investigação: Pontes para a mudança**. 1ed.Porto: CIIE, 2014, v. 1, p. 5328-5353.
- BUESO, A.; FURIÓ, C.; MANS, C. Interpretación de las reacciones de oxidaciónreducción por los estudiantes. Primeros resultados. **Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 3, p. 244-250, 1988.
- CAAMAÑO, A. **La enseñanza y el aprendizaje de la química**. In: JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Coord.) et al. *Enseñar Ciencias*. Barcelona: GRAÓ, 2007, p. 95-118.
- CAMPOS, F C. A.; SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S.; SANTOS, N. **Cooperação e aprendizagem on-line**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.
- CARMEL, N. J. C.; 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, abr, 2011.
- CARLSON, J.; DAEHLER, K. R. **The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Singapura: Springer, 2019.
- CARRIERO, M. D. **Impacto da utilização de atividades experimentais no ensino de eletroquímica: estudo de caso**. 2018. 133f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em processos de ensino, gestão e inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara – SP, 2018.
- CARVALHO, A M. P. **O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos 90**. In: XI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Atas. Rio de Janeiro: UFF, 1995.
- CARVALHO, F. V. **Pedagogia da cooperação: uma introdução à metodologia da aprendizagem cooperativa**. 1. Ed. Imprensa universitária adventista: Engenheiro Coelho – SP, 2000.
- COCHITO, M. I. S. **Cooperação e aprendizagem: educação intercultural**. Lisboa: ACIME, 2004.

- COCHRAN, K.F., DERUITER, J.A., KING, R.A., Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation. **Journal of Teacher Education**, v. 44, n.15 p. 263-272, 1993.
- CORIO, P; FERNANDEZ, C. Teaching Chemistry in Brazil. In: Björn Risch. (Org.). **Teaching Chemistry around the world**. 1ed.Berlim: Waxmann Verlag GMBH, 2010, v. 1, p. 45-66.
- CORTES JÚNIOR, L. P.; SÁ, L. P. Conhecimento pedagógico do conteúdo no contexto da educação ambiental: uma experiência com mestrands em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v.19, p.1-22, 2017.
- COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 46, v. 5, p. 1-8, 2008.
- CRISPIM, C. das. V. **O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de licenciandos em química: uma experiência baseada na produção de sequências didáticas**. Dissertação de mestrado (Educação em ciências) da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, 138p., 2016.
- DE JONG, O., ACAMPO, J., VERDONK, A. Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. in J. K. GILBERT, O. DE JONG, R. JUSTI, D. F. TREAGUST, J. H. van DRIEL, eds., **Chemical Education: towards research-based practice**, Dordrecht: Kluwer, p. 317-337, 2002.
- DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A. Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v.32, n.10, p.1097-1110, 1995.
- DE JONG, O., TREAGUST, D. The teaching and learning of electrochemistry, in J. K. GILBERT, O. DE JONG, R. JUSTI, D. F. TREAGUST; J. H. van DRIEL, eds., **Chemical Education: towards research-based practice**, Dordrecht: Kluwer, p. 317-337, 2002.
- DE JONG, O., VAN DRIEL, J. H. The Development of Prospective Teachers' Concerns about Teaching Chemistry Topics at a Macro-micro-symbolic Interface. In BEHRENDT, H.; DAHNCKE, H.; DUIT, R.; GRÄBER, W.; KOMOREK, M.; KROSS, A.; REISKA, P. (Eds.), **Research in Science Education - Past, Present, and Future**. Dordrecht: Springer Netherlands, (2001).
- DE JONG, O.; VEAL, W; VAN DRIEL, J. H. Exploring chemistry teachers' knowledge base. In GILBERT, J. K.; DE JONG, O.; JUSTI, R.; TREAGUST, D. F.; VAN DRIEL, J. H. (Eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., & PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- DEMO, P. **Ser professor é cuidar que o aluno aprenda**. Porto Alegre: Mediação, 2005.

- DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n.2, p. 109-120. 1988.
- DUARTE, C. **Uma análise de procedimentos de leitura baseada no paradigma indiciário**. Dissertação (Mestrado em Lingüística) — Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas, 166f, 1998.
- ECHEVERRÍA, A. R., & ZANON, L. B. (org.). **Formação superior em Química no Brasil**. Ijuí: Editora Unijuí. 272 p, 2010.
- ECHEVERRÍA, A. R.; BELISÁRIO, C. M. Formação inicial e continuada de professores com núcleo de pesquisa em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, 2008.
- ECQ5717. Reações de Óxido Redução e seu ensino: conteúdo, dificuldades e possibilidades Referências utilizadas na disciplina de Pós Graduação pelo Programa Interunidades em Ensino de Ciências. Ministrantes: Carmen Fernandez e Sílvia Gostinho. Oferecimento em 2015.
- EILKS, I.; PRINS, G.T.; LAZAROWITZ, R. How to organize the chemistry classroom in a student-active mode. In: EILKS; I., HOFSTEIN, A. **Teaching Chemistry a Studybook**, Rotterdam: Sense Publishers, 183-212, 2013.
- ESPINOZA, A.; CASAMAJOR, A.; PITTON, E. **Enseñar a leer textos de ciencias**. Buenos Aires: Paidós, 2009.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p.161-168, 2010
- FENSTERMACHER, G.D. The knower and the known: the nature of knowledge in research on teaching. **Review of Research in Education**, v.20, p.3-56, 1994.
- FERNANDEZ, C. PCK - **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores**. Atas do VIII ENPEC, Campinas-SP, 2011.
- FERNANDEZ, C. Teaching Chemistry in Brazil: one country, many realities. In: Markic, S.; Eilks, I.; di Fuccia, D.; Ralle, D.. (Org.). **Issues of Heterogeneity and Cultural Diversity in Science Education and Science Education Research**. 1ed.Aachen: Shaker Verlag, 2012, v. 1, p. 107-119.
- FERNANDEZ, C. A base de conhecimentos para o ensino e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de Química. **Tese de Livre Docência**, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 197p., 2014a.
- FERNANDEZ, C. Knowledge base for teaching and Pedagogical Content Knowledge (PCK): some useful models and implications for teachers'training. **Problems of Education in the Twenty First Century**, v.60, p.79-100, 2014b.

- FERNANDEZ, C. Revisitando a Base de Conhecimentos e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Ensaio**, v.17, n.2, p.500-528, 2015.
- FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 205-224, 2018.
- FERNANDEZ, C.; GOES, L. F. Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. In: Andoni Garritz; Silvio Fernando Daza Rosales; María Gabriela Lorenzo. (Org.). **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**. 1ed. Saarbrücken, Alemanha: Editorial Académica Española, v.1, p.65-99, 2014.
- FERNANDEZ, C.; LOPES, J. G. S.; BONARDO, J. C. In-service chemistry teachers reflection: a metacognitive experience. In: Berndt Ralle; Ingo Eilks. (Org.). **Promoting Successful Science Education - The worth of Science Education**. 1ed.Aachen: Shaker Verlag, 2008, v. 1, p. 145-154.
- FONSECA, C. V.; SANTOS, F. M. T. Educação química, formação e trabalho docente: revisão de pesquisas brasileiras (2002-2015). **Investigações em Ensino de Ciências**. v.21, n.2, p. 179-199, 2016.
- FONSECA, M. R. M. da. **Química**, 1ed. São Paulo: Ática, 2013.
- FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P. da; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Revista Química Nova na Escola**, v.33, n.4, p.216-222, 2011.
- FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidorredução: influências da formação inicial. **Educación Química**, v. XXV, p. 312-324, 2014.
- FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. A base de conhecimentos dos professores, a reflexão e o desenvolvimento profissional: um estudo de caso a partir da escrita de diários de aula por estagiários de professores de Química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP-INEP**, v. 96, p. 359-379, 2015.
- FREIRE, M. da S.; SILVA JÚNIOR, C. N. da; SILVA, M. G. L. da. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, 2011.
- FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 5ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1982.
- FREITAS, L. V.; FREITAS, C. V. **Aprendizagem cooperativa**. Porto: Asa, 2003.
- FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, 2002.

- GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002
- GARNETT, P. J. e TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n.2, p. 121-42, 1992a.
- GARNETT, P. J. e TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n. 10, p. 1079-99, 1992b.
- GAUCHE, R., SILVA, R. R. da, BAPTISTA, J. de A., SANTOS, W. L. P. dos, MÓL, G. de S., MACHADO, P. F. L. Formação de Professores de Química: Concepções e Proposições. **Química Nova na Escola**, v. 27, p.26-29, 2008.
- GEDDIS, A. N., ONSLOW, B., BEYNON, C., OESCH, J. Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. **Science Education**, n. 77, v. 6, p. 575-591, 1993.
- GÉGLIO, P. C. **Questões da formação continuada de professores**. Editora Alfa-Ômega: São Paulo, 2006.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org). **Métodos de Pesquisa. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo curso de graduação tecnológica – planejamento e gestão para o desenvolvimento rural da SEAD/UFRGA**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 120p. 2009.
- GIERE, R. N. **Using models to represent reality**. In: MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N. J.; THAGARD, P. (Ed.). *Model-based reasoning in scientific discovery*. New York: Kluwer, p. 41-57, 1999.
- GIL-PÉREZ, D.; ALONSO, M.; MARTINEZ, J. T. Los exámenes de física e química en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.10, n.2, 127-138, 1992.
- GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Necessidades formativas dos professores de ciências**. In: _____. *Formação de professores de ciências*. 10ed. São Paulo: Cortez Editora, p. 14-63, 2011.
- GOES, L. F. **Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de Química**. 155f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação (Universidade de São Paulo), São Paulo, 2014.
- GOES, L. F. **Reações redox: Uma proposta para desenvolver o conhecimento pedagógico do conteúdo**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, USP – São Paulo, 262p. 2018.

- GOES, L. F.; FERNANDEZ, C. Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, p. 94-118, 2018.
- GOES, L. F.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L. **Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de eletroquímica**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.
- GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. **O ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação e ensino no Brasil**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.
- GOES, L. F.; VAIROLETTE, L.; ALBUQUERQUE, G. Z. C.; BLOISI, G. D.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L. **Reflexos de um curso de formação contínua em Eletroquímica em um grupo de professores do Ensino Médio**. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Goiânia - GO, 2016.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. dos. Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização de metodologia de resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 431-450, 2014.
- GONICK, L.; CRIDDLE, C. **Química Geral em Quadrinhos**. Editora Blucher: São Paulo, 2013.
- GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education**, 2 ed. New York: Teacher College Press, 102 p., 1990.
- HENZE, I. BARENDSEN, E. **Unravelling Student Science Teachers' PCK development and the influence of personal factor using authentic**. In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science. Singapura: Springer, 2019.
- IMBERNÓN, F. **Formação Continuada de Professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- JACOBS, G. M.; GOH, C. C. M. **O aprendizado cooperativo na sala de aula**. 1ed. SBS Editora: São Paulo, 2008.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. **Learning together and alone. Cooperative, competitive, and individualistic learning**. 5ed. Boston, MS: Allyn and Bacon, 1999.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. **El aprendizaje cooperativo en el aula**. VITALE, Gloria (trad.) Buenos Aires: Paidós, 1999.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. The state of cooperative learning in post secondary and professional settings. **Educational Psychology Review**, v.19, n. 1, p. 15-29, Mar. 2007.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. Cooperative Learning Returns To College: What Evidence Is There That It Works? **In Change**. v.30. jul/ago, p.27-35, 1998.

- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching. **University Chemistry Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 24, p. 173-184, 2006.
- KAGAN, S. **Cooperative learning**. San Clemente: Kagan Publishing, 1994.
- KAYE, A. R. **Learning Together Apart**. In: Collaborative Learning Through Computer Conferencing – The Najaden Papers. Berlin: Springer Verlag, 1992.
- KLEIN, S. G.; BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p.35-45, 2017.
- KRASILCHICK, M. **Formação de Professores e Ensino de Ciências: Tendências nos anos 90**. In: MENESES, L. C. (Org.). Formação Continuada de Professores de Ciências. São Paulo: EDUSP, p.135-140, 1996.
- LAZAROWITZ, R.; HERTZ-LAZAROWITZ, R. **Co-operative learning in the science curriculum**. In FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (eds.), International Handbook of Science Education, p. 449-470, Dordrecht: Kluwer ,1998.
- LESSARD-HÉBERT, M.; GOYETTE, G.; BOUTIN, G. **Investigação Qualitativa: Fundamentos e Práticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994.
- LIN, H. S.; YANG, T. C.; CHIU, H. L.; CHOU, C. Y. Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. **Proceedings of the National Science Council**, v. 12, n. 3, p. 100-105, 2002.
- LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in Science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**. 41 (4), p.370-391, 2004.
- LOPES, I. de S.; GUIDO, L. de F. E.; CUNHA, A. M. de O.; JACOBUCCI, D. F. C. Estudos coletivos de educação ambiental como instrumento reflexivo na formação continuada de professores de ciências em espaços educativos formais e não-formais. **Revista Eletrônica de Enzeñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 3, p. 516-530, 2011.
- LOPES, J.; SILVA, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor**. Lisboa: Lidel, 2009.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MALDANER, O. A.; **A Formação Inicial e Continuada de professores de Química**. 4 ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2013.
- MAMLOK--NAAMAN, R.; RAUCH, F.; MARKIC, S.; FERNANDEZ, C. **How to keep myself being a professional chemistry teacher**. In: EILKS, I; HOFSTEIN, A. (Org.). A

- Studybook: A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers. 1ed. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, v. 1, p. 269-297, 2013.
- MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigações em ensino de Ciências**, 14, 3, 341-355, 2009.
- MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. P.; A gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar. **Revista Química Nova na Escola**, v.35, n.4, p.237-242, 2013.
- MAZZEU, F. J. C. **Uma proposta metodológica para a formação continuada de professores na perspectiva histórico-social**. Cad. CEDES, Campinas, v. 19, n. 44, 1998.
- MELO, L. G. **Perfil dos professores de química do município de Juiz de Fora: sua formação inicial, continuada e o exercício profissional**. Dissertação (Mestrado em Química) – ICE, Departamento de Química, UFJF, 2012.
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis: Vozes, p. 31-50, 2010.
- MONEREO, C.; GISBERT, D. D. **Tramas: procedimentos para a aprendizagem cooperativa**. Tradução: Cláudia Schilling, Porto Alegre: Armed, 2005.
- MONTENEGRO, V. L. dos S.; FERNANDEZ, C. Processo reflexivo e desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo numa intervenção formativa com professores de química. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 1, p. 251-275, 2015.
- MORGADO, J. C. **O estudo de caso na investigação em educação**. De Facto Editora: Santo Tirso, Portugal, 2ed, 2016.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**, 2ed, São Paulo:Scipione, 2013.
- MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo: ampliando e aprofundando a reflexão sobre a técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n.4, p. 766- 775, 2011.
- NERY, B.; MALDANER, O. A. Formação continuada de professores de química na elaboração escrita de suas aulas a partir de um problema. **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, nº 1, p. 120-144, 2012.
- NETO, J. M. **Pesquisa em Ensino de Física do 2º Grau no Brasil: Concepção e Tratamento de Problemas em Teses e Dissertações**. São Paulo, Dissertação (Mestrado) UNICAMP. 283p, 1990.
- NOGUEIRA, K. S. C.; 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, p. 410-434, 2017a.

- NOGUEIRA, K. S. C.; GOES, L. F.; FERNANDEZ, C. As limitações de ensino-aprendizagem associadas ao conteúdo redox nos eventos brasileiros. **Ensenanza de Las Ciencias**, v. Extra, p. 4197-4202, 2017b.
- NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. **O Conhecimento pedagógico do conteúdo de um professor do Ensino Superior sobre conceitos de “Cinética Enzimática”**. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador/BA, 2012.
- OGUDE, A. N., BRADLEY, J. D. Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells. **Journal of Chemical Education**. v.71, n.1, p. 29-34, 1994.
- OLIVEIRA, B. R. M. **Contribuições da aprendizagem cooperativa na formação inicial dos bolsistas PIBID/Química – UEM**. 2015, 175 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015
- OLIVEIRA JUNIOR, M. M.; NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. **O instrumento CoRe como atividade didática para acessar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de licenciandos**. In: XVI ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, 2012, Salvador. Anais do XVI ENEQ. Salvador: Universidade Federal da Bahia, v.1. p. 20-23, 2012.
- ORNELLAS, J. F. de. **Os conteúdos de ensino prescritos nas disciplinas integradoras de alguns Cursos de Licenciatura em Química**. Tese (Doutorado) apresentada ao Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 190f. 2016.
- ÖZKAYA, A. L. Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells. **Journal of Chemical Education**, v.79, n.6, p.735- 738, 2002.
- PAREDES, G. G. O. **Um estudo sobre o PIBID: saberes em construção na formação de professores de ciência**. 183 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- PARK, S; OLIVER, S. Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as conceptual toll to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, v. 2, n. 38, p. 261-284, 2008.
- PARK, S. SUH, J. K. **The PCK Map approach to capturing the complexity of enacted PCK (ePCK) and pedagogical reasoning in Science Teaching**. In: HUME, A; COOPER, R.; BOROWSKI, A. Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science. Singapura: Springer, 2019.
- PEREIRA, C. W. (Org.). **Educação de professores na era da globalização: subsídios para uma proposta humanista**. Rio de Janeiro: Nau, 2000.
- PEREIRA, J. E. D. **A Pesquisa dos Educadores como Estratégia para Construção de Modelos Críticos de Formação Docente**. In: PEREIRA, J. E. D; ZEICHNER, K. M (Org). A Pesquisa na Formação e no Trabalho Docente. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

- PEREIRA, P. G. E. M.; FERNANDEZ, C. Índícios do modelo integrativo no desenvolvimento do PCK em licenciandos em Química durante o estágio supervisionado. **Revista de Educacion de las Ciencias**, v. 14, p. 74-78, 2013.
- PÉREZ-GOMEZ, A. **O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo**. In: NÓVOA, A. (Org.). Os professores e a sua formação. 3ed.Lisboa: Dom Quixote, p. 95-114, 1997.
- PERNAMBUCO, M. M. C. A.; SILVA, F. W. V. da. **Uma Retomada Histórica do Ensino de Ciências**. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Niterói. Atas. Rio de Janeiro, p. 116, 1985.
- PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1970.
- PIMENTA, A. G.; GARRIDO E.; MOURA, M. O. **A Pesquisa Colaborativa na Escola como Abordagem Facilitadora para o Desenvolvimento da Profissão do Professor**. In: MARIN A. J. (Org.). Educação Continuada: reflexões, alternativas. 2ed. São Paulo: Papirus, 2004.
- PIMENTA, S. G. **De professores, pesquisa e didática**. Campinas: Papirus, 2002.
- PINHEIRO, R. S. G.; SOARES, M. H. **Aprendizagem cooperativa e ensino de química no curso de engenharia civil: confecção de um robô com kit arduino para detecção de corrosão eletroquímica em estruturas de concreto armado**. In: XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (XIX ENEQ), Rio Branco – AC, jul, 2018.
- PITANGA, A. F.; SANTOS, H. B. dos; GUEDES, J. T.; FERREIRA, W. M.; SANTOS, L. D. dos. História da ciência nos livros didáticos de química: eletroquímica como objeto de investigação. **Revista Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p.1-17, 2014.
- POZO, R. M. Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. **International Journal of Science Education**, v.23, n.4, 353-371, 2001.
- POPKEWITZ, T. S. **Profissionalização e formação de professores: algumas notas sobre a sua história, ideologia e potencial**. In: NÓVOA, A. (Org.). Os professores e sua formação. Lisboa: Don Quixote, p. 35 – 50, 1997.
- RODRIGUES, R. P.; SILVA, F. F. A. da.; FARIAS, W. R.; FARIA, D. M.; VIEIRA, L. M.; RESENDE, E. C. Pilhas e baterias: desenvolvimento de oficinas temática para o ensino de eletroquímica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.14, n. 1, p. 240-255, 2019.
- ROLLNICK, M.; BENNETT, J.; RHEMTULA, M.; DHARSEY, N.; NDLOVU, T. The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: a case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p.1365-1387, 2008.
- ROSA, M. I. F. P. S. **A pesquisa educativa no contexto da formação continuada de professores de Ciências**. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 207 f., 2000.

- RUÉ, J. **El aula: un espacio para lá cooperación**. In: MIR, C. In: Cooperar en la escuela: la responsabilidad de educar para la democaracia. 1. Ed. Barcelona: Biblioteca de aula. 1998.
- 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, 377-398, 1997.
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. dos; MAIA, J. de. O.; SILVA, F. A. da; WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Revista Química Nova na Escola**, n.31, v.3, p.190-197, 2009.
- SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 1-25, 2005.
- SANTOS, F. M. T. Unidades Temáticas – produção de material didático por professores em formação inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.2, n.1, p.1-11, 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos, PORTO, P. A. A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v.36, n.10, p.1570-1576, 2013.
- SANTOS, W. L. P. dos; GAUCHE, R.; MOL, G. de S.; SILVA, R. R. da. Formação de professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**, v.8, n.1, p.1-14,2006.
- SANTOS, W. L. P. dos; GAUCHE, R.; SILVA, R. R. da. Currículo de licenciatura em química da universidade de Brasília: uma proposta em implantação. **Química Nova**, v.20, n.6, p.675-682, 1997.
- SANTOS, W. L. P; MÓL, G. de S. **Química Cidadã**, 2ed., São Paulo: AJS, 2013.
- SARTORI, E. R.; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, O. Escurecimento e Limpeza de Objetos de Prata – um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. **Revista Química Nova na Escola**, n. 30, p.61-65, 2008.
- SARTORI, E. R.; SANTOS, V. B. dos; TRENCH, A. B.; FATIBELLO-FILHO, O. Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. **Revista Química Nova na Escola**, v.35, n. 2, p.107-111, 2013.
- SCARPA, D. L.; MARANDINO, M. **Pesquisa em ensino de ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas**. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos – SP, 1999.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

- SCHNETZLER, R. P. **Alternativas didáticas para a formação docente em química**. In: DALBEN, A.; et. al. (ORG) Coleção didática e práticas de ensino. Belo Horizonte: Autêntica, 2010
- SCHNETZLER, R. P. Concepções e Alertas sobre a formação continuada de professores de Química. **Química Nova na Escola**. n.16, nov.2002.
- SCHNETZLER, R. P. **O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação**. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. de. (orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba, CAPES/PROIN/UNIMEP, p.12– 41, 2000.
- SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SCHÖN, D. A. **Formar professores como profissionais reflexivos**. In: NÓVOA, A. (org) Os professores e sua formação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.
- SHARAN, S. **Handbook of cooperative learning methods**. Westport, CN: Greenwood Press, 1999.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57. n.1, 1-22, 1987.
- SILVA, A. C. C. Q. da; OLIVEIRA, M. M. de; MAGALHÃES, F. G. R.; NASCIMENTO, M. G. do; GIRÃO, J. S.; ALMEIDA, J. W. de; PORTELA, R. R. A experimentação no foco da aprendizagem: ensinando eletroquímica de forma fácil e barata. **Conexões, ciência e tecnologia**. V.13, n. 1, p8-14, mai, 2019.
- SILVA, A. R. da; SOUZA, L. S. de. **Análises do Desenvolvimento Profissional Docente na formação continuada de professores: panorama da produção acadêmica em Ciências**. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019
- SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.
- SILVA, M. S. **Contribuições do PIBID/Química UEM para o desenvolvimento de saberes necessários à prática do professor de química**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 129 f., 2016.
- SILVA, M. S. C. D.; MADEIRO, G. A.; SOUSA, A. A. M.; SILVA, F. C. V. **Da elaboração à resolução: analisando uma situação-problema para o ensino e aprendizagem de reações redox**. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2019
- SILVA, R. M. da; SILVA, R. C. da; ALMEIDA, G. O. de; AQUINO, K. A. da. S. Conexões entre cinética química e eletroquímica: a experimentação na perspectiva de uma aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n.3, p.237-243, 2016.

- SLAVIN, R. E. **Student team learning: an overview and practical guide**. Washington: National Education Association, 1988.
- SMITH, S., BANILOWER, E. **Extended Paper for PCK Summit**, 2012. Disponível em: <http://pcksummit.bsccs.org/sites/default/files/Smith%20Banilower%20EP.pdf>. Acesso em julho de 2017.
- STANZANI, E. de L.; OBARA, C. E.; PASSOS, M. M. **Pesquisas em Ensino de Química e a Formação de Professores**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia – SP, 2013.
- STANZANI, E. de L. **O Papel do PIBID na Formação Inicial de Professores de Química na Universidade Estadual de Londrina**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 86p, 2012.
- SUASSUNA, L. Pesquisa qualitativa em educação e linguagem: histórico e validação do paradigma indiciário. **Revista Perspectiva**, v. 26, n.1, p.341-377, 2008.
- TACOSHI, M. M. A.; FERNANDEZ, C. Knowledge of Assessment: an Important Component in the PCK of Chemistry Teachers. **Problems of Education in the Twenty First Century**, v. 62, p. 124-147, 2014.
- TAVARES, F. G. de O. O conceito de inovação em educação: uma revisão necessária. **Revista Educação (UFSM)**. v.44, p.1-19, 2019
- THIOLLENT, M. (Org.). **Pesquisa-ação e projeto cooperativo na perspectiva de Henri Desroche**. São Carlos: EdUFSCar, 2006.
- TRUJILLO, C. H. Z. **O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) do professor de química e seu desenvolvimento a partir da reflexão sobre os modelos de ligação química e sua modelagem**. Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em educação para a ciência, UNESP, 2017.
- VACIOTO, N. C. M. **Formação continuada de professores de Química em grupo colaborativo: conhecimentos e práticas sobre eletroquímica, equilíbrio químico e cinética química**. 2017. 248 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- VAN DRIEL, J. H.; DE JONG, O. **Investigating the Development of Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge**. In Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, 2001.
- VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; DE VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, n.6, p.673-695, 1998.
- VASCONCELLOS, C. dos S. **Avaliação da aprendizagem – Práticas de mudança: por uma práxis transformadora**. São Paulo: Libertad, 2008.

- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SOCERJ**, v. 20, n. 5, p.383-386, 2007.
- VENTURI, G.; JUNCKES, E. S.; OLIVEIRA, B. R. M. **O ensino de oxirredução e as visões de licenciandos sobre a abordagem deste conteúdo: implicações no ensino superior**. In: 59º Congresso Brasileiro de Química, João Pessoa – PB, 2019.
- VIEIRA, C. T. VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, 2005.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZANON, L. B., MALDANER, O. A. (org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador do RG: _____, concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa intitulado “A aprendizagem cooperativa no ensino de oxirredução: possibilidades para desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de Química” que tem como pesquisador responsável o doutorando Brenno Ralf Maciel Oliveira, do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, orientado pela Profa. Dra. Carmen Fernandez, que podem ser contatados pelo e-mail brenno_ralf@usp.br e carmen@iq.usp.br, ou telefone (47) 9941-4559/3481-7653. O presente trabalho tem por objetivos investigar o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de alguns professores de Química acerca dos processos de oxirredução. E minha participação consistirá em: I - Permitir a observação e registro em áudio e vídeo de aulas por mim ministradas, que estejam relacionadas ao ensino de oxirredução, II - Participar de um grupo de estudos e reflexão sobre o ensino de oxirredução com outros professores de Química, com encontros periódicos que serão registrados em áudio e vídeo, III - Refletir e discutir sobre aspectos do ensino de oxirredução propostos pelo pesquisador e demais professores do grupo de estudos e reflexão. Compreendo que este estudo possui finalidade de pesquisa, que os dados obtidos serão divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, com a preservação do anonimato dos participantes, assegurando, assim minha privacidade. Sei que posso abandonar a minha participação na pesquisa quando quiser e que não receberei nenhum pagamento por esta participação.

Nome

Assinatura

Local e data

Brenno Ralf Maciel Oliveira

APÊNDICE B - DESCRIÇÃO DAS AULAS DE P1 EM 2016

AULA 1 - P1 (2016)

Com aproximadamente 15 alunos presentes, P1 iniciou sua aula relembrando a atividade que havia solicitado aos alunos na aula anterior (uma pesquisa sobre alguns termos usados na eletroquímica). P1 discutiu coletivamente com os alunos o significado de cada termo encontrado por eles em suas pesquisas. Nessa discussão, P1 teve uma postura bastante questionadora, fazendo com que os alunos pensassem sobre o significado de cada palavra trazida nas respostas para o significado de cada termo. Por exemplo, ao discutirem sobre o significado de pilha, P1 levou os alunos a pensarem sobre o que é um dispositivo, sobre que tipo de energia poderia ser armazenado em uma pilha. Os alunos participaram bastante ao trazer para discussão o significado encontrado em suas pesquisas. Durante a discussão, P1 aproveitou para retomar outros conceitos e se aprofundar em algumas explicações úteis para o entendimento de um ou outro termo.

As pilhas foram definidas como dispositivos que armazenam energia elétrica proveniente de reações químicas e as baterias como um conjunto de pilhas. Essa definição foi escrita no quadro.

A ponte salina foi explicada por P1 (apenas verbalmente), dizendo que ela consiste em uma ponte contendo um sal em solução aquosa.

Os eletrodos foram entendidos como polos (chamados de cátodo quando positivo, e ânodo quando negativo). P1 disse que por enquanto utilizariam essa definição, mas que durante as aulas os alunos iriam se aprofundar na definição. Ao discutir sobre o significado de eletrodo, os alunos leram na íntegra suas respostas ao invés de discutir mais livremente como os termos anteriores.

Também foi definido o significado de cátodo, como sendo o polo ou eletrodo positivo de uma pilha. Um aluno disse que encontrou na internet que o cátodo é um polo negativo. P1 disse novamente que ao longo das aulas essa definição seria ampliada.

A célula galvânica foi entendida como sinônimo para pilha, ou seja, um dispositivo que gera corrente elétrica a partir de uma reação química espontânea.

A oxidação foi entendida como um processo químico em que há perda de elétrons e a redução como um processo químico em que há ganho de elétrons. Alguns alunos encontraram definições em relação à perda/ganho de oxigênio ou hidrogênio e P1 disse que essa definição é bastante usada na química orgânica, mas que por enquanto seria utilizada apenas a definição em termos de perda/ganho de elétrons. P1 usou um exemplo para associar os processos de

oxidação e redução com a variação do número de oxidação. Para tanto comentou que o ferro poderia perder elétrons e questionou os alunos se eles se lembravam de algo quando se falava em oxidação do ferro e eles prontamente falaram que se lembravam da ferrugem. P1 escreveu no quadro:

Também foi definida a Pilha de Daniell.

Além dos termos pesquisados, os alunos tiveram que fazer perguntas e realizar pesquisas para responder sua própria pergunta, dentre as quais: Qual a diferença entre pilha e bateria? O que faz as pilhas terem diferentes voltagens?

Aproximadamente oito alunos participaram efetivamente das discussões, enquanto que um aluno que tinha feito a atividade não participava verbalmente das discussões e outros cinco alunos no fundo da sala não participaram de nada durante a aula.

AULA 2 - P1 (2016)

Com aproximadamente dezoito alunos presentes, P1 iniciou a aula conduzindo os alunos até uma sala de vídeo disponível na escola.

P1 utilizou três vídeos para discutir alguns conceitos com os alunos a partir de animações e esquemas apresentados nos vídeos. O primeiro vídeo foi utilizado para explicar o funcionamento da Pilha de Daniell (<https://www.youtube.com/watch?v=6d-yN-PKCGI>). Este vídeo simulou inicialmente a imersão de uma placa de zinco em uma solução de sulfato de cobre e a transferência de elétrons que ocorreria nesse sistema: a oxidação do zinco metálico, que vai para a solução como íons zinco, e a redução dos íons cobre na solução que passam para a placa como cobre metálico. Nesse sistema a transferência de elétrons não foi aproveitada em forma de corrente elétrica, enquanto que nas pilhas há esse aproveitamento. Depois o vídeo mostra o sistema com o fluxo de elétrons sendo aproveitado, demonstrando o funcionamento da Pilha de Daniell. Durante a exibição do vídeo P1 fez algumas pausas e explicou algumas coisas, retomando com os alunos alguns conceitos definidos na aula anterior, conforme eram abordados no vídeo.

P1 retomou sobre a definição de ânodo e cátodo discutida na aula anterior, relacionando-os com os processos de oxidação e de redução, de perda e ganho de elétrons.

Na sequência, um outro vídeo foi apresentado aos alunos (Mundo de Beakman - <https://www.youtube.com/watch?v=LrnJ2bi7pFk>) sobre o funcionamento das pilhas. Durante

a apresentação desse vídeo, P1 ressaltou a definição de eletrólito, que não havia sido feita na aula anterior, definindo-o como uma substância iônica que estará sendo utilizada (solução que possui átomos que perderam ou ganharam elétrons, carregados positivamente e negativamente).

Por fim, outro vídeo sobre o funcionamento de pilhas e baterias foi mostrado aos alunos (<https://www.youtube.com/watch?v=ghTtUUVz1DQ>). Neste vídeo foram abordados diversos tipos de pilhas, a fabricação de algumas destas pilhas e o funcionamento das mesmas. Além disso, o vídeo deu uma ideia geral sobre a evolução histórica sobre os modelos de pilhas e seu funcionamento, desde a Pilha de Volta até as que são comercializadas atualmente.

Após a exibição dos três vídeos, P1 fez um fechamento do que havia sido discutido sobre cada um deles e deu orientações para os alunos sobre o trabalho que seria realizado como avaliação deste conteúdo: em grupo, os alunos deveriam propor um experimento sobre oxirredução a partir da montagem de uma pilha ou bateria, explicá-lo para a turma, identificando quem está sendo oxidado e quem está sendo reduzido, o porquê gerou corrente elétrica, apresentando as reações que ocorreram. P1 disse que para a próxima aula os alunos deveriam pensar nos experimentos que gostariam de fazer e trazer uma lista com os materiais que pretendiam usar na montagem de seus experimentos.

AULA 3 – P1 (2016)

Com aproximadamente 22 alunos presentes na aula, P1 iniciou a aula retomando sobre o que havia sido feito nas aulas anteriores: a discussão do questionário sobre os termos usados na eletroquímica e os vídeos discutidos na sala de vídeo. Como vários alunos haviam faltado na aula anterior, P1 solicitou que alguns que faltaram falassem sobre as perguntas que elaboraram e tentaram responder. Como exemplo, uma aluna perguntou: qual a diferença entre pilhas e baterias? P1 discutiu com a turma, que auxiliou a responder à questão da colega, enfatizando que a pilha é um dispositivo que produz energia elétrica a partir de reações químicas espontâneas e que a bateria seriam várias pilhas em série ou paralelo. Outra questão foi: o que é eletroquímica? P1 discutiu com os alunos que a eletroquímica é um ramo da disciplina de química que estuda a aplicação do fenômeno de transferência de elétrons com o objetivo de converter energia química em energia elétrica e vice-versa. Outra questão foi: o que faz com que as pilhas tenham voltagens diferentes? P1 afirmou que essa variação vai depender da composição química e da qualidade ou tipo de material utilizado.

P1 continuou a aula escrevendo no quadro reações de oxirredução e junto com a turma retomou o que é oxidação e o que é redução, definindo que a oxidação acontece quando há

perda de elétrons e que a redução envolve ganho de elétrons. P1 escreveu no quadro a seguinte reação e questionou os alunos sobre quem reduziu e quem oxidou:

Os alunos confundiram bastante ao tentar designar quem perdeu e quem ganhou elétrons na reação e P1 os auxiliou, mostrando que o Zn(s) perdeu elétrons e oxidou-se a Zn^{2+} enquanto que os íons Cu^{2+} receberam elétrons, reduzindo-se a Cu(s). P1 discutiu com os alunos o significado da palavra redução e questionou o motivo de reduzir se, no caso havia ganho de elétrons. P1 relacionou com a diminuição do número de oxidação, pois os alunos não conseguiram responder seu questionamento.

Na continuidade da aula, P1 solicitou que os alunos resolvessem o seguinte exemplo indicando se a prata sofreria oxidação ou redução:

Os alunos responderam sem pensar muito sobre o exercício e ficaram divididos sobre a resposta correta. Alguns alunos chamaram P1 e afirmaram que não entenderam sobre a reação discutida anteriormente. Por isso, P1 foi até o quadro e retomou as definições de oxidação e redução em termos de perda/ganho de elétrons e aumento/diminuição do número de oxidação, depois rediscutiu a reação.

Durante sua explicação, os alunos participaram bastante, mas aparentemente não pensavam muito sobre o que respondiam, ou respondiam de brincadeira, de modo que sempre respondiam incorretamente os questionamentos de P1 e em seguida mudavam suas respostas. Conforme P1 foi explicando, as respostas dos alunos foram ficando piores, revelando a dificuldade que alguns possuíam em compreender a ideia da variação do número de oxidação em relação ao ganho ou perda de elétrons. P1 precisou desenhar um eixo x no quadro, com os algarismos -1, 0 e +1 para discutir com os alunos se aumenta ou diminui em determinado sentido e mesmo assim alguns alunos não sabiam responder. Assim, P1 resolveu os exercícios no quadro reexplicando os conceitos envolvidos.

P1 orientou novamente os alunos sobre a realização do trabalho experimental, ressaltando que os alunos deveriam indicar nas reações químicas quem oxidou e quem reduziu, durante as explicações do funcionamento do experimento. Além disso, todos deveriam entregar um relatório escrito sobre o experimento realizado pelo grupo.

AULA 4 – P1 (2016)

As equipes de alunos se reuniram para discutir sobre quais experimentos iriam fazer, os materiais que seriam utilizados. P1 foi até cada equipe para orientar os trabalhos.

P1 escreveu no quadro alguns pontos necessários para a apresentação do trabalho e explicou cada um para os alunos, de modo a esclarecer melhor o que esperava das apresentações: introdução, objetivos, descrição dos materiais utilizados e dos procedimentos, explicação do experimento com as reações e discussão com a turma.

AULA 5 – P1 (2016)

A aula se iniciou com aproximadamente 20 alunos presentes. As equipes estavam se organizando para o trabalho proposto por P1: a apresentação dos seminários, preparando os materiais dos experimentos e estudando o que falar nas apresentações. Nos minutos iniciais da aula, uma professora de outra disciplina pediu licença para conversar com a turma sobre um problema que havia ocorrido em relação a um furto, essa conversa tomou quase dez minutos da aula.

O primeiro grupo utilizou uma forminha de gelo para montar uma bateria com fios de cobre e parafusos zincados, água e sal, para acender uma lâmpada de LED. O grupo explicou que é gerada uma corrente elétrica que faz o LED ligar.

O grupo explicou que o experimento consistia em uma bateria, em que ocorrem reações de oxirredução em que acontecem transferência de elétrons ou íons. No experimento, o parafuso zincado fez uma transferência de íons para o cobre, ou seja, houve uma corrente elétrica do zinco, que oxidou e perdeu elétrons para o cobre, que foi reduzido.

Conforme as explicações do grupo, a energia gerada foi em torno de 9 V e ela só acaba quando todo o zinco do parafuso é consumido, pois a energia elétrica vem dos elétrons que o zinco perde.

Outro grupo utilizou uma placa de alumínio e também fio de cobre, como eletrólito uma solução de água sanitária, para ligar um LED. O grupo não conseguiu acender a lâmpada de LED, mas segundo os alunos não foi gerada energia suficiente.

O grupo explicou que o alumínio perde elétrons, sofrendo oxidação, pois tem menor potencial de redução e é o polo negativo, enquanto que o cobre recebe elétrons e seria o polo positivo, sofrendo redução.

Outro grupo tentou montar uma pilha de batata, mas não funcionou.

A última apresentação consistiu em uma bateria usando fios de cobre e latinhas de alumínio, com eletrólito água com sal de cozinha, e fios de cobre e latinhas de alumínio, com eletrólito água sanitária.

O experimento não funcionou para ligar uma calculadora. O grupo explicou que a solução de água com sal e a água sanitária são bons condutores e que o alumínio perde elétrons sofrendo oxidação, enquanto que o cobre recebe os elétrons sofrendo redução.

AULA 6 – P1 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 20 alunos presentes. P1 orientou novamente os alunos para a produção do relatório, para que pensassem sobre as hipóteses que fizeram alguns experimentos não funcionar. Para tanto, P1 escreveu um modelo de relatório no quadro: Capa, Resumo, Introdução com os objetivos, Parte experimental com os materiais e procedimentos, Resultados e Discussão, Considerações finais e Referências bibliográficas. P1 discutiu cada parte do relatório com os alunos a fim de esclarecer o que esperava dos relatórios escritos.

AULA 7 – P1 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 16 alunos presentes. P1 determinou aos alunos que durante essa aula as equipes deveriam se reunir e finalizar a parte da introdução do relatório e na próxima aula deveriam finalizar a parte experimental dos materiais e procedimentos.

Enquanto as equipes foram trabalhando nos relatórios, P1 foi orientando os alunos indo de carteira em carteira e lendo o que os alunos haviam escrito a fim de auxiliá-los no que devia ser melhorado nos relatórios.

AULA 8 – P1 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 18 alunos presentes. P1 orientou novamente os alunos a finalizarem a parte experimental do relatório e deixou que as equipes trabalhassem na redação deste trabalho. P1 auxiliou um grupo de alunos na compreensão das reações de oxirredução que ocorreram em seus experimentos. A aula finalizou com algumas orientações para entrega dos relatórios.

APÊNDICE C – DESCRIÇÃO DAS AULAS DE P1 EM 2018

AULA 1 – P1 (2018)

A aula teve início com aproximadamente 23 alunos presentes, em que P1 entregou aos estudantes um recorte do livro “Química Geral em Quadrinhos” (GONICK e CRIDDLE; 2013) e solicitou que os mesmos realizassem a leitura do trecho. Após a leitura, realizou uma breve discussão com os alunos, questionando-os acerca do que haviam entendido sobre as ideias abordadas na história em quadrinhos. Nessa discussão, P1 problematizou acerca do que haviam entendido sobre os fenômenos de oxidação e redução, sobre o número de oxidação, sobre agente redutor e agente oxidante, bem como dos termos que os alunos não tinham compreendido nos quadrinhos, solicitando que anotassem os mesmos para pesquisarem posteriormente sobre seus significados.

P1 afirmou que durante as próximas aulas vários desses conceitos seriam mais bem compreendidos durante as discussões e atividades.

Após a breve discussão, P1 entregou aos estudantes 5 questões e solicitou que os alunos respondessem com base na leitura e no que havia sido discutido: 1) É correto afirmar que a Eletroquímica é o ramo da química que estuda a geração de energia elétrica a partir de reações químicas? Justifique. 2) Que reações químicas estão envolvidas no conteúdo Eletroquímica? 3) Explique o que é oxidação. 4) Explique o que é redução. 5) O que são números de oxidação?

Durante um tempo, P1 andou pela sala auxiliando os alunos a responderem as questões e depois de alguns instantes retomou verbalmente a discussão verificando quais respostas tinham sido dada por toda a turma para cada uma das questões.

Ao final, P1 disse aos estudantes que neste conteúdo os mesmos deveriam se organizar em grupos com até 5 alunos para selecionarem experimentos sobre oxirredução e apresentarem em uma aula específica. Solicitou que eles comesçassem a pesquisar quais experimentos gostariam de realizar, para que pudessem providenciar os materiais envolvidas na prática.

AULA 2 – P1 (2018)

Com aproximadamente 21 alunos presentes, P1 lembrou a turma sobre o que havia sido feito na aula anterior e enfatizou a importância de compreenderem os significados dos termos específicos utilizados na eletroquímica e as diferenças entre alguns deles como, por exemplo as pilhas e as baterias.

Na sequência P1 afirmou aos alunos que nessa aula assistiriam um vídeo da série “Breaking Bad” e que como não havia conseguido reservar o auditório para isso, o vídeo seria

passado na própria sala de aula. Os estudantes se animaram com a ideia e começaram a fechar as cortinas, com o intuito de escurecer a sala e poderem assistir o vídeo com mais qualidade.

Enquanto P1 estava instalando os equipamentos, questionou os estudantes sobre como estavam as pesquisas de experimentos a serem apresentados, se alguma equipe já tinha feito uma busca, etc.

P1 encontrou dificuldades na instalação do equipamento de projeção e com isso anunciou aos estudantes que o vídeo seria assistido na próxima aula. Perante este cenário, P1 deu prosseguimento na aula, elencando no quadro as ideias que os estudantes haviam pesquisado para apresentarem como experimentos e anotou: bateria de forminha de gelo, bateria de limão, lanterna com água sanitária, bateria de batata, bolhas explosivas.

P1 orientou os alunos que não bastaria reproduzir o experimento, mas que seria preciso refletir sobre as explicações dadas, demonstrando compreensão dos conceitos envolvidos. Em seguida, escreveu no quadro algumas questões para reflexão que norteariam os estudantes na produção da apresentação: 1) O seu experimento refere-se à construção de uma pilha ou de uma bateria? Se não se aplica, você ao menos sabe a diferença entre uma pilha e uma bateria? 2) Qual material oxida? 3) Qual material reduz? 4) Qual é o agente oxidante e qual é o agente redutor? 5) Quais reações químicas estão envolvidas em sua prática experimental? 6) Qual é o cátodo? 7) Qual é o ânodo? 8) Quais são os objetivos de sua prática? Divida em geral e específicos.

Depois disso, P1 explicou cada uma das questões aos alunos, reafirmando a necessidade de que eles buscassem compreender o significado dos conceitos, apropriando-se corretamente dos termos utilizados. Disse que a apresentação não deveria ser engessada, em que os alunos responderiam cada uma das questões como um questionário, mas que em suas falas, durante todo o conteúdo da apresentação as respostas deveriam ser contempladas.

P1 lembrou com os estudantes sobre o que era oxidação e redução, cátodo e ânodo, polo positivo e polo negativo, e meio eletrolítico. Alertou os estudantes também em relação a criticidade nas escolhas das fontes de pesquisa, uma vez que algumas pesquisas da internet mostram ideias sem sentido. Além disso, P1 solicitou que os estudantes estabelecessem objetivos para suas apresentações e que esses deveriam ser colocados já no início da mesma. Em seguida, P1 dividiu os grupos organizando o cronograma de apresentações em datas futuras.

Depois, P1 deu algumas orientações sobre a escrita de um relatório experimental que também deveria ser entregue pelos estudantes após suas apresentações, tendo em sua estrutura Capa, Sumário, Introdução, Objetivos, Materiais, Procedimentos, Resultados e Discussão,

Considerações Finais, e Referências. P1 falou sobre fazer citações em um relatório e a forma correta de se fazer isso.

Ao final da aula, P1 disse a turma como seriam as próximas aulas para que os estudantes já comesçassem a se organizar.

AULA 3 – P1 (2018)

Com aproximadamente 24 alunos presentes, a aula iniciou com um pequeno atraso, pois P1 estava tentando providenciar a chave do auditório, para que os alunos pudessem assistir o vídeo que não conseguiu passar na aula anterior.

Mais uma vez P1 teve problemas e precisou tentar novamente o uso do projetor na sala de aula. Enquanto instalava o projetor, P1 foi questionando os alunos sobre as pesquisas de experimentos.

Após preparar os materiais, P1 orientou os estudantes sobre os vídeos que iriam assistir e pediu para que eles prestassem atenção no contexto, bem como nos termos utilizados, que agora já poderiam ser considerados mais familiares pelos alunos.

Primeiramente, foi colocado um trecho do nono episódio da segunda temporada da série “Breaking Bad”, em que as personagens buscam como alternativa para fazer funcionar seu furgão que estava sem bateria, a criação de uma bateria caseira utilizando materiais disponíveis por eles no momento. Os estudantes assistiram em silêncio absoluto e bastante atentos.

Após esse vídeo, P1 mostrou mais um vídeo chamado “A Química do Fazer – Pilhas e Baterias”(disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ghTtUUVz1DQ>) em que se discute sobre o funcionamento e importância das pilhas e baterias. Nesse vídeo também é feita uma breve abordagem histórica da evolução das ideias e modelos de pilhas a partir dos estudos de Volta.

Depois de assistirem os dois vídeos, P1 discutiu brevemente com os estudantes sobre a importância de saberem corretamente os conceitos da eletroquímica e comparou a ideia da situação vivenciada pelas personagens no trecho da série “Breaking Bad” com a tentativa dos estudantes em montarem pilhas e/ou baterias em suas apresentações, a partir das pesquisas realizadas. Com base nisso, P1 reafirmou a importância dos estudantes se apropriarem dos termos e demonstrarem que foram capazes de dominar a linguagem química.

P1 discutiu com os estudantes sobre a pilha alcalina e a presença de eletrólitos alcalinos nesse tipo de pilha, mas que em outras pilhas os eletrólitos poderiam ser ácidos ou salinos.

Ao final da aula, P1 entregou para cada grupo de alunos um modelo de relatório, mostrando o que esperava exatamente para o relatório que deveria ser entregue ao final das apresentações e solicitou que os estudantes trouxessem seus materiais na próxima aula a fim de testarem os experimentos. A aula finalizou com P1 desinstalando o equipamento de projeção e alguns estudantes procurando-a para sanar dúvidas sobre os trabalhos, especialmente sobre o significado do termo número de oxidação.

AULA 4 – P1 (2018)

Com cerca de 20 alunos, a aula teve início com P1 solicitando que os estudantes formassem seus grupos e iniciassem os testes de seus experimentos. Enquanto os alunos começaram a se organizar, P1 foi caminhando pela sala, buscando orientar e questionar cada grupo sobre o que pretendiam fazer.

Alguns grupos realizaram seus testes utilizando calculadora, prego zincado, moeda de cobre, limão, maça, lâmpadas, imã, batata, papel alumínio, fios de cobre, entre outros materiais.

P1 comentou que os alunos de um grupo fizeram as pesquisas em casa e gravaram um vídeo para enviar a ela e que na sala de aula o experimento não funcionou como havia funcionado em casa. Os alunos deste grupo estavam utilizando na aula o mesmo limão que tinham feito o teste em casa.

Outros alunos se aproximaram da janela, aparentemente para conseguir o sinal de Wi-fi da escola para desenvolverem as pesquisas sobre os experimentos.

De uma maneira geral os alunos se comportam e conversam tranquilamente, fazendo o que foi proposto por P1: testar os experimentos e organizar suas apresentações. Alguns alunos que já estavam com suas pesquisas adiantadas começaram a escrever seu relatório experimental e discutiam entre si sobre o que exatamente estava acontecendo no experimento que iriam apresentar.

A aula terminou com os estudantes organizando seus materiais.

AULA 5 – P1 (2018)

A aula iniciou com aproximadamente 24 alunos presentes. P1 solicitou que o primeiro grupo a apresentar fosse até a frente da turma e iniciasse sua apresentação.

O grupo fez uma bateria com limão para ligar uma calculadora. Um dos alunos explicou que nessa bateria estavam utilizando bronze e zinco, mas depois corrigiu dizendo que era cobre e zinco. P1 questionou quem estava oxidando e quem estava reduzindo, qual era o polo positivo

e qual era o polo negativo. Juntamente ao questionamento feito ao grupo, P1 envolveu o restante da turma para verificar se estavam acompanhando, e questionou a todos sobre qual era o cátodo e ânodo no experimento realizado por esse grupo. Tanto o grupo quanto o restante da turma conseguiram acompanhar e responder os questionamentos feitos por P1.

O segundo grupo a apresentar fez uma bateria utilizando batata. Os alunos executam o procedimento corretamente, mas ao final não sabem responder o questionamento de P1, de quem oxidou e quem reduziu. P1 deixou que até o final da aula os alunos desse grupo conversassem e tentassem responder essa pergunta.

O terceiro grupo montou uma pilha utilizando laranja. A ideia inicial era fazer com uma maçã, mas segundo os alunos o teste não funcionou. Esse grupo utilizou um clip metálico e uma moeda de cobre para fazer um LED acender com a reação. O experimento não funcionou. Durante a apresentação os alunos explicaram que havia perda de “átomos”, em que o clip oxidava e o cobre reduzia. Afirmaram que a laranja não possuía energia suficiente para ligar o LED.

P1 entrevistou dando um clip novo e moedas novas aos alunos e após nova tentativa o LED acendeu. Os alunos explicaram para a turma que os materiais utilizados já estavam desgastados e que por isso não havia acendido o LED.

Ao final das apresentações, P1 deu um *feedback* geral dos grupos e disse que esperava mais explicações que faltaram como, por exemplo de indicar o agente redutor e agente oxidante e as reações envolvidas.

Nenhum dos grupos utilizou as reações no quadro, explicitou o fluxo dos elétrons ou mostraram para que servia a ponte salina no experimento realizado. Além disso, nenhum dos alunos comentou sobre a formação de íons e o número de oxidação das espécies. As explicações ficaram mais restritas a descrição dos fenômenos e a indicação de quem estava oxidando e quem estava reduzindo, indicando se havia perda ou ganho de elétrons.

Ao final da aula, o segundo grupo voltou para tentar explicar a reação que havia ocorrido no experimento apresentado e os alunos afirmaram que o cobre era o cátodo e sofria redução, enquanto que o zinco era o ânodo e oxidava, perdendo elétrons.

A aula terminou com P1 falando com alguns grupos que haviam entregue os relatórios, dizendo que os relatórios não estavam bons e que precisariam refazê-los como recuperação.

A aula teve início com aproximadamente 22 alunos presentes. P1 solicitou que o grupo a apresentar tomasse seus lugares a frente da sala.

O grupo preparou uma apresentação sobre a bateria usando forminha de gelo (com papel alumínio e cobre). Durante suas explicações utilizaram os termos agente oxidante e agente redutor de forma incorreta, invertendo seus significados. O grupo não executou o experimento de fato, mas preparou um cartaz explicativo para demonstrar como o mesmo funcionaria.

Ao final dessa apresentação, P1 chamou a atenção da necessidade de executar o experimento durante a apresentação e enfatizou os conceitos solicitados para as apresentações, escrevendo no quadro: cátodo, ânodo, agente oxidante, agente redutor, materiais (substâncias), quem reduz e quem oxida, equações envolvidas na reação.

Em seguida P1 escreveu no quadro uma equação, conforme Figura 25 e explicou que com a própria equação seria possível determinar várias coisas que solicitou, como o estado físico das substâncias, quem estava oxidando (perdendo elétrons e aumentando o número de oxidação) e quem estava reduzindo (ganhando elétrons e diminuindo o número de oxidação), qual seria o polo positivo e polo negativo, bem como a identificação do cátodo e do ânodo.

Figura 25 - Esquema utilizado por P1 na AULA 5 (2018)

Durante sua explicação, P1 corrigiu o erro dos alunos que confundiram agente redutor e agente oxidante, tentando criar uma discussão com toda a turma a partir do entendimento que

tinham sobre esses termos. Nesse sentido, P1 escreveu no quadro duas frases “Amor de mãe” e “Amor à mãe” e questionou os estudantes sobre a oração estar na voz ativa ou na voz passiva. Explicou a turma que assim como na língua portuguesa se chama de “ativo” aquele que está exercendo a ação, na química chamava-se de agente aquele que estaria exercendo uma ação no outro como, por exemplo, no caso do agente oxidante seria aquele que estaria causando oxidação no outro e o agente redutor seria aquele que estaria causando a redução no outro. Assim o agente oxidante iria reduzir, recebendo elétrons e o agente redutor iria oxidar, perdendo elétrons.

P1 reforçou também em sua explicação a simultaneidade das reações de oxidação e redução dizendo que “só vai perder se tiver alguém para receber os elétrons”.

P1 disse aos alunos que aplicaria uma atividade avaliativa para recuperar as notas e as lacunas de aprendizagem que verificou nas apresentações, em que a partir de reações os alunos precisariam dominar os conceitos solicitados por P1 nas aulas. P1 fez um comentário geral sobre os relatórios dizendo que vários alunos não seguiram o modelo solicitado e que todos iriam refazer os relatórios, evitando plágios, escrevendo corretamente as citações diretas e indiretas, indicando as referências utilizadas, etc.

P1 retomou ainda a explicação sobre a bateria com forminha de gelo dizendo que era imprescindível que os alunos tivessem senso crítico ao buscarem materiais na internet para que não apenas reproduzissem explicações sem de fato terem compreendido. Durante sua fala, P1 explicou aos alunos que em alguns casos quando temos dois metais conectados um deles poderá agir apenas como condutor e não estará sofrendo uma reação, disse que um metal oxidaria e o outro não poderia reduzir tendo seu Nox variando de 0 para um número negativo e que, por isso, seria preciso analisar os íons presentes na solução e identificar qual deles sofreria redução.

Ao final da aula, P1 passou para visar os cadernos dos alunos sobre uma atividade de outro conteúdo anterior a eletroquímica. Os alunos permaneceram comportados enquanto P1 olhava os cadernos da turma.

AULA 7 – P1 (2018)

A aula teve início com a presença de aproximadamente 21 alunos. P1 permitiu que um grupo fizesse sua apresentação de seminário como atividade de segunda chamada.

O grupo fez uma bateria com papel alumínio e cobre na água sanitária, utilizando dois copos. Na apresentação os alunos disseram ser uma pilha ao invés de uma bateria e explicam que há oxidação do alumínio pois seu “teor de oxidação” é maior.

Ao final da apresentação, P1 não fez nenhum questionamento e começou a escrever no quadro alguns exercícios avaliativos que serviriam como atividade valendo nota.

Os exercícios consistiam em:

1 – Dadas as equações químicas, indique quem foi oxidado e quem foi reduzido

2 – Em relação as equações da questão 1, indique:

a) Cátodo

b) Ânodo

c) Agente oxidante

d) Agente redutor

3 – Dada a equação

O Zn está sofrendo oxidação ou redução?

4 – Dada a equação

O Mn é oxidado ou reduzido? Explique

5 – Diferencia pilha de bateria.

Após escrever no quadro, P1 deu um tempo para que os alunos copiassem, enquanto caminhou pela sala verificando se todos estavam fazendo a atividade. Alguns estudantes começaram a consultar seus cadernos para tentar fazer os exercícios propostos, enquanto outros chamavam P1 para tirar dúvidas sobre os exercícios.

A aula finalizou com P1 esclarecendo pequenas dúvidas individualizadas dos alunos nas carteiras e com a entrega dos exercícios resolvidos pelos estudantes.

AULA 8 – P1 (2018)

A aula iniciou com 23 alunos presentes com P1 entregando uma atividade de recuperação para os alunos. A atividade consistiu em redigir um relatório experimental a partir

de um modelo que foi entregue por P1 e que algumas partes do relatório estavam escritas e outras precisariam ser completadas. No relatório havia a necessidade de se fazer uma citação indireta e uma citação direta, sendo que para isso foi fornecido um material de apoio para os alunos consultarem. Além disso, foi fornecido um roteiro experimental de como montar a bateria de limão.

O relatório consistia no experimento de uma bateria feita com limões e deveria ter sumário, resumo, introdução (com citação direta e indireta), objetivo geral, objetivos específicos, materiais, procedimento experimental, resultados e discussão, considerações finais, referências.

P1 enfatizou aos alunos o quão importante seria essa atividade, não apenas para recuperar nota, mas para que eles aprendessem a fazer um relatório, sobre como fazer citações, sobre conseguir diferenciar pilhas e baterias, e de conhecer cada tópico da estrutura de um relatório experimental.

A continuidade da aula se deu com os estudantes realizando a atividade de recuperação e P1 auxiliando com pequenas dúvidas conforme os alunos solicitavam.

O relatório foi entregue pelos alunos na aula seguinte, quando P1 deu início a um novo conteúdo.

APÊNDICE D – DESCRIÇÃO DAS AULAS DE P2 EM 2016

AULA 1 e 2 – P2 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 38 alunos presentes. P2 orientou os alunos que iniciariam as apresentações dos seminários. O primeiro grupo apresentou sobre a Pilha de Daniell. Os alunos trouxeram algumas definições em slides, bem como algumas informações sobre a realização do experimento da Pilha de Daniell (vídeo). Durante suas falas, apresentaram erros conceituais ao falar sobre “agente oxidante” e “agente redutor”, confundindo tais termos. Ao final da apresentação P2 solicitou que os alunos explicassem novamente a figura da Pilha de Daniell. Os alunos apresentaram dificuldades para explicar o funcionamento da pilha e indicaram a passagem de elétrons pela ponte salina.

P2 discutiu com eles sobre a ponte salina e a transferência de elétrons pelo fio externo. Além disso, também discutiu sobre a equação da reação global em uma pilha. Nesse momento eles apresentaram dificuldades em representar as equações e semi-reações.

Considerando a dificuldade dos alunos, P2 teve que retomar a apresentação deles para explicar para toda a turma. Para tanto desenhou um esquema no quadro e explicou como aconteceria cada uma das reações, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Reprodução do esquema feito no quadro durante a explicação – P2/Aula 1

Fonte: O autor (2016)

O segundo grupo apresentou sobre Pilhas experimentais. Os alunos levaram uma pilha de limão (prego e moeda, e também Zinco e Cobre, imersos no limão) conectados a um voltímetro. Além disso, uma pilha de água sanitária, utilizando papel alumínio e um fio de cobre imersos em um béquer com água sanitária, conectados a um voltímetro.

O terceiro grupo apresentou sobre “outras pilhas”. Os alunos levaram uma pilha de batata e para isso conectaram em duas batatas uma placa de cobre e outra de zinco. Em uma das batatas eles conectaram a placa de cobre no voltímetro e a placa de zinco na placa de cobre da outra batata, e a placa de zinco da outra batata ligaram no voltímetro. Os integrantes do grupo também fizeram uma pilha de refrigerante, utilizando refrigerante de cola em dois béqueres e colocando em cada um deles um clipe e uma placa de cobre, ligando-os de modo semelhante à pilha de batata.

AULA 3 e 4 – P2 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 35 alunos presentes. O primeiro grupo apresentou sobre Pilhas e Baterias (diferenças e semelhanças). Para isso, apresentaram as partes de uma pilha comum e explicaram as ligações nas pilhas serem em série ou em paralelo. Explicaram sobre o funcionamento da pilha ácida (Leclanché) – enfatizando o uso da pasta ao invés da

solução aquosa (Zn oxida no envoltório da pilha e íons Mn reduzem na pasta da pilha). Explicaram sobre a pilha alcalina e a pilha de mercúrio.

Após a apresentação, P2 pediu para que os alunos identificassem o cátodo e ânodo nas diferentes pilhas apresentadas. Os alunos começam a identificar o cátodo e ânodo na pilha comum, mas na pilha alcalina e demais pilhas eles apresentaram dificuldades e a discussão se perdeu.

O outro grupo que apresentou em seguida, explicou sobre as baterias e apresentaram alguns exemplos (mercúrio ácida, níquel cádmio, hidreto metálico, íon lítio, etc.). Durante as explicações, os alunos se confundiram bastante, especialmente nas reações e semi-reações, bem como na representação química correta (sobrescrito e subscrito). P2 explicou ao final da apresentação sobre o efeito memória causado em algumas baterias, devido à formação de cristais nos “espaços” do dispositivo.

AULA 5 e 6 – P2 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 37 alunos presentes. P2 fez a chamada e depois convidou o primeiro grupo desta aula a iniciar a apresentação de seu seminário.

O primeiro grupo apresentou sobre a corrosão do ferro. Para explicar o fenômeno da corrosão do ferro o grupo iniciou apresentando as equações químicas da reação. Em seguida falaram sobre algumas possibilidades para se proteger o metal da oxidação, em especial a galvanoplastia e alguns outros exemplos. P2 explorou a discussão sobre o que é corrosão, comparou o fenômeno da ferrugem com a oxidação do alumínio e as equações químicas envolvidas no processo de enferrujamento. Na discussão, P2 buscou enfatizar que o processo de corrosão não é um fenômeno exclusivo do ferro.

O segundo grupo apresentou sobre a galvanoplastia. O grupo iniciou a apresentação explicando o funcionamento do processo de galvanoplastia, comentaram sobre a eletrólise utilizando ouro, o processo de cromação, niquelação, douração, entre outros. Os alunos trouxeram para o seminário uma placa de alumínio, protegida por níquel. Além disso, o grupo apresentou um vídeo sobre a galvanização (aço usados em pontes e proteção com zinco a partir do zinco fundido). P2 questionou sobre a diferença entre galvanoplastia, galvanização e pilhas, e depois explicou aos alunos que tiveram dificuldades em responder. Em seguida, P2 comentou sobre a origem dos metais (minérios) e sobre Siderurgia. Nem todos os alunos estavam prestando atenção nas explicações de P2.

O terceiro grupo apresentou sobre Células a combustível. O grupo iniciou falando sobre o experimento de Groove e o melhoramento proposto por Bacon. Em seguida definiram alguns termos e explicaram o funcionamento da célula, seus componentes e subprodutos. Além disso, falaram sobre alguns usos das células a combustível. Após a apresentação, P2 pediu para os alunos explicarem o funcionamento da célula a partir de um esquema. Depois pediu para eles procurarem um vídeo na internet, para passarem para a turma, pois considerou que o vídeo auxiliaria a turma compreender o funcionamento da célula combustível. P2 explicou que seria preciso adicionar um combustível para o funcionamento da célula e falou sobre as implicações, especialmente os perigos, envolvidos no uso de células a combustível. Durante sua explicação, escreveu no quadro as seguintes reações:

O quarto grupo apresentou sobre Tesla. Inicialmente os alunos apresentaram uma biografia sobre Nikolas Tesla e explicaram sobre o motor de indução. Além disso, relacionaram o trabalho a Thomas Edison, em relação ao fato de Edison ter levado o nome em muitas das invenções que foram construídas coletivamente ou por outras pessoas. O grupo relacionou a ideia de corrente contínua em que os elétrons percorrem um único sentido enquanto que na corrente alternada o sentido varia constantemente, conforme as ideias de Tesla e Edison. (AC-DC/ Corrente alternada e corrente contínua). Além disso, os alunos falaram sobre a bobina de Tesla e Wandercliff (além de energia pelo ar, também voz). O grupo falou sobre a morte de Tesla e algumas curiosidades. No final apresentaram um vídeo da bobina de Tesla. P2 não fez questionamentos ao final da apresentação.

AULA 7 e 8 – P2 (2016)

A aula iniciou com aproximadamente 30 alunos presentes e P2 realizou a chamada e em seguida um grupo começou as apresentações dessa aula.

O primeiro grupo desta aula apresentou sobre o processo fotográfico. O grupo explicou que o AgI se transforma em Ag(s) ao entrar em contato com o vapor de mercúrio, no entanto houve pouca discussão química na apresentação deste grupo e nenhuma discussão de P2 com o grupo e/ou com a turma após a apresentação.

O segundo grupo apresentou sobre o funcionamento do bafômetro, utilizando um esquema para explicar que a partir da corrente elétrica gerada no bafômetro pode se identificar

a quantidade de álcool ingerido. A explicação não ficou muito clara. P2 retomou a explicação sobre o funcionamento de uma célula a combustível para relacionar ao funcionamento do bafômetro digital e comentou sobre algumas pesquisas que envolvem as células a combustível.

Os seminários se encerraram e P2 solicitou que os alunos avaliassem o andamento da disciplina, uma vez que o ano letivo estava terminando. Os alunos reclamaram que, de uma forma geral, em muitas das aulas de Química eram realizados exercícios e em poucas aulas se tinha explicação. Sugeriram resolver exercícios em sala de aula, com a supervisão do professor. Os alunos afirmaram aprovar o uso dos seminários para aprenderem e serem avaliados no conteúdo de eletroquímica.

APÊNDICE E – DESCRIÇÃO DAS AULAS DE P2 EM 2018

AULA 1 e 2 – P2 (2018)

A aula iniciou com aproximadamente 36 alunos presentes. Inicialmente, P2 orientou os alunos que nessa aula haveria a apresentação de dois seminários e depois os alunos exercitariam o cálculo do número de oxidação a partir de um jogo didático.

O primeiro grupo iniciou sua apresentação sobre o bafômetro. Os estudantes explicaram o que é um bafômetro e apresentaram alguns tipos de bafômetro.

O grupo mostrou no quadro a equação da reação do dicromato de potássio com o álcool e realizou junto com a turma o cálculo do número de oxidação, conforme a equação abaixo:

O grupo também apresentou a equação da reação que ocorre no bafômetro digital, conforme abaixo:

No ânodo

No cátodo

A equação trazida pelos alunos estava com alguns índices e a carga de um íon representadas de uma maneira incorreta, sem a utilização de subscrito e sobrescrito. Para a explicação, o grupo apresentou um vídeo que mostrava um experimento de bafômetro caseiro, utilizando a solução de dicromato de potássio.

P2 interferiu após a apresentação ressaltando a diferença entre bafômetro analógico e digital, e pediu para os alunos explicarem novamente o que é a oxidação e a redução, mostrando a variação do Nox nas espécies envolvidas. Os alunos tiveram dificuldades em explicar corretamente. P2 retomou o conceito de eletronegatividade, explicou o que é oxidação e o que é redução, enfatizando que esses processos redox ocorrem com ganho e perda de elétrons, bem como com variação do Nox.

P2 corrigiu o uso dos índices e das cargas que estavam incorretas na apresentação do grupo e depois chamou os estudantes para dar um *feedback* sobre o seminário.

O segundo grupo apresentou sobre o processo de revelação fotográfica. Os estudantes começaram explicando o que era uma revelação fotográfica, dizendo que nesse processo havia haleto de prata que se tornaria cristais de prata metálica.

O grupo desenhou um esquema no quadro conforme a Figura 27 e explicou que quando joga a “oxirredução” lá é preciso interromper para não escurecer a foto. Na explicação, os estudantes dizem que se adicionam agentes redutores para retirar resquícios de íons prata (Ag^+)

Figura 27 - Esquema utilizado pelos alunos na AULA 1 e 2 (2018)

Fonte: O autor (2018)

Ao final da explicação, o grupo mostrou um vídeo de como ocorrem todos os processos de revelação fotográfica.

P2 retomou a discussão, questionando a turma se todos compreenderam os processos de oxidação e redução; e reexplicou como o haleto de prata sofre redução, sem se alongar muito na discussão. P2 convidou os estudantes que haviam apresentado para conversarem particular com ela e receberem um *feedback* sobre o seminário. Mas, antes, orientou o restante da turma a se dividir em quatro grupos para exercitarem o cálculo do número de oxidação a partir do jogo QUIMICO-Nox.

Os 4 Kits disponíveis foram distribuídos aos grupos e os estudantes começaram a jogar. A participação dos estudantes no jogo foi bastante intensa e observou-se alguns deles utilizando a tabela periódica para consultarem informações necessárias ao cálculo do número de oxidação.

A aula iniciou com aproximadamente 32 alunos presentes. P2 orientou os alunos que iriam fazer a apresentação de seminário nessa aula e pediu a colaboração do restante da turma. Um aluno procurou por P2 para esclarecer uma dúvida: porque o hidróxido de sódio (NaOH) é mais eletrolítico que o cloreto de amônio (NH₄Cl), mas não foi possível verificar a explicação de P2 ao aluno.

O primeiro grupo a apresentar o seminário falou sobre Pilha de Daniell. Inicialmente, os alunos trouxeram informações históricas sobre quem era John F. Daniell e como ele criou sua pilha utilizando cobre e zinco. O grupo comentou que até então, a pilha utilizada era a idealizada por Alexandre Volta.

Os estudantes explicaram o conceito de pilha, em termos da conversão de energia química em energia elétrica e explicaram o funcionamento da pilha de Daniell, apontando quem era o cátodo e o ânodo, o polo positivo e negativo, bem como onde ocorreria a redução e a oxidação. O grupo apresentou um vídeo para mostrar uma simulação do experimento da pilha da Daniell. O vídeo primeiramente mostrou o contato direto da placa de zinco que era imersa em solução de CuSO₄ e depois o sistema era dividido em dois compartimentos a fim de se utilizar o fluxo de elétrons. Na sequência, apresentaram um vídeo do canal Pontociência em que o experimento da pilha de Daniell é realizado.

Os alunos mostraram as semi-reações e durante a explicação chamaram de “carga” o número de oxidação. Também explicaram o funcionamento da ponte salina, embora na simulação apresentada no vídeo era utilizada uma membrana porosa. Além disso, comentaram sobre a tabela de potenciais para explicar a tendência de o zinco perder elétrons em relação ao cobre e mostraram como calcular a diferença de potencial (ddp) utilizando a tabela.

Durante o cálculo da diferença de potencial, os estudantes apresentam um potencial de redução para a reação de oxidação do zinco, mas realizam o cálculo da diferença de potencial enfatizando a diferença (subtração) de um potencial pelo outro. Ao término da apresentação o grupo passou o vídeo de uma paródia que auxiliaria os demais colegas a memorizarem melhor a ideia do cálculo de ddp.

P2 retomou a discussão verbalmente com os estudantes e explicou que no cátodo sempre vai acontecer redução e que no ânodo a oxidação, e diz para os alunos associarem consoante com consoante (cátodo/redução) e vogal com vogal (ânodo/oxidação). P2 exemplificou o cálculo da diferença de potencial pegando exemplos na tabela de potenciais de redução e fez passo a passo com os alunos. A explicação de P2 considerou a soma do potencial de redução com o potencial de oxidação.

P2 enfatizou aos alunos que quanto mais distantes as reações estiverem na tabela, maior será a diferença de potencial, relacionando tal fato ao uso das baterias de lítio, sendo sua reação a que está no topo da tabela. P2 questionou os estudantes como proceder caso as semi-reações tivessem quantidades diferentes de elétrons liberados e recebidos, e os alunos responderam que deveria multiplicar a quantidade de cobre e zinco nas semi-reações.

P2 questionou os estudantes do motivo pelo qual o sinal da tensão se inverte no multímetro quando se invertem os polos e também se o valor teórico deveria ser menor ou maior do que o valor experimental. Por fim, P2 explicou a importância da ponte salina para fechar o sistema e fazer a pilha funcionar e retomou com os estudantes a explicação de um experimento que já haviam feito em sala (colocar ferro na solução de sulfato de cobre) para explicar que nessa situação está havendo a transferência de elétrons mas que este fluxo não está sendo aproveitado, relacionando ao experimento apresentado na simulação do vídeo (zinco na solução de sulfato de cobre).

O segundo grupo apresentou sobre as pilhas experimentais e montaram uma pilha utilizando dois compartimentos com cobre e zinco, no refrigerante de cola, com as placas ligadas em série. Os estudantes explicaram que o zinco estava oxidando e o cobre reduzindo. O experimento tentou acender um LED, mas não funcionou. P2 corrigiu os alunos dizendo que aquilo era uma bateria.

Em seguida, os estudantes montaram uma bateria com latinha de alumínio, colocando água com sal de cozinha dentro da latinha e dentro dela um fio de cobre enrolado em papel toalha. Durante a explicação, os estudantes disseram que o fio de cobre não poderia ficar em contato direto com a latinha e que ele iria receber elétrons enquanto o alumínio iria perder. O grupo explicou também que o ânodo é a “carga negativa” e o cátodo a “carga negativa” também. Ao final apresentaram uma ilustração para explicar o funcionamento da pilha de Daniell.

O terceiro grupo a se apresentar falou sobre as pilhas comerciais. Inicialmente, os estudantes falaram sobre as pilhas secas e alcalinas. Deram informações de preço, duração, vantagens da pilha alcalina em relação a condução e a diminuição da periculosidade da pilha ácida. Falaram sobre a pilha de Leclanchè mostrando o ânodo e o cátodo e as respectivas reações que ocorrem. Realizaram a mesma coisa para a pilha de mercúrio e apresentaram a voltagem de cada uma dessas pilhas.

O grupo ressaltou os problemas decorrentes do descarte inadequado das pilhas de mercúrio principalmente, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana.

P2 utilizou o assunto para discutir com os alunos as diferentes representações das pilhas, dizendo a eles que aquela pilha (de Daniell) virou essa pilha comercial. Durante a discussão, questionou os alunos o que significava a tampa de aço na pilha comercial pensando analogamente a função na pilha de Daniell. Alguns estudantes acharam que era a ponte salina. P2 foi para o quadro e retomou as semi-reações, questionando como saber se estará havendo uma oxidação ou uma redução sem precisar calcular N_{ox} e explicou aos alunos que se houver elétron no produto significa que está havendo perda de elétrons e que isso caracteriza a oxidação, e o processo contrário aconteceria para a redução, em que os elétrons apareceriam no reagente.

Uma aluna questionou P2 sobre algo que viu em um vídeo, em relação a possibilidade de aumentar o tamanho de uma pilha pequena colocando alumínio nas pontas e P2 responde que daria certo com qualquer metal, pois conduziria eletricidade.

P2 comentou com os alunos sobre os problemas ambientais e de saúde decorrentes do contato com metais pesados, dando exemplos de prejuízo ao sistema nervoso e a contaminação de peixes por mercúrio.

AULA 5 e 6 – P2 (2018)

A aula iniciou com aproximadamente 31 alunos presentes. P2 deu algumas orientações gerais aos estudantes e deu início as apresentações de seminários que ainda faltavam.

O primeiro grupo apresentou também sobre as pilhas experimentais e, para isso, realizou a montagem de uma bateria utilizando sistemas com prego zincados e fios de cobre, no hipoclorito de sódio, ligando-os em série para acender um LED. O experimento não funcionou e P2 vai dar um auxílio aos alunos. Depois disso o LED acendeu.

Ao serem questionados por P2, os estudantes explicaram que o fio de cobre era o cátodo e o zinco o ânodo, enquanto que a ponte salina seria a solução de hipoclorito de sódio.

O segundo experimento que o grupo realizou foi a montagem de uma pilha utilizando limão, fios de cobre e parafuso zincado, montando um sistema semelhante ao anterior para acender um LED. P2 questionou o grupo quem era cátodo e o ânodo, bem como a ponte salina, e os alunos responderam que o cobre seria o cátodo, o zinco o ânodo e o suco do limão a ponte salina, pois ele é ácido. P2 perguntou para toda a turma o motivo pelo qual o limão conduz eletricidade e explicou para eles a importância dos íons presentes ali naquela solução, relacionando essa situação a condução elétrica da água do mar.

P2 questionou os apresentadores se eles haviam feito pilhas ou baterias e eles responderam que eram pilhas. P2 corrigiu o grupo e explicou o porquê eram baterias e não pilhas.

Ao final da apresentação P2 utilizou um modelo físico de pilha comercial para mostrar aos alunos os componentes de uma pilha, explicando a eles como ocorreriam as reações ali dentro. Deixou que os alunos passassem o modelo entre si e o manuseassem enquanto explicava. Durante sua explicação, P2 relacionou a apresentação de um dos seminários sobre o funcionamento das pilhas comerciais e o que cada um dos seus componentes equivaleriam aqueles que faziam parte da Pilha de Daniell. P2 informou aos alunos que depois eles iriam relacionar tudo isso em um esquema para verem cada parte da pilha.

Na sequência, outro grupo iniciou sua apresentação, sobre as baterias. Os estudantes explicaram o que é uma bateria e falaram especificamente sobre o funcionamento da bateria de chumbo/ácido, níquel/cádmio, hidreto metálico, íons lítio; e enfatizam ao explicarem cada bateria qual seria o polo positivo, o polo negativo e a ponte salina.

O grupo explicou também sobre o funcionamento da bateria recarregável e apresentou as semi-reações envolvidas no processo. Segundo os apresentadores, quando a oxidação na bateria para é aplicada uma corrente no sistema que forma novamente as espécies que se oxidam, deixando disponível para a oxidação voltar a acontecer.

Os estudantes compararam também durante as explicações a voltagem das baterias, o efeito memória que pode ocorrer em algumas delas e deram dicas para as baterias dos celulares durarem mais. P2 questionou a confiabilidade de algumas das informações apresentadas.

O terceiro grupo de seminários apresentou sobre galvanoplastia. Os estudantes iniciaram explicando o que é a galvanoplastia e sua principal vantagem. Comentaram também sobre os tipos de galvanoplastia e a diferença dos processos que ocorrem nas pilhas e na eletrólise.

O grupo explicou o funcionamento do processo de galvanoplastia pela eletrólise aquosa de Al em $\text{Au}(\text{NO}_3)_2$, onde a placa de ouro sofre oxidação e o Au adere na superfície do alumínio. Na sequência, os alunos mostraram um vídeo do processo de niquelação do cobre. P2 reclamou que o grupo poderia ter selecionado outros vídeos de galvanoplastia para que a turma compreendesse bem.

Os estudantes explicaram como ocorre a eletrólise aquosa e a eletrólise ígnea a partir de um esquema no quadro, em que exemplificaram a obtenção de Na e Cl_2 a partir do NaCl fundido. P2 pediu para que os alunos diferenciassem o processo da pilha e da eletrólise utilizando o esquema do quadro.

P2 questionou toda a turma sobre o que é galvanoplastia e um aluno respondeu que a energia elétrica é transformada em energia química. P2 refutou a resposta dizendo que isso era muito “decoreba” e que eles precisavam compreender de fato o que isso significava. P2 procurou rapidamente um outro vídeo e mostrou para os alunos o processo de remoção do Au de uma peça para posteriormente realizar a douração de um anel.

P2 comentou com os estudantes que atualmente é muito comum realizar a proteção de metais, como o ferro, que sofrem corrosão com mais facilidade. P2 retomou com os estudantes a relação do processo de eletrólise com o processo que ocorre na pilha, dizendo que na pilha há uma reação química que produz energia elétrica e na eletrólise a energia elétrica gera uma reação química.

AULA 7 e 8 – P2 (2018)

A aula iniciou com aproximadamente 30 alunos presentes. P2 orientou alguns alunos que precisariam realizar atividades avaliativas que estavam pendentes.

Inicialmente um grupo apresentou sobre a corrosão do ferro e os métodos de combate a corrosão. Inicialmente, os alunos definiram corrosão de um metal e as consequências na sociedade. Então, explicaram como se forma a ferrugem a partir das semi-reações do Fe (s) com o O₂ (g). Sobre o combate a corrosão, o grupo apresentou formas de evitá-la ou proteger a superfície com metais/iNox, tintas, proteção catódica, entre outras.

P2 questionou porque ocorre a corrosão e os estudantes responderam que o contato do ferro com o ar e a água faziam a reação acontecer. P2 complementou dizendo que a reação ocorre de forma espontânea e é intensificada com o fenômeno de maresia. P2 relacionou a corrosão do ferro com o processo inverso que ocorre na siderurgia.

O grupo mostrou um vídeo de um experimento em que se observava os diferentes comportamentos da corrosão de um prego de ferro em diferentes meios (água, óleo, água com sal, etc.) e também junto a outros metais como Zn, Cu e Sn. P2 perguntou para a turma se o iNox protegia o metal igual no alumínio em que era formada uma película protetora e os alunos responderam que não. Então, P2 explicou que nesse caso o próprio material tem essa propriedade e que não é como no alumínio em que se forma uma camada de óxido.

O grupo que havia apresentado sobre galvanoplastia na aula passada teve a oportunidade de apresentar outros vídeos para a turma para fechar o que tinha sido discutido na aula anterior. Assim, os alunos mostraram para a turma um vídeo sobre a cobreação de um metal a partir da

eletrólise aquosa; e também outro sobre o processo de niquelagem. Os estudantes detalharam processos de desengraxe, lavagem, ativação ácida, cobreação.

Depois de assistirem o vídeo, P2 chamou os grupos que haviam apresentado nesse dia para dar os *feedbacks* sobre as apresentações dos seminários.

O próximo grupo a apresentar, falou sobre células a combustível. Iniciaram definindo o que é uma célula a combustível e diferenciaram das pilhas, que armazenam seus reagentes, enquanto que na célula a combustível há uma contínua transformação. Segundo os alunos, nela há placas intercaladas em que ocorrem os processos representados pelas reações:

Os alunos explicaram que é uma tecnologia bastante cara e por isso é pouco usada, mas exemplificaram que a mesma é utilizada pela NASA e possui diversas vantagens ambientais em relação as outras pilhas como, por exemplo, formarem poucos poluentes, a faixa de temperatura, entre outras.

O grupo apresentou para a turma um vídeo sobre um carro que funcionava utilizando esse tipo de célula, simulando como ocorrem os processos de geração de energia. P2 comentou com os alunos que é praticamente uma bomba sendo transportada, devido ao gás hidrogênio.

Em seguida, P2 questionou a todos sobre a diferença das células a combustível para as pilhas convencionais e um aluno responde que não há necessidade de ficar alimentando-as e P2 complementou dizendo sobre a ideia de produzir o próprio combustível que alimenta o processo ao invés de armazenar. P2 fez uma relação ao funcionamento do bafômetro digital em que o combustível para produzir eletricidade é o próprio álcool.

AULA 9 e 10 – P2 (2018)

A aula iniciou com aproximadamente 10 alunos presentes. P2 iniciou a aula deixando um aluno que não havia participado das apresentações de seminário apresentar um experimento sobre a construção de uma bateria utilizando forminha de gelo, parafuso zincado, cobre metálico e água com sal de cozinha. P2 fez poucos questionamentos ao final da apresentação.

Na sequência, P2 disse que hoje os alunos aprenderiam um pouco sobre os cálculos na eletroquímica, enfatizando que isso era cobrado nos exames vestibulares e que era importante eles aprenderem. P2 explicou que seria possível relacionar a quantidade de elétrons com a massa dos eletrodos, fazendo a relação a partir dos cálculos.

P2 comentou também que no caso da deposição, um processo inverso, seria possível pensar na quantidade de energia necessária para depositar determinada massa. Durante sua explicação, P2 disse aos alunos que o processo de douração é bastante caro e relacionou o fato a necessidade de 3 elétrons para o processo, em comparação a niquelação em que são necessários apenas 2 elétrons.

P2 escreveu no quadro um exemplo de exercício em que havia a situação de uma boneca que cantava utilizando uma pilha e propôs o problema de quanto de zinco seria consumido deixando a boneca ligada por 1 hora. P2 fez um esquema e foi explicando o passo a passo dos cálculos, como segue a Figura 28.

Figura 28 - Esquema utilizado por P2 na AULA 9 e 10 – Exercício 1 (2018)

Fonte: O autor (2018)

Assim, para manter a boneca ligada por 1 hora, com uma pilha de 0,100 A, haveria consumo de 0,122g de Zn. P2 comentou que após tempo de uso a pilha para, pois os potenciais vão se igualando.

Na sequência, P2 escreveu mais um exercício no quadro, em que seria feita uma galvanoplastia de um instrumento musical com níquel (11,84 g) e $i = 96,4 \text{ A}$. P2 deixou uns minutos para os alunos tentarem resolver e auxiliou alguns deles nas carteiras.

Depois de alguns instantes, P2 explicou no quadro como resolver o exercício, passo a passo, conforme o esquema da Figura 29.

Figura 29 - Esquema utilizado por P2 na AULA 9 e 10 – Exercício 2 (2018)

$$\begin{array}{l}
 m_{Zn} = ? \\
 t = 3600 \text{ s} \\
 Q = i \cdot \Delta t \Rightarrow 0,100 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 360 \text{ C} \\
 \downarrow \\
 \text{carga}
 \end{array}$$

$$\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$$

$$\begin{array}{l}
 m \propto Q \\
 65,4 \text{ g} \propto 2 \cdot 96500 \text{ C} \\
 m \propto 360 \text{ C} \\
 m = 0,122 \text{ g} //
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 1e^{-} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
 6,0229e^{23} = F \\
 F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C/mol} \\
 F = 96500 \text{ C}
 \end{array}$$

Fonte: O autor (2018)

A aula se encerrou com P2 entregando uma lista de exercícios com questões de vestibulares e ENEM para os estudantes tentarem fazer em casa. P2 enfatizou a importância de eles tentarem fazer os exercícios, ficando a disposição para aqueles que tivessem dúvidas durante a realização da tarefa.