UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

SOLANGE WAGNER LOCATELLI

Relação existente entre metavisualização e as representações
simbólica e submicro na elaboração de atividade em química

São Paulo

2016

SOLANGE WAGNER LOCATELLI

Relação existente entre metavisualização e as representações simbólica e submicro na elaboração de atividade em química

Tese apresentada à Comissão do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Versão corrigida da tese. A versão original se encontra disponível na Biblioteca do Instituto de Física e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

SÃO PAULO
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

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

Locatelli, Solange Wagner

Relação existente entre metavisualização e as representações simbólica e submicro na elaboração de atividade em química. São Paulo, 2016.

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

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Metacognição; 3. Eletroquímica; 4. Ensino e aprendizagem

USP/IF/SBI-007/2016

SÃO PAULO
2016

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo e ao meu querido pai, Tito (in memoriam) e maravilhosa mãe, Magdalena, pela criação, valores e apoio incondicional que recebi durante toda a minha vida. Meu irmão Cláudio, sempre amigo e companheiro inseparável, me incentivando e ajudando a prosseguir. Meu marido Adilson pela paciência e compreensão. Minha filha Julia, amor da minha vida, que acompanhou as inúmeras horas de análise e dedicação, sempre me apoiando. Ao meu irmão Sérgio, Anna, João, dona Laura e Francis. Meus amigos que sempre me incentivaram e me apoiaram nas horas difíceis.

Ao meu orientador, Agnaldo, que me acolheu no grupo e sempre contribuiu com suas preciosas orientações, não só com relação à tese, mas também dicas valiosas para a vida acadêmica. Meus colegas da pós-graduação e do grupo de pesquisa: Danilo, Elaine, Tânia, Mauritz, Marcelo e Maria Helena, agradeço o apoio. Aos professores Carmen Fernandez e Guilherme Marson, pelas preciosas contribuições no exame de qualificação. Aos professores Nilson Machado, Maria Regina Kawamura, Myriam Krasilchik e Ivã Gurgel pelos ensinamentos e trocas de ideias nas disciplinas do doutorado. Ao Programa Interunidades USP.

Aos amigos e colegas de trabalho: Beatriz Barreto, Camila Vilar, Silvestre Garcia, Patrícia Pomin, Robson Novais, Maísa Altarugio, Maurílio Fontanesi, Tiago Bevilaqua, Marcela Vedolin, Caio Mendes e Pedro Costa que colaboraram diretamente com contribuições valiosas, com revisões, no laboratório, na coleta de dados, dicas de aprimoramento da tese, tecnologia e apoio incondicional. A toda comunidade Riobranquina, profissionais queridos, aos meus atuais e ex-alunos e especialmente aos 32 alunos que participaram gentilmente nesse trabalho, vocês são demais. Enfim, agradeço a todos, que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. “

Paulo Freire

RESUMO

LOCATELLI, S.W. **Relação existente entre metavisualização e as representações simbólica e submicro na elaboração de atividade em química.** 2016. 311f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

O objetivo desse trabalho foi compreender em que medida uma estratégia metavisual, utilizada em sala de aula, pode ajudar na construção e reconstrução de ideias, especificamente numa atividade introdutória de eletroquímica e quais os fatores envolvidos nesse processo. Para isso, foi desenvolvida uma atividade para o estudo inicial de duas interações eletroquímicas, envolvendo ferro e soluções de sulfato de cobre (II) e ácido sulfúrico. Foi utilizada uma metodologia qualitativa, envolvendo 32 estudantes do 3.º ano do ensino médio de uma mesma escola, idades entre 16 e 18 anos, em que foram feitos os registros audiovisuais dos alunos realizando a atividade e as falas transcritas para análise. Além disso, eles responderam a um questionário para se pesquisar por indícios nas habilidades metavisuais em 1D e 2D e, por último, uma entrevista semiestruturada. Duas categorias foram elaboradas com o objetivo de se classificar as hipóteses propostas para posterior comparação, uma para o nível simbólico e a outra para o submicro, possibilitando a observação de possíveis evoluções e dificuldades encontradas. Com relação às habilidades metavisuais, também foram necessárias três categorias para compor a análise. Os resultados indicam que a estratégia metavisual mostrou-se eficiente para a construção e reconstrução de conceitos associados à eletroquímica, na medida em que as concepções alternativas e dificuldades, comuns nessa área, puderam ser discutidas e modificadas. Houve evolução das hipóteses dos alunos, com intensa modelagem de conceitos, propiciada pela comparação de imagens (metavisualização), tanto no nível simbólico quanto no submicro. Foi observado que os estudantes demonstraram maior dificuldade ao elaborar as hipóteses do submicro, possivelmente por esse nível ter mais detalhes, maior aprofundamento de conceitos, ser mais abstrato e, portanto, não ser natural para os estudantes. Adicionalmente, o tempo de aprendizagem e de modelagem revelou-se diferente para os grupos, o que sugere aos professores considerarem isso no processo ensino-aprendizagem. Finalmente, os resultados parecem apontar também que as habilidades metavisuais e as conexões entre os níveis representacionais podem estar associados a melhores aprendizados e que, muitas vezes, é necessária a utilização de diversas representações e de um tempo maior para que os alunos consigam evoluir. Vale ressaltar que o assunto ainda é pouco pesquisado, se comparado a outros temas e, sendo assim, recomendam-se mais pesquisas sobre as estratégias metacognitivas no ensino de ciências e de química, em que as suas contribuições, no aprendizado dos alunos, possam ser mais investigadas.

Palavras-chave: Eletroquímica. Ensino de química. Estratégia metavisual. Metacognição. Níveis representacionais.

ABSTRACT

LOCATELLI, S.W. **Relationship between metavisualization and symbolic and submicro representations in the elaboration of an activity in chemistry.** 2016. 311f. Thesis (Doctor in Science Education) – University of Sao Paulo, Sao Paulo, 2016.

The purpose of this study was to understand the extent to which metavisual strategy used in the classroom can help in the construction and reconstruction of ideas, specifically an introductory activity in electrochemistry and the factors involved in this process. For this purpose, an activity was developed for the initial study of two electrochemical interactions involving iron and copper sulfate and sulfuric acid solutions. A qualitative methodology was employed, involving 32 students of the 3rd year of high school from the same school, aged 16 to 18, where audiovisual student records were made performing the activity and the speeches transcribed for analysis. In addition, they answered a questionnaire to search for clues in metavisual skills in 1D and 2D and, finally, a semi-structured interview was made. Two categories were prepared for the purpose of classifying the hypotheses proposed for comparison, one for the symbolic level and the other for submicro level, enabling to observe possible changes and difficulties. Regarding metavisual skills three categories were also needed to compose the analysis. The results indicate that metavisual strategy proved efficient for the construction and reconstruction concepts related to electrochemistry, in that alternative conceptions and difficulties common in this field, could be discussed and modified. There was a significant evolution of the hypotheses proposed by students, with intense modeling concepts, fostered by comparing images (metavisualization) both at the symbolic as in the submicro level. It was observed that the students showed greater difficulty in preparing the hypotheses of submicro level, possibly because this level has more details, deeper understanding of concepts, is more abstract and therefore it will not be natural for students. Furthermore, the learning time and modeling proved to be different for the groups, suggesting teachers should consider it within the teaching-learning process. Finally, the results also seem to indicate that metavisual skills and the connections between the representational levels may be associated with better learning and it often becomes necessary to use different representations and more time in order for students to be able to evolve. It is noteworthy that the subject is still poorly researched, compared to other topics and, therefore, it is recommended more research on metacognitive strategies in teaching science and chemistry, in which their contributions to student learning, may be more investigated.

Keywords: Electrochemistry. Chemistry Teaching. Metacognition. Metavisual Strategy. Representational levels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os níveis representacionais – representação triplete.....	23
Figura 2 - Um exemplo de fenômeno químico com as três representações.....	25
Figura 3 - A metacognição e a metavisualização.....	36
Figura 4 - A estratégia POE.....	39
Figura 5 - Exemplo de registro feito por um grupo, referente aos experimentos I e II.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Indício de HM 1 (0 a 10) e atribuição de conceitos.....	78
Gráfico 2 -	Simbólico - Grupo 1.....	88
Gráfico 3 -	Submicro - Grupo 1.....	88
Gráfico 4 -	Simbólico - Grupo 2.....	96
Gráfico 5 -	Submicro - Grupo 2.....	96
Gráfico 6 -	Simbólico - Grupo 3.....	104
Gráfico 7 -	Submicro - Grupo 3.....	104
Gráfico 8 -	Simbólico - Grupo 4.....	112
Gráfico 9 -	Submicro - Grupo 4.....	112
Gráfico 10 -	Simbólico - Grupo 5.....	119
Gráfico 11 -	Submicro - Grupo 5.....	119
Gráfico 12-	Simbólico - Grupo 6.....	127
Gráfico 13 -	Submicro - Grupo 6.....	127
Gráfico 14 -	Simbólico - Grupo 7.....	134
Gráfico 15 -	Submicro - Grupo 7.....	134
Gráfico 16 -	Simbólico - Grupo 8.....	141
Gráfico 17 -	Submicro - Grupo 8.....	141
Gráfico 18 -	Simbólico - Grupo 9.....	149
Gráfico 19 -	Submicro - Grupo 9.....	149
Gráfico 20 -	Simbólico - Grupo 10.....	155
Gráfico 21-	Submicro - Grupo 10.....	155
Gráfico 22 -	Simbólico - Grupo 11.....	163
Gráfico 23 -	Submicro - Grupo 11.....	163
Gráfico 24 -	Simbólico - Grupo 12.....	169
Gráfico 25 -	Submicro - Grupo 12.....	169

Gráfico 26 -	Simbólico - Grupo 13.....	177
Gráfico 27 -	Submicro - Grupo 13.....	177
Gráfico 28 -	Simbólico - Grupo 14.....	184
Gráfico 29 -	Submicro - Grupo 14.....	184
Gráfico 30 -	Simbólico - Grupo 15.....	192
Gráfico 31 -	Submicro - Grupo 15.....	192
Gráfico 32 -	Simbólico - Grupo 16.....	198
Gráfico 33 -	Submicro - Grupo 16.....	198
Gráfico 34 -	Desempenho dos alunos no modelo simbólico durante a atividade.....	200
Gráfico 35 -	Desempenho dos alunos no modelo submicro durante a atividade.....	201

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Algumas nomenclaturas dos níveis de representação.....	23
Quadro 2 -	As oito análises feitas para cada grupo.....	51
Quadro 3 -	Partes A e B dos experimentos e momentos esperados de modelagem.....	52
Quadro 4 -	Categorias para as dificuldades encontradas nas representações submicro.....	54
Quadro 5 -	Classificações do submicro.....	55
Quadro 6 -	Instrumentos de coleta, representações analisadas e categorias referentes à 1. ^a pergunta-problema.....	56
Quadro 7 -	Habilidades metavisuais analisadas quanto à presença de indícios da manifestação pelos alunos e os instrumentos de coleta de dados.....	57
Quadro 8 -	Instrumentos de coleta, objeto a ser analisado e categorias referentes à 2. ^a pergunta-problema.....	61
Quadro 9 -	Resultados do Grupo 1 – Experimento I.....	81
Quadro 10 -	Resultados do Grupo 1 – Experimento II.....	84
Quadro 11 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 1.....	89
Quadro 12 -	Resultados do Grupo 2 – Experimento I.....	90
Quadro 13 -	Resultados do Grupo 2 – Experimento II.....	93
Quadro 14 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 2.....	97
Quadro 15 -	Resultados do Grupo 3 – Experimento I.....	98
Quadro 16 -	Resultados do Grupo 3 – Experimento II.....	101
Quadro 17 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 3.....	105
Quadro 18 -	Resultados do Grupo 4 – Experimento I.....	106
Quadro 19 -	Resultados do Grupo 4 – Experimento II.....	109
Quadro 20 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 4.....	113
Quadro 21 -	Resultados do Grupo 5 – Experimento I.....	113

Quadro 22 -	Resultados do Grupo 5 – Experimento II.....	116
Quadro 23 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 5.....	120
Quadro 24 -	Resultados do Grupo 6 – Experimento I.....	121
Quadro 25 -	Resultados do Grupo 6 – Experimento II.....	124
Quadro 26 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 6.....	128
Quadro 27 -	Resultados do Grupo 7 – Experimento I.....	128
Quadro 28 -	Resultados do Grupo 7 – Experimento II.....	131
Quadro 29 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 7.....	135
Quadro 30 -	Resultados do Grupo 8 – Experimento I.....	135
Quadro 31 -	Resultados do Grupo 8 – Experimento II.....	138
Quadro 32 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 8.....	142
Quadro 33 -	Resultados do Grupo 9 – Experimento I.....	143
Quadro 34 -	Resultados do Grupo 9 – Experimento II.....	146
Quadro 35 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 9.....	150
Quadro 36 -	Resultados do Grupo 10 – Experimento I.....	150
Quadro 37 -	Resultados do Grupo 10 – Experimento II.....	153
Quadro 38 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 10.....	156
Quadro 39 -	Resultados do Grupo 11 – Experimento I.....	157
Quadro 40 -	Resultados do Grupo 11 – Experimento II.....	160
Quadro 41 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 11.....	163
Quadro 42 -	Resultados do Grupo 12 – Experimento I.....	164
Quadro 43 -	Resultados do Grupo 12 – Experimento II.....	166
Quadro 44 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 12.....	170
Quadro 45 -	Resultados do Grupo 13 – Experimento I.....	171
Quadro 46 -	Resultados do Grupo 13 – Experimento II.....	174
Quadro 47 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 13.....	177
Quadro 48 -	Resultados do Grupo 14 – Experimento I.....	178
Quadro 49 -	Resultados do Grupo 14 – Experimento II.....	181

Quadro 50 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 14.....	185
Quadro 51 -	Resultados do Grupo 15 – Experimento I.....	185
Quadro 52 -	Resultados do Grupo 15 – Experimento II.....	189
Quadro 53 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 15.....	192
Quadro 54 -	Resultados do Grupo 16 – Experimento I.....	193
Quadro 55 -	Resultados do Grupo 16 – Experimento II.....	196
Quadro 56 -	Habilidades metavisuais (HM) – grupo 16.....	199
Quadro 57 -	Momentos esperados de modelagem	202
Quadro 58 -	Evolução dos grupos - experimentos I e II – simbólico....	203
Quadro 59 -	Evolução dos grupos - experimentos I e II – submicro.....	204

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Conceito atribuído ao indício de habilidade metavisual.....	68
Tabela 2 -	Respostas à 1. ^a pergunta do questionário II.....	69
Tabela 3 -	Respostas à 2. ^a pergunta do questionário II.....	70
Tabela 4 -	Respostas à 3. ^a pergunta do questionário II.....	70
Tabela 5 -	Respostas à 4. ^a pergunta do questionário II.....	71
Tabela 6 -	Respostas à 5. ^a pergunta do questionário II.....	72
Tabela 7 -	Respostas à 6. ^a pergunta do questionário II.....	72
Tabela 8 -	Respostas à 7. ^a pergunta do questionário II.....	73
Tabela 9 -	Respostas à 8. ^a pergunta do questionário II.....	73
Tabela 10 -	Respostas à 9. ^a pergunta do questionário II.....	74
Tabela 11 -	Respostas à 10. ^a pergunta do questionário II.....	74
Tabela 12 -	Respostas à 11. ^a pergunta do questionário II.....	75
Tabela 13 -	Respostas à 12. ^a pergunta do questionário II.....	75
Tabela 14 -	Respostas à 13. ^a pergunta do questionário II.....	76
Tabela 15 -	Respostas à 14. ^a pergunta do questionário II.....	76
Tabela 16 -	Habilidade metavisual 1 - Classificação.....	77
Tabela 17 -	Habilidades metavisuais – 16 grupos.....	205
Tabela 18 -	Dificuldade observada na representação das partículas.....	206
Tabela 19 -	D1 - Produto diferente.....	207
Tabela 20 -	D2 - Papel do íon sulfato.....	208
Tabela 21 -	D3 - Número de partículas.....	209
Tabela 22 -	D4 - Percepção do tamanho.....	209
Tabela 23 -	D5 - Diferença entre íon e átomo.....	210
Tabela 24 -	Dificuldades demonstradas no submicro.....	211
Tabela 25 -	Fatores favoráveis.....	212
Tabela 26 -	Fatores desfavoráveis.....	213

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO.....	18
1.2 OBJETIVOS, QUESTÕES DA PESQUISA e HIPÓTESES	19
1.3 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	21
2 REPRESENTAÇÃO TRIPLETE EM QUÍMICA	22
3 DOIS NÍVEIS DE ENTENDIMENTO	27
4 VISUALIZAÇÃO	29
4.1 VISUALIZAÇÕES EXTERNAS E INTERNAS	29
4.2 DIAGRAMAS	31
4.3 INTELIGÊNCIA ESPACIAL E HABILIDADE VISUOESPACIAL	32
5 METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO	33
5.1 POR QUE PESQUISAR SOBRE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO?	33
5.2 DEFINIÇÕES DE METACOGNIÇÃO E DE METAVISUALIZAÇÃO	34
5.3 HABILIDADES METAVISUAIS	36
5.4 MANIFESTAÇÃO DE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO	37
5.5. ESTRATÉGIAS DE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO.....	37
5.5.1. A estratégia POE – predizer, observar e explicar.....	38
5.5.2 A estratégia POE-RR: predizer, observar, explicar, repensar e reexplicar	39
6. ENSINO DE ELETROQUÍMICA	41
6.1 TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS	41
6.2 A ELETROQUÍMICA	41
7. METODOLOGIA	45
7.1 PESQUISA QUALITATIVA.....	45
7.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	46
7.2.1 Registro audiovisual e transcrição da elaboração da atividade.....	47
7.2.2. Desenhos e registros elaborados durante a atividade	47
7.2.3 Questionário.....	47
7.2.4 Entrevistas semiestruturadas	48
7.3 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	49
7.3.1 Para responder à 1. ^a pergunta-problema.....	49
7.3.1.1 Categorias do simbólico	52
7.3.1.2 Categorias do submicro.....	53
7.3.1.3 Resumo da forma de análise da 1. ^a pergunta:	54
7.3.2 Para responder à 2. ^a pergunta-problema.....	55
7.3.2.1 Alguns indícios de manifestação de habilidades metavisuais	56

7.3.2.2 Fatores a partir da percepção dos alunos.....	59
7.3.2.3 Resumo da forma de análise da 2. ^a pergunta	60
7.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS ENVOLVIDOS.....	61
7.4 ESCOLHA E PREPARO DOS ALUNOS PARA A ATIVIDADE.....	62
7.5 ORIENTAÇÕES DADAS AOS ALUNOS.....	64
7.6 A ATIVIDADE PROPRIAMENTE DITA.....	65
8 RESULTADOS.....	67
8.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO II - HABILIDADE METAVISUAL 1	67
8.2 CLASSIFICAÇÃO - HABILIDADE METAVISUAL 1 (1D e 2D)	76
8.3 ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICO E SUBMICRO DOS EXPERIMENTOS I e II	78
8.3.1 Análise das representações e trajetória – Grupo 1.....	80
8.3.2 Análise das representações e trajetória – Grupo 2.....	89
8.3.3 Análise das representações e trajetória – Grupo 3.....	97
8.3.4 Análise das representações e trajetória – Grupo 4.....	104
8.3.5 Análise das representações e trajetória – Grupo 5.....	112
8.3.6 Análise das representações e trajetória – Grupo 6.....	119
8.3.7 Análise das representações e trajetória – Grupo 7.....	127
8.3.8 Análise das representações e trajetória – Grupo 8.....	134
8.3.9 Análise das representações e trajetória – Grupo 9.....	141
8.3.10 Análise das representações e trajetória – Grupo 10	149
8.3.11 Análise das representações e trajetória – Grupo 11	156
8.3.12 Análise das representações e trajetória – Grupo 12	163
8.3.13 Análise das representações e trajetória – Grupo 13	170
8.3.14 Análise das representações e trajetória – Grupo 14	177
8.3.15 Análise das representações e trajetória – Grupo 15	184
8.3.16 Análise das representações e trajetória – Grupo 16	192
8.4 GRÁFICOS DE DESEMPENHO DOS ALUNOS DURANTE A ATIVIDADE - PANORAMA GERAL – SIMBÓLICO E SUBMICRO	199
8.4.1 Simbólico.....	199
8.4.2 Submicro	200
8.5 PADRÃO DE EVOLUÇÃO DOS GRUPOS DENTRO E ENTRE OS EXPERIMENTOS - SIMBÓLICO E SUBMICRO.....	201
8.5.1 Simbólico.....	202
8.5.2 Submicro	203
8.6 POSSÍVEIS DIFICULDADES IDENTIFICADAS.....	204
8.6.1 Habilidades metavisuais.....	204
8.6.2 Relacionadas ao submicro.....	206

8.7 OUTROS FATORES NA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS	211
8.7.1 Fatores favoráveis	211
8.7.2 Fatores desfavoráveis	212
9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	213
9.1 CONTRIBUIÇÕES DA ESTRATÉGIA METAVISUAL PARA A RECONSTRUÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES DO SIMBÓLICO E DO SUBMICRO	213
9.2 DESEMPENHO DE CADA GRUPO DE ALUNOS – SEMELHANÇAS/ DIFERENÇAS E OS FATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO.....	216
10 CONCLUSÃO	233
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	238
ANEXOS.....	245
ANEXO 1 - ATIVIDADE REALIZADA E FILMADA COM OS ALUNOS.....	246
ANEXO 2 - REPENSANDO 01.....	248
ANEXO 3 - REPENSANDO 02.....	248
ANEXO 4 - REGISTRO DAS EQUAÇÕES QUÍMICAS E DESENHOS	249
ANEXO 5 – TRANSCRIÇÕES DA ATIVIDADE E QUESTIONÁRIO I (PARTE 11)..	258
ANEXO 6 – QUESTIONÁRIO II	296
ANEXO 7 - ENTREVISTAS COM OS 16 GRUPOS.....	300
ANEXO 8 - FOTOS DOS EXPERIMENTOS	311

1. INTRODUÇÃO

A possibilidade de aquisição de educação científica tem sido apontada como muito importante nos dias atuais, sendo desejável que o aluno se torne capaz de aprender a resolver diversos tipos de problemas concretos, no sentido de auxiliar a sociedade, mobilizando para isso suas competências e conhecimentos científicos (CACHAPUZ et al., 2011). O ensino de ciências e química no Brasil ainda é muito tradicional e para atingir esse status de um ensino participativo, dinâmico, interativo, significativo e que permita ao aluno a possibilidade de tomar decisões relevantes e significativas, ainda muito precisa ser repensado e, principalmente, colocado em prática. Cachapuz et al. (2011) ressalta que o ensino deve ir além da transmissão de conhecimentos científicos e deve favorecer a participação dos alunos, como cidadãos atuantes e capazes de decidir. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) a pesquisa focalizada na área de educação em Ciências ainda é relativamente recente, desde meados do século XX. Em âmbito nacional, nos encontros e congressos sobre o tema, as discussões têm ocorrido acerca do teor e da qualidade dessas investigações e, principalmente, da relação entre o efetivo ensino-aprendizagem dentro da sala de aula e a prática docente. Aqui no Brasil, a produção de artigos nessa área é crescente, no entanto, essas discussões encontram dificuldades em chegar efetivamente à sala de aula, com o objetivo de promover mudanças no ensino, tão necessárias à mudança real, com foco no aluno.

1.1 CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

Para romper com um ensino tradicional, buscando trazer o foco para o aluno, em que ele possa partir de suas ideias e reconstruí-las, o ensino-aprendizado em química deve considerar estratégias adequadas para isso.

Pozo e Crespo (2009) ressaltam que o aprendizado em química se constitui de grandes dificuldades conceituais que podem persistir mesmo após longos e intensos períodos de ensino-aprendizagem em química. É comum se ouvir dizer que química é uma matéria difícil e algo que contribui para isso é o fato inerente da química ser pautada em modelos, que são construções humanas e abstratas, exigindo do aluno muitas habilidades, entre elas, a visuoespacial.

Nos últimos 100 anos, tanto o ensino de química, quanto de bioquímica têm se deslocado de um raciocínio lógico-matemático para um lógico-espacial. O que quer dizer que hoje temos uma linguagem pictórica própria do ensino de química (HABRAKEN, 2004), que se utiliza de visualizações o tempo todo, sendo que pensar sobre elas é um processo fundamental.

De uma forma simples, a metacognição refere-se a pensar sobre seu pensamento. Ampliando-se esse conceito, pode-se dizer que a metacognição refere-se ao monitoramento e autorregulação dos processos cognitivos (FLAVELL, 1976) e considerar estratégias metacognitivas que permitam autorregular essa codificação, levando a uma aprendizagem efetiva, torna-se cada vez mais importante (LOCATELLI; ARROIO, 2013). A metacognição com relação à visualização pode ser chamada de metavisualização (GILBERT, 2005). Por possibilitar reconstrução de ideias e autorregulação, a utilização de estratégias metacognitivas vem sendo crescente no ensino de ciências, em particular na química.

1.2 OBJETIVOS, QUESTÕES DA PESQUISA e HIPÓTESES

O tema a ser investigado nessa tese pode trazer muitas contribuições no ensino-aprendizagem de ciências e, em particular, de química por ser um assunto ainda em início de pesquisa, se comparado a tantos outros que já têm maior investigação que, inclusive, alicerça suas práticas. Pretende-se contribuir com uma maior compreensão de como pensar sobre as visualizações (metavisualização) pode se relacionar com o aprendizado de química,

considerando a representação triplete, mais especificamente a simbólica e, especialmente a submicro.

Então, tem-se como objetivo geral desse trabalho, procurar por respostas à seguinte pergunta norteadora:

Em que medida um aluno pode reconstruir suas ideias ou confirmá-las utilizando-se uma estratégia metavisual?

A partir dessa pergunta mais geral, tem-se como objetivos específicos, responder aos seguintes questionamentos visando contribuir com uma maior percepção de como a metavisualização relaciona-se com as representações simbólica e sobretudo a submicro, no entendimento de fenômenos químicos. Assim, nesse trabalho pretendeu-se procurar um caminho que levasse às respostas para as seguintes questões:

- 1. Em que medida repensar sobre as imagens (metavisualizar) pode contribuir para a (re) construção de modelos explicativos nos níveis simbólico e submicro do fenômeno?*
- 2. Que fatores influenciam a (re) construção de representações simbólica e submicro no entendimento de uma interação de oxirredução, utilizando-se uma estratégia metavisual?*

A partir da estratégia metavisual que possibilita a modelagem, a hipótese inicial era de que, possivelmente, alguns alunos conseguissem reconstruir suas ideias. Talvez para outros, a modelagem fosse interessante também para ratificar e sedimentar seus conceitos. E ainda se acreditava que parte deles não conseguiria atingir os objetivos de reconstrução de ideias e que o problema deveria ser multifatorial, incluindo fatores metavisuais, ou seja, aqueles que se referem às habilidades metavisuais. Portanto, a pesquisa feita sobre esses fatores poderá ser importante para uma atuação mais efetiva no ensino-aprendizagem desses conceitos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Do capítulo 2 ao 6 pretendeu-se trazer um panorama de alguns referenciais teóricos importantes para a compreensão da pesquisa realizada. No capítulo 2, a representação triplete, composta pelos níveis representacionais macro, submicro e simbólico, sendo desejável que o aluno transite por eles para uma compreensão adequada da química. No capítulo 3, algumas definições referentes ao entendimento relacional e instrumental de conceitos. No capítulo 4, conceitos de visualização, utilizados o tempo todo nesse trabalho, com os desenhos e o repensar sobre eles, assim como a inteligência espacial e habilidade visuoespacial que estão relacionadas. Para o capítulo 5, os assuntos tratados foram metacognição e metavisualização, em que se abordou um pouco sobre a pesquisa do assunto, que é relativamente recente e que ainda dispõe de pouco estudo. Foram apresentados conceitos e processos sobre reflexões sobre os pensamentos, significados assumidos e construídos ao longo da atividade. Foi feita uma descrição das habilidades metavisuais que foram pesquisadas e a consideração de estratégias metacognitivas na aprendizagem dos alunos. Para o desenvolvimento da atividade, foi seguida a sequência predizer-observar-explicar (POE) com mais duas fases essencialmente metacognitivas, que foram o repensar e reexplicar: POE-RR. O processo de modelagem também é considerado como importante na aquisição de novos conceitos, sendo essencialmente metacognitivo. E para terminar o capítulo dos fundamentos teóricos, o capítulo 6 trouxe considerações importantes acerca do ensino de eletroquímica, bem como algumas concepções alternativas e dificuldades associadas. No capítulo 7 da metodologia, foi feita a descrição dos métodos para coleta de dados e da realização da pesquisa, bem como a forma de análise e discussão do material coletado. No capítulo 8 foram apresentados e analisados os resultados obtidos, com o objetivo de se responder aos questionamentos da investigação. No capítulo 9 foi realizada uma discussão dos resultados à luz dos referenciais teóricos utilizados. Finalmente, no capítulo 10, as conclusões que puderam ser feitas a partir do estudo realizado.

2 REPRESENTAÇÃO TRIPLETE EM QUÍMICA

Para uma melhor compreensão da química, considera-se necessário que o aluno transite em três níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e representacional) (JOHNSTONE, 1993). Sendo o representacional também denominado de simbólico (GILBERT; TREAGUST, 2009) – figura 1:

Figura 1 - Os níveis representacionais – representação triplete

Transitar por esses três níveis tem sido assinalado por diversos autores como sendo uma difícil tarefa requerida aos alunos (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008; GILBERT, 2008; MOREIRA; ARROIO, 2012; TALANQUER, 2011; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003; TSAPARLIS, 2009).

Como existem muitas definições e entendimentos acerca da representação triplete, aqui considerou-se a sugestão dada por Gilbert e Treagust (2009). A ideia deles é considerar a nomenclatura mais breve e que possivelmente cause menos confusão, representada no quadro 1, na coluna da esquerda, sendo que na da direita, outras terminologias utilizadas por diversos outros autores:

Terminologia sugerida por Gilbert e Treagust (2009)	Outras utilizadas por outros autores (GILBERT; TREAGUST, 2009)
Macro	Nível macro, nível ou mundo macroscópico, etc.
Submicro	Nível sub-micro, nível microscópico, nível submicro, nível molecular, nível atômico, etc.
Simbólico	Nível ou mundo simbólico, química representacional, sistema algébrico, etc.

Quadro 1 - Algumas nomenclaturas dos níveis de representação

Assim, ressaltamos que serão utilizadas as denominações sugeridas por Gilbert e Treagust (2009): *macro*, *submicro* e *simbólico* daqui em diante nesse trabalho.

A representação macro pode ser aquela adquirida pelos sentidos ou suas extensões (GILBERT; TREAGUST, 2009; RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009). É o fenomenológico (GILBERT; TREAGUST, 2009), consistindo das propriedades empíricas e perceptíveis com relação aos sólidos, líquidos e gases, podendo ser medidas (GILBERT; TREAGUST, 2009).

De acordo com Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), o nível macro refere-se aos fenômenos observáveis do dia a dia, como mudança na coloração e aparecimento ou desaparecimento de substâncias, por exemplo. Nesse presente trabalho, isso é especificamente importante, porque o aspecto da cor pode ser observado no primeiro experimento e o aparecimento de um gás, no segundo. Então a formação de cobre metálico (aparecimento de uma cor vermelho-tijolo) e a formação do gás hidrogênio (desprendimento de bolhas), são ambos aspectos do macro envolvidos na atividade realizada pelos alunos nessa investigação.

Para explicar qualitativamente o fenômeno, utiliza-se a representação submicro que envolve partículas, átomos, moléculas, íons, etc. (GILBERT; TREAGUST, 2009). Esse tipo de representação facilita a aprendizagem e também ajuda a prever sobre um fenômeno macroscópico (AL-BALUSHI, 2013). Entretanto esse entendimento parece não ser espontâneo para os alunos e eles precisam ser encorajados para conseguir, parece que isso não é um hábito natural para eles. Em seu estudo sobre a representação submicro, Al-Balushi (2013) atribui que a baixa compreensão observada no seu estudo, deve-se a fraca habilidade que os alunos têm de transitar do macro para o submicro e também de transferir esse entendimento para compreender outro fenômeno.

Com relação à representação simbólica, a mesma traz uma explicação quantitativa do fenômeno, com símbolos que representam as interações entre os átomos, íons ou moléculas, ou ainda, equações químicas balanceadas que representam as interações químicas ocorridas (GILBERT; TREAGUST, 2009) – figura 2.

Figura 2 - Um exemplo de fenômeno químico com as três representações

Bucat e Mocerino (2009) ressaltam a importância de empregar a linguagem adequada no ensino quanto às representações submicro e macro. Alguns exemplos: a fórmula molecular C_8H_{18} não é o octano, mas sim como é representada a composição do octano; o nylon não é uma molécula comprida, embora suas moléculas sejam longas; o benzeno não apresenta um plano de simetria, isso acontece com suas moléculas. A recomendação é de que haja uma precisão nessa linguagem. Além disso, deve ficar claro aos alunos que a representação feita para o submicro é justamente uma representação e não o mundo real. Dessa maneira, eles consideram que para se aprender melhor é necessário explicitar todas as distinções entre os três níveis.

Ainda com relação às partículas, Bucat e Mocerino (2009) afirmam haver uma concepção alternativa comum de se conceber uma interação química numa perspectiva de partícula única, sem considerar o processo ocorrendo com múltiplas delas. Contudo algumas explicações requerem a compreensão da interação entre as partículas, como por exemplo, a ebulição de uma substância. Bucat e Mocerino (2009) também ressaltam uma possível dificuldade em compreender as imagens, demonstrada pelos estudantes, em que partículas de uma substância podem ser representadas de formas diferentes, dependendo do foco que se quer, sendo que para os alunos pode parecer que estruturas diferentes estão sendo apresentadas. Finalizam afirmando que é necessário o entendimento das convenções em que as moléculas são representadas e que o ensino desses conceitos considere isso no processo.

Cheng e Gilbert (2009) afirmam que os alunos podem não aprender química significativamente pois:

- Não conseguem relacionar seus conhecimentos prévios com a nova informação;
- Demonstram dificuldade ou não conseguem interrelacionar os três níveis representativos. Por exemplo, ele pode até balancear uma equação química, mas isso não garante que ele consiga ter sucesso em fazer um desenho para representar o nível submicro.

Enquanto alguns estudantes aprendem mecanicamente e por isso não respondem a questões que demandam um conhecimento mais profundo, também há casos em que eles não estão acostumados com as representações ou ainda não conseguem mentalmente transitar nos três níveis de representação (CHENG; GILBERT, 2009).

Com relação ao nível simbólico, Taber (2009) diz que às vezes, o aluno pode até estar pensando certo, contudo não consegue se expressar através dos símbolos que representam conceitos químicos. Outro ponto interessante é que o uso da simbologia química se torna mais complexa e a demanda cognitiva para compreender também.

Gilbert e Treagust (2009) afirmam que a compreensão da visão macro para a submicro vai se utilizar, cada vez mais, de uma linguagem mais especializada, com símbolos, letras e imagens, sendo que isso só terá significado ao aluno, caso ele tenha vivenciado o fenômeno concreto, na visão macroscópica. Desse modo, a utilização de visualizações pode ajudar a manifestar competências metavisuais que possibilitarão ajudar na reconstrução de ideias, conduzindo o entendimento do concreto para o abstrato.

Jaber e Boujaoude (2012) afirmam que pode haver impedimento do entendimento conceitual referente às interações químicas, visto que os alunos aplicam as características do macro no submicro. Por exemplo, dependendo do modelo atômico que os alunos possuem, eles podem explicar que o átomo do metal diminui de tamanho ao perder elétrons devido ao encolhimento da molécula. Outra razão é não haver a compreensão da natureza dos modelos como sendo uma construção humana e sim como miniaturas da realidade. E concluem que a aprendizagem dessas interações químicas pode ser promovida

pelo ensino explícito que considere a natureza do conhecimento químico (macro, submicro e simbólico) e suas relações.

Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) afirmam que para haver um melhor domínio dos conceitos em química, é necessário compreender as representações nos níveis simbólico e submicro. Entretanto significados diferentes podem ser assumidos para essas representações, quando comparados ao entendimento dos professores. Os novos aprendizes em química costumam se prender mais às características superficiais dos fenômenos, como linhas, números e cores do que nos fundamentos propriamente (KOZMA, 2003; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003). Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) dizem que o desenvolvimento de uma competência representacional é fundamental, para que o aluno entenda as características das representações e as diferenças nas formas. Porque Kozma (2003) diz que a compreensão e o discurso do aluno são restritos por características superficiais das representações apresentadas a eles.

Al-Balushi (2013) afirma que o nível submicro é difícil e abstrato para os alunos e que há muita ênfase nos níveis macro e simbólico, sendo que o submicro fica em segundo plano. Isso pode também explicar, em parte, a grande dificuldade apresentada pelos estudantes para interpretar o submicro utilizando seus conhecimentos prévios. Treagust e Chandrasegaran (2009) também afirmam que tem sido dada maior atenção aos números em detrimento das partículas, o que pode levar o estudante a não compreender os conceitos que as equações e fórmulas carregam.

Um estudo conduzido por Zhang e Linn (2011) sugere que os desenhos elaborados pelos alunos podem ser uma excelente forma para ajudá-los a interpretarem melhor as visualizações para integrar os conceitos, melhorando o entendimento nos três níveis representacionais. No presente trabalho, foi feita a proposta de elaboração de desenhos aos estudantes, com o objetivo de construírem e reconstruírem suas hipóteses, conduzindo-os ao entendimento dos fenômenos eletroquímicos em estudo.

3 DOIS NÍVEIS DE ENTENDIMENTO

Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) fazem referência a dois níveis de entendimento, cuja diferença se dá na profundidade. São eles o instrumental e o relacional. No nível instrumental o aluno sabe como fazer, algo como uma aprendizagem mecânica (SKEMP, 1976), segue um algoritmo, ou seja, ele sabe a regra e é capaz de aplicá-la. Esse nível é mais fácil de ser atingido e já traz recompensas imediatas. Já no nível relacional, o aluno demonstra saber o motivo pelo qual está fazendo (SKEMP, 1976). Envolve uma aprendizagem significativa, em que o estudante sabe o que fazer e compreende o porquê de estar fazendo daquela forma e é capaz de conduzir novas tarefas, já que a compreensão foi efetiva (TREAGUST; CHITTEBOROUGH; MAMIALA, 2003). Sahin, Yenmez e Erbas (2015) também desenvolveram um trabalho no estudo das derivadas em matemática e assumem como entendimento relacional aquele em que o aluno sabe, ao mesmo tempo, o que fazer e a razão para isso, ao passo que no instrumental ele sabe regras, todavia, sem a adequada compreensão dos conceitos. Trazem uma conclusão, também interessante, que se uma ideia importante fundamentando um conceito (no caso, o de derivada) for ignorada, os alunos podem não sair da compartimentalização e assim, não compreenderem adequadamente o conceito, sendo que no trabalho deles concluiu-se que os estudantes ficavam na perspectiva instrumental do entendimento de derivada (SAHIN; YENMEZ; ERBAS, 2015).

No estudo proposto por Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), duas importantes conclusões de importância pedagógica foram colocadas, no que diz respeito ao papel do uso de representações referentes aos níveis simbólico e submicro:

- 1) Para que a aprendizagem seja efetiva, são necessárias, simultaneamente, muitas formas de mostrar esses dois níveis nas explicações químicas.
- 2) Apesar do empenho dos educadores, poderá ou não haver a compreensão desses níveis. Embora as representações sejam úteis para ajudar no

aprendizado, nem sempre o que o professor deseja que o aluno aprenda, de fato, ocorre (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003).

Nesse presente trabalho, foram pesquisados indícios de transição entre o simbólico e submicro, em que foram considerados como sendo os casos em que os alunos atingiram classificação 3 no simbólico¹ e 6 no submicro, ou seja, para os critérios da pesquisa, eles teriam acertado essas representações. Para os casos em que os alunos atingiram 3 no simbólico e 4 ou 5 no submicro, considerou-se como sendo uma transição parcial e ainda, outras classificações diferentes das descritas foram consideradas de não transição. Ainda foram pesquisadas também, algumas possíveis conexões com o macro, especialmente, com relação à cor avermelhada (1.º experimento) e a formação de bolhas de gás (2.º experimento).

Isso é importante, pois de acordo com Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), quanto mais conexões os estudantes conseguirem fazer com relação aos diferentes níveis representacionais (macro, submicro e simbólico), melhor será a compreensão alcançada por eles, que corresponde ao nível relacional. Já no instrumental, o aluno consegue alcançar discretas representações nos níveis, sem relacioná-las, o que poderá impactar no aprendizado.

---

¹ As classificações serão explicadas adiante. As consideradas corretas foram 3 (simbólico) e 6 (submicro). Parcialmente corretas: 2 (simbólico) e 4 ou 5 (submicro). Incorretas: 1 (simbólico) e 1, 2 ou 3 (submicro).

4 VISUALIZAÇÃO

4.1 VISUALIZAÇÕES EXTERNAS E INTERNAS

Gilbert (2005) define dois termos para iniciar a construção do conceito de visualização: percepção visual e imagem visual. A percepção visual refere-se a imagem do objeto enquanto ele está sendo visto. Vale ressaltar que essa percepção visual é seletiva e isso deve ser responsável pelas diferenças qualitativas nas imagens visuais produzidas por cada indivíduo. Já a imagem visual refere-se a essa imagem, mas na ausência do objeto, ou seja, ele sendo imaginado. Embora haja na psicologia interesse em estudar esses dois processos separadamente, aqui ambos serão chamados de visualização, já que envolvem processos mentais similares (GILBERT, 2005).

Rapp e Kurby (2008) afirmam que as representações podem ser parecidas ou simular alguma ideia de algo e serem classificadas em externas ou internas. As externas são aquelas disponíveis no ambiente, sendo algumas dessas representações especialmente desenvolvidas para o meio educacional como mapas, gráficos e desenhos, por exemplo. As internas não estão no meio ambiente, ao invés disso estão armazenadas na mente do estudante.

O que chega ao aluno como figuras, fotos, imagens, desenhos são as visualizações externas. Isso interage de forma idiossincrática para cada pessoa, resultando em uma imagem que é interna, fica na mente. Difícil saber como que um estudante vai interpretar algo novo que chega até ele, já que valores e identidades próprias serão assumidas (LOCATELLI, 2014).

Eilam e Poyas (2010) reafirmam a importância da utilização das visualizações externas no aprendizado, já que os resultados indicam melhor performance utilizando-as do que somente aprender com textos isoladamente. Zhang e Linn (2011) ressaltam a importância e sucesso no uso de visualizações para aprender química, ajudando os estudantes na construção de argumentação consistente.

Justamente porque na química, os indivíduos têm que transitar nos três níveis representacionais envolvendo muitas visualizações, as representações ganham sentido e importância, embora isso seja, segundo Gilbert (2008), um grande desafio aos estudantes.

Cox e Jones (2011) sinalizam a importância que as representações externas têm no ensino-aprendizagem:

Representações externas e o pensamento visual têm o potencial de tornar ideias complexas e problemas mais acessíveis e visíveis a uma ampla gama de estudantes que lutam nas áreas de organização da informação e síntese, reconhecimento de padrões ou a capacidade de identificar ou focar a natureza hierárquica de sistemas (COX; JONES, 2011, p.464).

As visualizações externas são apontadas como auxiliares na aprendizagem, contudo, a escolha do material instrucional e sua utilização deve ser feita com critério, pois, caso contrário, corre-se o risco da criação de uma barreira a mais para os alunos, dificultando ainda mais seu aprendizado (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008; MOREIRA; ARROIO, 2012).

Como já mencionado, a visualização interna é a produção mental do indivíduo armazenada e, quase sempre, é resultado da representação externa. Isso acontece porque, segundo Raupp, Serrano e Moreira (2009) através da habilidade visuoespacial, internalizamos a visualização externa (por exemplo, um desenho) e agora temos uma visualização interna em que as estruturas serão manipuladas na mente do indivíduo e externadas novamente.

Segundo Zhang e Linn (2011), pode haver um equívoco em se usar as visualizações, considerando-as claras e autoexplicativas por si mesmas, o que nem sempre ocorre. Isso porque a quantidade de informação presente numa figura é muito grande e o aluno pode ter dificuldade em compreender todas as suas características e conceitos, não conseguindo focalizar no que realmente é importante para a compreensão do fenômeno. Isso pode levá-los a achar que entenderam perfeitamente, sendo que apenas conseguiram uma abordagem superficial dos conceitos. Com as visualizações, por exemplo, desenhos, os estudantes têm a possibilidade de que seu conhecimento prévio entre em conflito com o que está sendo apresentado e, assim, eles possam reconstruir suas ideias a partir disso, tornando-as mais coerentes. Ao discutirem sobre o

que pensam, antes de fazerem os desenhos, eles têm que decidir o que irão mostrar, ou seja, precisam filtrar o que é realmente importante na representação.

4.2 DIAGRAMAS

O uso de representações através de diagramas nos livros de ciências, jornais e revistas populares é muito comum e acaba sendo um elemento essencial para trazer a informação científica ao público em geral (CHENG; GILBERT, 2009; DAVIDOWITZ; CHITTLEBOROUGH, 2009). Segundo Cheng e Gilbert (2009), eles são úteis para poder entender a representação interna que não é acessível por texto ou palavras. Além disso, o modo verbal sozinho pode expressar apenas parte dos significados dos conceitos químicos, assim recomenda-se o uso de diferentes modos de comunicação como os gráficos e desenhos, por exemplo. Entretanto Cheng e Gilbert (2009) sugerem que alguns alunos, possivelmente, não consigam ver diferenças entre o seu diagrama e um apresentado a eles para comparação.

Nesse trabalho de pesquisa, os alunos foram convidados a fazer desenhos com representações de partículas, que de acordo com Ardac e Akaygun (2005), não são diretamente percebidas por outros meios, sendo que há evidências teóricas e empíricas que apoiam a importância da imagem visual nas operações cognitivas. De acordo com a teoria dual de codificação (PAIVIO, 1990) as informações apresentadas verbalmente ou por imagens são processadas separadamente, mas estão interconectadas, o que reforça a ideia de se considerar também as visualizações no aprendizado em ciências.

4.3 INTELIGÊNCIA ESPACIAL E HABILIDADE VISUOESPACIAL

“A química é uma ciência visual” (WU; SHAW, 2004, p.465).

“Central para a inteligência espacial é a capacidade de perceber o mundo visual com precisão, para executar transformações e modificações sobre a própria experiência visual, mesmo na ausência de estímulo físico. ” (GARDNER, 1983, p.173, tradução nossa). Segundo Gilbert (2005), um modelo mental é uma representação formada por um indivíduo ou um grupo, como por exemplo, um modelo mental de um átomo e Gardner (1993) acrescenta que a inteligência espacial é a capacidade de um indivíduo de formar um modelo mental de algo espacial e conseguir manobrar e operar esse modelo. Então um aluno pode ter um modelo mental de átomo e a partir dele, pode modificá-lo para chegar ao modelo científico que é aceito pelos cientistas ou ainda, utilizar esse modelo mental para aprender outros conceitos, como as moléculas, os íons, etc.

A construção dos significados pode se dar através das visualizações externas que chegam ao aprendiz e que possibilitarão a ele criar modelos mentais. A habilidade visuoespacial é que irá permitir que essas visualizações se internalizem em visualizações internas (poderão ser modelos mentais), que serão manipuladas na mente e exteriorizadas novamente (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009). Segundo esses mesmos autores, essa habilidade irá permitir que o aluno transite entre os três níveis representacionais: macro, submicro e simbólico. Gilbert (2005) aponta que há uma correlação entre ter habilidade visual e ter melhor capacidade de resolver problemas que requerem componente explícito de visualização, o que de certa forma seria esperado. Mas, interessante é que também há correlação entre ter habilidade visual e conseguir resolver problemas gerais de química. Isso corrobora para que se considere fundamental o desenvolvimento dessa habilidade visuoespacial para aprender, por exemplo, química.

5 METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO

5.1 POR QUE PESQUISAR SOBRE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO?

A metacognição tem sido reconhecida como muito importante na aprendizagem em ciências (BAKER, 2002; GILBERT, 2005; GONZÁLEZ; ESCUDERO, 2007; LOCATELLI; FERREIRA; ARROIO, 2010; RICKEY; STACY, 2000; THOMAS; ANDERSON; NASHON, 2008) entre muitos outros pesquisadores, sendo que Gilbert (2005) e Locatelli, Ferreira e Arroio (2010) também apontam a importância da metavisualização.

“Desde os trabalhos pioneiros de John Flavell (1976, 1979), tem havido contínuo interesse na pesquisa sobre o tema em como desenvolver, alcançar e medir a metacognição dos estudantes” (THOMAS; ANDERSON; NASHON, p. 1701, 2008, tradução nossa). E, justamente, essa possibilidade que existe em se estudar o processo de aprendizagem dos alunos, numa perspectiva de desenvolvê-lo e melhorá-lo cada vez mais, torna o tema tão presente nas pesquisas (THOMAS; ANDERSON; NASHON, 2008). Em acréscimo a isso, também existe a discussão sobre o tema, que é relativamente recente, a complexidade envolvida e ainda a quantidade de definições que é muito grande.

Zohar e Barzilaib (2013) realizaram um estudo para mapear o que está sendo feito em pesquisa no campo da metacognição em ensino de ciências. A ideia seria identificar tendências e possíveis questões para pesquisa futura. Para isso, 178 artigos foram analisados levando-se em consideração o intervalo dos anos de 2000 a 2012. Concluíram que a pesquisa nessa área está em crescimento e expansão, sendo que a metacognição está, gradualmente, sendo integrada na pesquisa na área. O entendimento conceitual das ciências parece ser um dos objetivos centrais das pesquisas recentes, sendo utilizado um grande número de estratégias para auxiliar a metacognição dos estudantes, com dicas e limites da utilização da metacognição.

Estão listadas abaixo, quatro lacunas que foram identificadas, sugerindo pesquisa futura na área:

- Há um número maior de pesquisa quanto ao desenvolvimento de habilidades metacognitivas e menos atenção está sendo dada aos estudos com relação ao desenvolvimento do conhecimento metacognitivo;
- Temos uma carência de estudos que permitem concluir a efetividade da instrução metacognitiva no aprendizado de ciências;
- Existe um número insuficiente de pesquisa na investigação da metacognição com as crianças menores da educação infantil e do ensino fundamental I;
- Foram encontrados poucos trabalhos com relação ao conhecimento de professores e desenvolvimento profissional com relação à metacognição (ZOHAR; BARZILAIB, 2013).

5.2 DEFINIÇÕES DE METACOGNIÇÃO E DE METAVISUALIZAÇÃO

Apesar das inúmeras definições, nesse trabalho optou-se pela definição do próprio John Flavell, pois é a que contempla a atividade e a pesquisa envolvida quanto aos aspectos de conhecimento sobre o conhecimento, monitoramento e autorregulação da aprendizagem.

Metacognição refere-se a um conhecimento a respeito do seu próprio processo cognitivo e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles [...] metacognição refere-se, entre outras coisas, ao monitoramento ativo e consequente regulação e orquestramento desses processos com relação a objetos cognitivos (FLAVELL, 1976, p.232, tradução nossa).

Já a metacognição, com relação à visualização, pode ser chamada de metavisualização (figura 3), que seria navegar entre as imagens, envolvendo avaliação e interpretação. Seria uma habilidade de adquirir, monitorar, integrar e ampliar a aprendizagem que envolve tanto a representação interna quanto a externa (GILBERT, 2005).

Figura 3: A metacognição e a metavisualização

Gilbert (2005) aponta alguns indícios de que a metavisualização realmente exista que são:

- A existência de uma inteligência espacial que abarca todos os campos de conhecimento, portanto é possível pensar sobre ela;
- Um modelo de memória que explica a visualização e a metacognição associada a ela;
- Evidência de que a visualização é central no processo de pensamento e que a memória é sempre empregada e requerida, portanto é possível pensar nela (GILBERT, 2005).

Assim a metavisualização poderá ser muito importante no estudo em química, pois ao considerarmos que a demanda intelectual requerida para transitar entre os três níveis representacionais necessários à sua compreensão – macro, submicro e simbólico - é muito alta e, particularmente em química, isso é muito importante (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008; GILBERT, 2005), torna-se fundamental pensar, autorregular e monitorar essas visualizações (metavisualização), a fim de regular o processo de construção de uma compreensão química sobre algum fenômeno, visto nessas três perspectivas.

5.3 HABILIDADES METAVISUAIS

Justi, Gilbert e Ferreira (2009) consideram que a metavisualização envolve a demonstração de cinco habilidades:

- 1) Entender o que significam as representações, suas convenções tanto para os modos e submodos como também as dimensões que podem aparecer em ciências.
  - a) Uma dimensão (1D): uso de símbolo químico - que no caso desse trabalho envolve as equações químicas propostas pelos estudantes para explicar as interações no nível simbólico.
  - b) Duas dimensões (2D): uso de desenhos - que foi utilizado também para propor uma explicação para o submicro com relação às interações estudadas.
  - c) Três dimensões (3D): que emprega objetos concretos.
- 2) Capacidade de mentalmente transitar nos modos, submodos e também entre os níveis de representação que possam existir para representar dado fenômeno. Aqui, intencionou-se descobrir se os alunos demonstrariam indícios de transitar entre os níveis simbólico e submicro.
- 3) A capacidade do aluno de conseguir propor uma representação em um modo e submodo para dado fenômeno - que foi a atividade proposta para investigação.
- 4) Propor resoluções para novos problemas, com a utilização de analogias para visualizações utilizadas anteriormente (GILBERT, 2008) – também fez parte das tarefas propostas, já que os estudantes foram convidados a repensar e reconstruir sua proposta do 1.º experimento, procurando explicar o segundo, utilizando-se de visualizações muito semelhantes.
- 5) Conseguir prever o comportamento de algo, através de visualizações.

No presente trabalho foram pesquisados indícios de algumas dessas habilidades, especificamente a 1 (a e b), 2 e 3. A intenção foi em verificar ou não indícios de habilidades metavisuais manifestadas pelos estudantes.

5.4 MANIFESTAÇÃO DE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO

Embora tanto a metacognição quanto a metavisualização sejam reconhecidas como importantes na aprendizagem, os resultados da pesquisa de Kung e Linder (2007) indicam que somente a grande quantidade de metacognição manifestada não parece melhorar o sucesso dos estudantes no laboratório, contudo sugerem que a metacognição possa influenciar no comportamento dos alunos, já que eles assumem uma postura mais reflexiva. Assim, o estudo recomenda considerar o resultado que trouxe o exercício metacognitivo e não somente a quantidade manifestada. Outro aspecto apontado por Locatelli e Arroio (2011), é o de que a manifestação da metavisualização parece estar relacionada a um melhor desempenho, entretanto que existem outros fatores que podem interferir nesse processo. Para favorecer a manifestação da metacognição, os alunos foram orientados a falarem em voz alta tudo o que estivessem pensando.

5.5. ESTRATÉGIAS DE METACOGNIÇÃO E METAVISUALIZAÇÃO

A utilização de estratégias de metacognição tem sido apontada como um elemento importante na aquisição de autonomia pelos estudantes (GONZÁLEZ; ESCUDERO, 2007; KABERMAN; DORI, 2009), em que se poderia salientar a possibilidade de autorregulação da aprendizagem dos conceitos necessários para aprender determinado assunto.

O aprender na sala de aula parece envolver três aspectos: a avaliação como regulação do processo, a interação social em sala de aula e a autorregulação da aprendizagem. Normalmente, os professores estão atentos mais aos dois primeiros aspectos, sendo que a autorregulação, que é a parte da regulação por parte do aluno, não é incentivada (GONZÁLEZ; ESCUDERO, 2007). Nesse sentido, percebe-se a importância de um ensino que considere

estratégias metacognitivas para auxiliar o aluno a adquirir autonomia, que o possibilite a autorregular sua aprendizagem, isto é, que o leve a pensar sobre o que ele fez, com planejamento e intencionalidade. Ademais, estudantes que sabem utilizar diferentes estratégias de aprendizagem, formas de pensar e de resolver problemas, estarão mais aptos a usá-los em seu benefício, pois o conhecimento metacognitivo sobre essas estratégias permitirá a ele um melhor desempenho e um melhor aprendizado (KABERMAN; DORI, 2009).

Entre várias estratégias metacognitivas, uma que tem sido apontada como eficiente na aprendizagem em química é o POE (predizer, observar e explicar) (RICKEY; STACY, 2000). Aqui se considera também que possa ser tanto metacognitiva como metavisual, no sentido que pode utilizar-se de visualizações. A descrição dessa estratégia POE foi feita a seguir.

5.5.1. A estratégia POE – predizer, observar e explicar

A estratégia POE, seu significado e relação com a estratégia metacognitiva estão representados na figura 4:

Figura 4 - A estratégia POE

Com essa estratégia metacognitiva, os alunos dizem o que acham que irá acontecer, buscando explicações (Predizer, figura 4). Depois disso, eles

observam ou realizam um experimento (Observar, figura 4) e devem agora reconciliar (Explicar, figura 4) as observações com seus apontamentos iniciais (RICKEY; STACY, 2000), o que os leva a um exercício de metacognição (figura 4). Caso a metacognição se refira às visualizações, pode ser uma estratégia metavisual, que é o caso dessa pesquisa, em que os alunos repensaram sobre suas ideias iniciais com o apoio de imagens.

Dessa forma, basicamente podemos dividir essa estratégia pedagógica em três estágios importantes:

- *Predizer*: dado um evento, o estudante será encorajado a prever o que irá acontecer, propondo uma explicação para sua hipótese, baseando-se em seus conhecimentos prévios sobre o assunto.
- *Observar*: nessa fase, haverá a oportunidade de observar o fenômeno, isto é, o que realmente ocorre.
- *Explicar*: nessa última etapa, ele terá que reexaminar suas ideias, pois terá que conciliar suas ideias prévias com o observado (RICKEY; STACY, 2000), buscando compreender a concepção científica aceita.

5.5.2 A estratégia POE-RR: prever, observar, explicar, repensar e reexplicar

A estratégia POE tem sido eficiente para promover mudança conceitual, entretanto recomenda-se precaução com respeito ao fato de que os alunos possam tentar interpretar o que estão observando com suas concepções prévias, que podem não estar de acordo com a visão científica aceita (RICKEY; STACY, 2000). Sugere-se a utilização de mais duas etapas metacognitivas com o objetivo de possibilitar a autorregulação do processo: o repensar (observação metavisual) e reexplicar, que é a POE-RR (LOCATELLI; ARROIO, 2014). A observação metavisual (repensar) consiste de uma representação externa que será apresentada aos alunos, com o objetivo de que eles possam se autorregular em alguma medida.

Um aspecto importante nesse trabalho é a possibilidade de modelagem durante a atividade, que pode propiciar aos estudantes pensarem e conversarem entre eles cientificamente, com relação ao fenômeno observado (PENNER, 2001), além de que eles puderam compartilhar ideias, discutindo e refletindo sobre seu próprio entendimento (JONASSEN; STROBEL; GOTTDENKER, 2005), o que caracteriza uma etapa metacognitiva. Embora a sequência e a proposta não sejam as mesmas, a abordagem desse trabalho tem algumas características em comum com o modelo de modelagem proposto por Justi, Gilbert e Ferreira (2009). Segundo os resultados obtidos, a estratégia mostrou-se eficiente e levou os alunos a bons níveis de entendimento do tema equilíbrio químico, com a ausência de concepções alternativas comuns no tópico. Ressaltam também o papel do professor como fundamental na mediação. Algumas ideias em comum são a produção de modelos mentais para explicar um fenômeno de química, a proposição de um modo de representação adequado e a modificação desses modelos, com a intenção de construir um modelo mais próximo do científico. Com isso, o aluno poderá ter a possibilidade de ir modelando seus conceitos, regulando e redirecionando quando necessário. Justi, Gilbert e Ferreira (2009) assinalam que repensar propicia ao aluno considerar aspectos não incluídos no início de suas hipóteses.

Aqui, com o objetivo de possibilitar a modificação do modelo mental, intencionou-se que o aluno confrontasse a hipótese levantada por ele com um desenho (visualização externa), comparando, reconstruindo e modelando seu modelo mental, dessa maneira, propiciando uma melhor compreensão das representações dos níveis simbólico e submicro.

E vale ressaltar que em todas essas estratégias, o papel do professor como condutor do processo é imprescindível, interferindo sempre que necessário de forma crítica e reflexiva, já que nem todos os estudantes poderão construir corretamente os conceitos, pois essa compreensão é um processo altamente complexo. A atividade que se desenvolveu para a pesquisa foi num primeiro momento realizada pelos alunos, que discutiram em dupla e tiveram o apoio do material e dos desenhos explicativos feitos com esse objetivo. Posteriormente a essa atividade, houve uma discussão coletiva que foi mediada pela professora da turma, com intensa discussão das ideias registradas.

6. ENSINO DE ELETROQUÍMICA

6.1 TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Antes de considerar os problemas específicos no aprendizado em eletroquímica, vale iniciar a discussão com questões relacionadas ao conceito de transformação química. Rosa e Schnetzler (1998) apontam as principais dificuldades e concepções acerca desse tema central da química. A primeira é a concepção alternativa de que a matéria é algo contínuo e não particulado, o que pode ser tornar um obstáculo, sobretudo na compreensão do mundo submicro. Pozo e Crespo (2009) afirmam que o modelo corpuscular da matéria é um dos mais difíceis para os alunos aprenderem, pois isso pode ser um problema relacionado a uma representação que não é a observável (submicro). A outra grande dificuldade é que as explicações ficam somente no nível macroscópico, sendo grande a dificuldade em se adentrar no nível submicro, em que o aluno teria condições de construir um modelo explicativo que mais se aproximasse de um modelo científico (ROSA; SCHNETZLER, 1998), que é justamente o desejável.

6.2 A ELETROQUÍMICA

Estudos indicam a grande dificuldade na aprendizagem em eletroquímica, de forma geral (OBOMANU; ONUOHA, 2012; ROSENTHAL; SANGER, 2012; SCHMIDT; MAROHN; HARRISON, 2007). Obomanu e Onuoha (2012) validaram um instrumento para identificar esses problemas conceituais em eletroquímica. Segundo seus resultados, os estudantes apresentaram dificuldade em 84% do teste realizado, indicando muitos

problemas na compreensão de eletroquímica. Uma das conclusões é de que as semirreações dos eletrodos parecem ser as menos compreendidas e mal generalizadas por 50% deles. A interação química investigada no presente trabalho requer o entendimento das semirreações (a de oxidação e a de redução) para que o aluno compreenda a interação de oxirredução entre um metal e íons em solução. Dentre os vários aspectos apontados por Schmidt, Marohn e Harrison (2007), existe uma concepção alternativa de que os elétrons migram através das soluções de um eletrodo a outro. E ainda, o estudo feito por Rosenthal e Sanger (2012), deu-se com um grupo de 55 estudantes sobre a interação entre uma solução de nitrato de prata e de cobre metálico, utilizando animações em computador. Da mesma forma que os outros autores, o estudo aponta na direção de dificuldades no aprendizado desse tópico. A tarefa dos alunos era a de interpretar e explicar as animações que estavam vendo acerca dessa interação. Os resultados indicaram inúmeras concepções alternativas e dificuldades, sendo as principais: confusões nas representações das moléculas de água e nitrato, o desaparecimento das cargas dos íons em solução, ficando neutros, a indicação incorreta das cargas dos íons, erros na proporção de cobre que reage e na proporção nitrato e íons de prata, o não reconhecimento de que a transferência de elétrons muda a carga e tamanho dos átomos ou íons, o não esclarecimento da explicação do aparecimento da coloração azul e confusão das propriedades macroscópicas e das partículas na reação química. O grande obstáculo apontado pelos autores se deve ao fato das animações terem sido assistidas pelos alunos sem narração, o que pode ter sido uma barreira na compreensão das representações que aconteciam (ROSENTHAL; SANGER 2012).

Barke (2012) afirma que os alunos confundem e misturam o nível macro e o submicro, como exemplificado por ele quando diz que um íon de cobre recebe dois elétrons, se reduz e forma cobre, sendo que, ao invés de fazer referência ao cobre como substância, ele deveria dizer que se reduz para um átomo de cobre. Outra concepção alternativa apontada por ele vem de um processo histórico, em que a oxidação era considerada uma reação com oxigênio, sendo essa ideia muito atrativa, em que o foco da interação fica no oxigênio e não na troca de elétrons, o átomo de ferro se oxida e se junta a um oxigênio que vem do sulfato (BARKE, 2012).

Barke (2012) identificou concepções alternativas com alunos ao final do ensino médio ao pesquisar sobre a interação química entre átomo de ferro e íons de cobre que foram: o cobre se separa do sulfato e gruda no átomo de ferro, a substância sulfato de cobre é reduzida, átomos de cobre atraem elétrons, o ferro pode absorver a solução e isso daria a coloração avermelhada, entre outras.

Treagust e Chandrasegaran (2009) dizem que é comum o aluno pensar que, por exemplo, os íons de sódio e de nitrato não ficam separados e sim se unem necessariamente para produzir algo, como nitrato de sódio, ao invés de ficarem dissolvidos e envoltos por água na solução. Também é comum o aluno achar que uma fita de magnésio é composta por íons Mg^{2+} , não diferenciando o significado dos símbolos Mg e Mg^{2+} .

Conforme descrito, a quantidade de conceitos envolvidos na interação de íons com os átomos neutros, transferência de elétrons, representações das espécies químicas, cargas, entre outros, é muito grande e, certamente os alunos precisam de ajuda para poderem representar corretamente e compreenderem o fenômeno nos três níveis representacionais. Aqui, pretendeu-se estudar uma interação química semelhante ao estudo proposto por Rosenthal e Sanger (2012), entre íons de cobre (II) em solução aquosa e palha de aço, mas numa outra perspectiva, a metavisual. E, justamente, por causa dessas dificuldades apontadas no trabalho de Rosenthal e Sanger (2012), pretendeu-se investigar qual seria a relação entre metavisualização e a compreensão do fenômeno em questão, ou seja, em que medida a metavisualização poderia contribuir para a compreensão adequada nos três níveis representacionais e a partir disso, foram propostas possíveis intervenções para ajudar os alunos a compreenderem os fenômenos de oxirredução. Em especial, o foco foi nos níveis simbólico e submicro, em que se pediu para que desenhasssem representações, pois de acordo com Davidowitz e Chittleborough (2009) quando os estudantes desenharam é possível saber como é o entendimento deles do macro. Hamza e Wickman (2007) explicam que as concepções alternativas trazidas pelos estudantes não necessariamente restringem suas aprendizagens, já que podem servir para despertar o raciocínio, sendo possível a eles refletir sobre elas, que foi a proposta da atividade metavisual nesse trabalho. Schmidt, Marohn e Harrison

(2007), ao pesquisar sobre várias concepções alternativas no ensino de eletroquímica, sugerem que o ensino desse tópico deva utilizar uma estratégia em que seja possível explicitar essas concepções trazidas pelos alunos e Treagust e Handrasegaran (2009) acrescentam que, além disso, as discussões com os pares e o professor podem trazer melhores entendimentos da relação triplete em química.

Assim, a investigação a ser realizada partiu da observação de alunos (organizados em duplas) realizando uma atividade que utiliza a estratégia POE-RR. Com o objetivo de se introduzir o assunto oxirredução, foi apresentada uma situação em que eles disseram o que achavam que iria acontecer e por que. A situação foi centrada no estudo inicial do tema, em que foi questionado o que eles achavam que deveria acontecer se um pedaço de palha de aço fosse adicionado a um béquer contendo uma solução aquosa de sulfato de cobre (II) – fase de predizer. Após os alunos registrarem suas hipóteses e possíveis explicações, foi realizado o experimento – fase de observação. De acordo com o observado, eles procuraram (re) explicar, levantando novas hipóteses que dessem suporte ao que foi observado. Foi dada uma orientação para que a fase de explicação se desse nos três níveis representacionais. Fizeram um segundo experimento, da mesma forma, mas com a interação entre a palha de aço e solução aquosa de ácido sulfúrico. Aqui, teve-se o objetivo de verificar, em que medida eles conseguiriam reconstruir suas ideias, modelando-as.

A estratégia POE-RR foi escolhida, pois a POE é apontada por Rickey e Stacy (2000) como sendo uma ferramenta instrucional para promover a metacognição, sendo assim, sua escolha foi favorável à pesquisa em questão. A atividade foi centrada em visualizações externas como o experimento (macro), modelos em bolinhas representando as espécies químicas (átomos e íons) e símbolos químicos para que os alunos representassem o fenômeno através de uma equação química. Dessa forma, pretendeu-se analisar a relação entre a metavisualização manifestada pelos estudantes e o desenvolvimento dessa atividade.

7. METODOLOGIA

7.1 PESQUISA QUALITATIVA

De acordo com Minayo (1996, p.16), “entendemos por metodologia o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”. A ideia aqui é justamente descrever o caminho percorrido com o objetivo de responder às questões da pesquisa. A pesquisa qualitativa envolve uma preocupação com o que não pode ser quantificado, embora dados qualitativos e quantitativos possam se complementar numa análise. Mas a escolha foi trabalhar com significados, que podem também abranger valores e atitudes (MINAYO, 1996). Nessa perspectiva qualitativa, em geral, as amostras são menores para que a análise e interpretação possam se dar em maior profundidade, assim a maneira de coletar dados e de analisá-los é própria (MARCONI; LAKATOS, 2004), tendo caráter indutivo no caso da qualitativa e dedutivo na quantitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Segundo Marconi e Lakatos (2004), existe um mínimo de organização anterior à pesquisa, mas não há regras muito precisas, há maior flexibilização, já que as teorias aplicáveis irão se somar à investigação durante o processo. Ainda como uma característica importante, é destacado que os dados sejam provindos de um ambiente natural, em que o processo é mais descritivo, o material coletado terá um componente de intuição ao ser analisado, sendo o processo em si fundamental, muito mais que os resultados obtidos. Finalmente, é ressaltado o significado do que se está sendo compreendido (BOGDAN; BIKLEN, 1994; MARCONI; LAKATOS, 2004).

A pesquisa começa por uma ou mais perguntas-problema direcionando a tese e termina com respostas provisórias dentro da realidade pesquisada. Provavelmente, com muitas outras indagações. Temos a fase exploratória, o trabalho em campo e o tratamento do material que pode seguir a seguinte ordem: ordenar, classificar e analisar o que foi coletado (MINAYO, 1996).

De acordo com Stake (2011), numa pesquisa qualitativa, alguns dados de observação em campo são imediatamente reconhecidos como importantes para responder a pergunta-problema e são chamados de interpretativos. Com relação aos dados agregativos, são aqueles que só terão sentido quando se juntam a outros.

Com relação ao conceito de triangulação, de acordo com Marconi e Lakatos (2004, p.283): “Quando há um tríplice enfoque no estudo de um fenômeno social, descrito, explicado ou compreendido, tem-se a técnica da triangulação”, que se refere a considerar uma combinação de vários instrumentos para investigar um dado fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2004). Na pesquisa qualitativa é importante a triangulação, para que haja maior confiança nas evidências que irão compor significados (STAKE, 2011). Nesse estudo, procurou-se responder a duas questões, utilizando-se, ao menos, três instrumentos de coleta de dados para cada uma delas, justamente com o objetivo de se atingir a triangulação e atribuir maior confiança às possíveis respostas encontradas.

7.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A seguir serão apresentados os instrumentos utilizados na coleta de dados, visando responder às perguntas dessa pesquisa. Para se estudar conceitos iniciais em eletroquímica, uma atividade foi elaborada pela pesquisadora e realizada junto aos alunos, visando a compreensão de conceitos básicos nesse tópico (anexo 1), com a utilização do registro audiovisual e das falas transcritas para posterior análise.

7.2.1 Registro audiovisual e transcrição da elaboração da atividade

Após o registro audiovisual, os alunos realizaram parte das transcrições de suas produções, entregando à professora na aula da semana seguinte, juntamente com seus vídeos. Foram 16 transcrições, com aproximadamente 100 minutos cada, totalizando por volta de 26 horas de falas. Essas transcrições foram checadas e finalizadas pela pesquisadora.

7.2.2. Desenhos e registros elaborados durante a atividade

Durante a atividade, os alunos elaboraram registros e desenhos que correspondem às suas hipóteses sobre as representações simbólica e submicro.

7.2.3 Questionário

Um questionário caracteriza-se por ser feito igual para todos os entrevistados, sendo um grupo de perguntas ou afirmações. Esses dados serão tratados e transformados em totais, porcentagens, fazendo-se comparações e correlações. Uma vantagem é que se pode aplicar a um grande número de pessoas (STAKE, 2011).

Na parte I do questionário, feita em abril/2015, pretendeu-se primeiramente ter a percepção dos alunos quanto à atividade realizada, sendo chamado de questionário – parte I. Trata-se de uma pergunta realizada imediatamente após a atividade para todos os grupos, constituindo a parte 11 (anexo 1), com a seguinte questão:

Esse exercício, de comparar sua hipótese com uma dada representação (desenho), ajudou? Justifique brevemente, pensando no que pode ter ajudado ou atrapalhado para chegar no resultado certo.

Num segundo momento, em outubro/2015, pretendeu-se que os alunos recorressem às representações pictóricas e símbolos para a observação de indícios ou não de dificuldade na compreensão das representações (nível simbólico e submicro), intitulado de questionário – parte II (anexo 6). Essa coleta foi fundamental para se pesquisar sobre os fatores envolvidos na construção/reconstrução de ideias, focalizado aqui nas habilidades metavisuais. As questões foram elaboradas a partir de uma análise das dificuldades apresentadas pelos estudantes durante a atividade, como por exemplo, diferenciar átomo de íon. Para isso, foram elaboradas 14 questões, sendo 8 delas (1 a 8) procurando-se por dificuldades na representação 2D, que são referentes aos desenhos, e as outras 6 perguntas (9 a 14) investigando a representação 1D, que são os símbolos e seus conceitos associados. O questionário foi colocado num formulário da google, conhecido como google form² feito exclusivamente para esse fim. Os alunos (nas respectivas duplas) responderam a esse questionário, em sala de aula, utilizando-se dos desenhos feitos na atividade para consulta. O tempo dessa coleta foi de aproximadamente 20 minutos.

7.2.4 Entrevistas semiestruturadas

A entrevista ocorre através de uma conversa intencional, em que uma das pessoas tem por objetivo obter informações sobre a outra (BOGDAN; BIKLEN, 1994), seria uma conversa, mas com objetivos definidos, que permite a obtenção tanto de dados subjetivos como objetivos (NETO, 1996). A entrevista pode ter várias finalidades, como obter informações e as próprias interpretações do sujeito ou descobrir sobre algo que não foi possível com os

---

² Esse questionário pode ser acessado em www.gg.gg/eletroquimica acesso em 01-11-2015.

outros instrumentos, sendo importante para refinar e esclarecer informações (STAKE, 2011), sendo que a ideia é a de coletar dados descritivos do próprio sujeito da investigação (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A entrevista estruturada segue um roteiro feito pelo pesquisador e a semiestruturada permite que a entrevista se desenvolva da forma que mais parecer adequada ao pesquisador para conseguir responder às suas perguntas de investigação (MARCONI; LAKATOS, 2004).

Nesse trabalho, foi feita com a intenção de solicitar aos alunos que discutissem e/ou explicassem algumas representações pictóricas e também para possíveis esclarecimentos de outros pontos específicos de cada análise, pois o desenvolvimento foi diferente para cada dupla. Assim, pretendeu-se levar para a entrevista, algumas questões elaboradas previamente e também cada situação foi sendo desenvolvida de modo particular para cada grupo.

7.3 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.3.1 Para responder à 1.^a pergunta-problema

A primeira pergunta, na verdade, está subdividida em duas, pois pretendeu-se compreender as duas representações: a simbólica e a submicro.

1. Em que medida repensar sobre as imagens (metavisualizar) pode contribuir para (re) construção de modelos explicativos nos níveis simbólico e submicro do fenômeno?

Então, para se procurar um caminho para respondê-la, primeiramente foram analisados os registros feitos pelos alunos, contendo os desenhos com as representações do nível simbólico e transcrições das falas. Após essa

primeira etapa, foram analisadas as representações do nível submicro dos dois experimentos também. Com isso, cada representação feita foi classificada, compondo quatro por experimento, sendo oito no total para cada dupla, com o objetivo de se comparar a qualidade dessas proposições, *dentro e entre* os experimentos.

Finalizou-se a análise para responder à primeira pergunta, com o questionário – parte I e as entrevistas semiestruturadas – sendo que ambos foram analisados para se coletar mais evidências para o fechamento do processo.

Foram realizadas 8 análises (Quadro 2 - colunas A e B) para cada dupla: simbólico I³-A, simbólico I-B, submicro I-A, submicro I-B, simbólico II-A, simbólico II-B, submicro II-A e submicro II-B. Como foram 8 análises para cada dupla, são 128 análises no total (8x16 grupos = 128). Abaixo, as análises totais e as partes da atividade envolvidas, que podem ser observadas no quadro 2:

Exp. ⁴	Representação	Coluna A: Partes da atividade envolvidas na 1. ^a análise de cada representação	Coluna B: Partes da atividade envolvidas na 2. ^a análise de cada representação
I	Simbólico I	1 a 4 (foco na 3) ⁵	5 e 11 (foco na 5)
	Submicro I	1 a 4 (foco na 4)	5 e 11 (foco na 5)
II	Simbólico II	6 a 9 (foco na 8)	10 e 11 (foco na 10)
	Submicro II	6 a 9 (foco na 9)	10 e 11 (foco na 10)

Quadro 2 - As oito análises feitas para cada grupo

Na parte A, os alunos assistiram ao experimento e propuseram uma hipótese inicial de equação química (simbólico) e de um desenho (submicro) que explicassem o que estavam observando a partir de suas ideias e na parte B, etapa metacognitiva, tiveram a oportunidade de repensar sobre suas

³ I é referente ao 1.^o experimento, II ao 2.^o experimento. Simbólico são as equações químicas propostas pelos alunos.

⁴ Exp. = Experimento

⁵ O foco foi assinalado, pois essa parte foi a que os alunos propuseram a explicação, mas as outras partes da atividade também foram analisadas, pois pretendeu-se ter uma visão do processo todo e uma parte pode influenciar a outra.

representações (a equação química e o desenho) a partir de uma imagem com um modelo explicativo trazido pela professora (anexos 2 e 3).

Então a hipótese inicial era de que de alguma forma, eles pudessem reconstruir melhor seus modelos explicativos da parte A para a B do *mesmo experimento* e também *entre experimentos*, visto que já estariam em processo de modelagem, como esquematizado no quadro 3⁶:

	Nível	Evolução	
		A	B
Exp I	Simbólico	2	3
	Submicro	1	2
		↓	↓
Exp II	Simbólico	3	3
	Submicro	5	6

Quadro 3 - Partes A e B dos experimentos e momentos esperados de modelagem

Vale ressaltar que a modelagem pode acontecer durante o tempo todo na atividade, mas os momentos indicados no quadro 3 são os focalizados nisso.

Dessa forma, os alunos propuseram uma representação (simbólica) e um desenho (submicro) para cada um dos experimentos estudados (I e II). Como o objetivo foi verificar em que medida eles conseguiram reconstruir suas ideias e modelar, a capacidade de propor modelos explicativos *no mesmo experimento* A → B (quadro 3) e *entre os experimentos I e II* (quadro 3) foi comparada e para que isso fosse possível, foram elaboradas 2 classes de categorias, uma para se analisar o simbólico e a outra o submicro.

O objetivo foi a criação de um parâmetro (categoria) para comparação e verificação ou não de indícios na evolução da proposição do modelo explicativo (tanto para o simbólico quanto para o submicro), durante e entre os experimentos, segundo esse critério utilizado, lembrando que categorias podem ser criadas para se agrupar ideias, pensamentos, expressões (GOMES, 1996).

⁶ Os números referem-se a exemplos de classificação.

Algumas dificuldades (que podem ser erros ou concepções alternativas) foram utilizadas como parâmetro de comparação, entretanto não foi intenção desse trabalho fazer uma pesquisa nesse aspecto, sobre erros ou concepções alternativas, mas sim em verificar a evolução ou não dos modelos explicativos propostos.

7.3.1.1 Categorias do simbólico

Quanto ao simbólico, os eventos (simbólico I e II, partes A e B) foram analisados e classificados em:

- Categoria 1: INCORRETO. A hipótese é considerada incorreta. Está distante do modelo cientificamente correto. Aqui consideram-se as hipóteses em que o produto sugerido é diferente ou inexistente e/ou não foram demonstrados indícios da troca de elétrons entre o íon de cobre (II) e o átomo de ferro.
- Categoria 2: PARCIALMENTE CORRETO. A hipótese é considerada parcialmente correta. Essa categoria foi elaborada com o objetivo de verificar se em alguma medida conseguem representar corretamente o fenômeno. Para pertencer a essa categoria, a hipótese (equação química) deve mostrar ao menos *indícios* de que eles compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II), sendo sinalizado por exemplo, pela variação explícita do número de oxidação ou ainda tendo sido observado sinais na fala deles, conforme foi apresentado na análise dos resultados.
- Categoria 3: CORRETO. A hipótese é considerada correta. A partir da análise de todas as hipóteses propostas pelos 16 grupos, a equação é considerada correta, se ela se aproxima do modelo científico, inclusive podendo ter sido representada de vários submodos.

Na análise dos resultados, foi explicitado o critério detalhado (exemplificando-se em cada caso) para que fosse categorizado de uma forma ou outra, principalmente os casos mais limítrofes, que poderia estar em uma ou outra categoria.

7.3.1.2 Categorias do submicro

Com relação à análise do submicro, por ser mais complexa e envolver mais conceitos, foram elaboradas 5 categorias a partir das respostas dos alunos e de algumas dificuldades apontadas na literatura. Novamente, vale ressaltar que não se pretende focalizar na investigação de erros e/ou concepções alternativas, mas sim, em se ter parâmetros para comparação e evolução nas representações propostas. As dificuldades (Ds) selecionadas estão descritas no quadro 4:

D	Descrição da dificuldade (D)
D1	Interação química interpretada incorretamente, tendo como produto outras substâncias ou espécies que não foram produzidas nessa interação.
D2	Confusão na representação do sulfato de cobre (II) ou sulfato de ferro (II), em que o aluno representa todas as partículas unidas, não mostrando as partículas separadas ou os íons estão se unindo necessariamente para produzir algo, como o sulfato de ferro (II), em que as partículas ficam unidas.
D3	Uma única partícula de cada reagente interagindo formando partículas únicas de cada produto.
D4	Não considera que a transferência de elétrons de um átomo neutro ou íon pode alterar o tamanho da espécie química. Todas as partículas têm o mesmo tamanho ou de tamanhos diferentes, mas aleatoriamente. Aqui considera-se como correto, a observação de que átomos têm tamanhos diferentes e/ou que o átomo tem tamanho diferente de íon, mesmo que na conclusão o cátion seja maior que o átomo neutro (que não é correto), mas porque o ponto aqui é perceber se o aluno considera diferença nos tamanhos.
D5	O aluno representa os íons sem carga, ou a carga está representada errada ou ainda considera que o íon = átomo (por exemplo, utiliza Fe para representar tanto o átomo como o íon). E ainda, representa o H_2SO_4 , por exemplo, por uma única bolinha.

Quadro 4 - Categorias para as dificuldades encontradas nas representações submicro

Assim sendo, com relação à classificação da representação submicro, foram identificadas ou não, 5 dificuldades (quadro 4), sendo o objetivo verificar se houve ou não melhora das hipóteses do submicro e em que medida isso

aconteceu. Caso o aluno não tenha conseguido propor um desenho que contemple os produtos da reação (D1), as outras Ds foram analisadas somente nos reagentes. A classificação do submicro está resumida no quadro 5:

Dificuldades (Ds) demonstradas	Classificação	
Todas: D1, D2, D3, D4 e D5	1	Incorreto
Apresenta 4 delas	2	
Apresenta 3 delas	3	
Apresenta 2 delas	4	Parcial
Apresenta 1 dela	5	
Não apresenta nenhuma delas	6	Correto

Quadro 5 - Classificações do submicro

Então, tanto para a análise simbólica quanto para a submicro, o objetivo foi verificar se, em geral, os alunos melhorariam ou não (visão geral) e comparar esses dados em cada dupla (visão específica), para se ter indícios de melhora ou não na qualidade das representações, comparando-se *dentro de* cada um dos experimentos e *entre* eles. Posteriormente a isso, foram investigados os possíveis fatores que impactaram nesse processo.

7.3.1.3 Resumo da forma de análise da 1.^a pergunta:

Temos no quadro 6, um resumo que reúne os instrumentos de coleta utilizados, as representações que foram analisadas com eles e as categorias em que foram dispostas para posterior comparação – experimentos (I) e (II), referentes à pergunta-problema 1.

Em que medida repensar sobre as imagens pode contribuir para (re) construção de modelos simbólico e submicro do fenômeno?

Instrumentos de coleta de dados	Níveis analisados	Categorias para cada representação analisada
• Desenhos e registros; • Transcrição da gravação das falas durante a atividade; • Questionário – parte I⁷ • Entrevistas semiestruturadas	Simbólico I e II	• 3: Correto • 2: Parcialmente correto • 1: Incorreto Classificação com atribuição de números 1, 2 ou 3 para os simbólicos I e II de cada grupo.
	Submicro I e II	• 1, 2 ou 3: Incorreto • 4 ou 5: Parcialmente correto • 6: Correto Classificação com atribuição de números de 1 a 6 para os submicros I e II de cada grupo.

Quadro 6 - Instrumentos de coleta, representações analisadas e categorias referentes à 1.^a pergunta-problema

7.3.2 Para responder à 2.^a pergunta-problema

Aqui pretendeu-se investigar, quais os fatores que influenciaram na construção e reconstrução de ideias, sendo que as duas perguntas acabam se complementando, visto que os fatores procuram explicar em que medida repensar sobre as imagens pode contribuir para esse processo de aprendizagem.

Primeiramente, foram pesquisados alguns fatores observados durante a realização da atividade: indícios de habilidades metavisuais, as dificuldades demonstradas pelos alunos, o tempo, entre outros.

Depois, foram analisados os fatores levantados a partir das percepções dos próprios estudantes, tendo indícios de quais possíveis causas poderiam estar envolvidas, na concepção deles. Primeiramente, esses dados foram obtidos parcialmente (questionário – parte I), transcritos e foram finalizados com a entrevista semiestruturada, realizada em novembro/2015.

⁷ A parte I do questionário refere-se a parte 11 da atividade realizada com os alunos, ver anexo 1, ou seja, uma pergunta ampla sobre a percepção dos estudantes, realizada imediatamente após a atividade de eletroquímica.

7.3.2.1 Alguns indícios de manifestação de habilidades metavisuais

Para isso, partiu-se de três habilidades metavisuais apontadas por Justi, Gilbert e Ferreira (2009), elencadas no quadro 7, denominando-as de HM1, HM2 e HM3:

Habilidade metavisual (HM)	Algumas habilidades metavisuais propostas por Justi, Gilbert e Ferreira (2009)	Como serão coletados os indícios	Categorias para a habilidade analisada
HM1	1. Entender o que significam as representações e suas convenções, em uma dimensão (1D) e em duas dimensões (2D).	• Questionário - parte II • Alguns indícios durante a atividade (registros)	4 categorias: • A • B • C • D
HM2	2. Capacidade de mentalmente transitar nos níveis de representação que possam existir para representar dado fenômeno, no caso, especificamente do simbólico para o submicro.	Classificações feitas para responder à 1. ^a pergunta (simbólico e submicro)	3 categorias: • Transição • Transição parcial • Não transição
HM3	3. A capacidade do aluno de conseguir propor uma representação em um modo e submodo para dado fenômeno		Atribuição de 0 a 4 para cada experimento e de 0 a 8 no total.

Quadro 7 - Habilidades metavisuais analisadas quanto à presença de indícios da manifestação pelos alunos e os instrumentos de coleta de dados

Habilidade metavisual 1 (HM1)

Para a **habilidade metavisual 1** do quadro 07, se pretendeu compreender o que as representações, usadas nos símbolos e nos desenhos, significam para os alunos, sendo assim, a parte II do questionário (14 perguntas) foi utilizada para se ter indícios de manifestação da habilidade metavisual 1, em que a análise foi complementada com observações demonstradas pelos alunos, enquanto faziam a atividade.

Foi atribuída uma numeração para cada resposta dada (14 no total), de acordo com a manifestação ou não de indício da habilidade metavisual (HM):

- 0, quando pareceu não haver a manifestação da HM;
- 1, quando talvez tenha havido a manifestação da HM;
- 2, quando pareceu ter havido a manifestação da HM.

Como a análise para cada questão foi um pouco diferente, adiante foi melhor detalhado como isso foi feito para cada uma das 14 perguntas. Então, para cada dupla, foram somados esses números para todas as questões e atribuído um número (N) de 0 a 10. A partir da análise do desempenho das duplas nesse questionário, dado por N, 4 categorias foram elaboradas para agrupar os alunos com o objetivo de procurar diferenciá-los quanto à essa habilidade metavisual (HM), indicando-se os que apresentaram:

- A: indício ALTO de HM1: $N \geq 8$
- B: indício MÉDIO de HM1: $7 < N < 8$
- C: indício REGULAR de HM1: $5 < N \leq 7$
- D: indício BAIXO de HM1: $N \leq 5$

O objetivo de se pesquisar sobre a HM1, é ter indícios sobre possíveis problemas referentes às representações em 1D e 2D, assim algumas questões foram elaboradas a partir da observação de dificuldades manifestadas por eles, durante a atividade como, por exemplo, diferenciar átomo de íon. A ideia de separar em conceitos é para se ter um parâmetro de indício dessa habilidade, pois foi possível perceber a dispersão dos alunos em 4 grupos: A, B, C e D. Vale ressaltar, que não é intenção desse trabalho, medir a habilidade, mas sim ter indícios dela.

Habilidade metavisual 2 (HM2)

Para a **habilidade metavisual 2** do quadro 7, tem-se três categorias: transição, transição parcial e não transição, descritas a seguir:

→ **TRANSIÇÃO**, se a partir da classificação feita, o nível simbólico for = 3 e o submicro = 6, considera-se que houve indícios de que o aluno conseguiu transitar entre esses dois níveis.

→ **TRANSIÇÃO PARCIAL**, se a partir da classificação feita, o nível simbólico for = 3 e o submicro = 4 ou 5, considera-se que houve indícios parciais de que o aluno conseguiu transitar entre esses dois níveis.

→ **NÃO TRANSIÇÃO**, se a partir da classificação feita, o nível simbólico for = 1 ou 2 **ou** o nível simbólico = 3 e o submicro = 1, 2 ou 3, considera-se que não houve indícios de que o aluno conseguiu transitar entre esses dois níveis.

Foram feitas 2 análises para cada grupo (1 para cada experimento), num total de 32.

O objetivo de se verificar a HM2, refere-se a ter indícios de que o entendimento do grupo tenha sido relacional ou não. Segundo Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), entende-se por entendimento relacional como sendo aquele em que o aluno sabe o que e o porquê está fazendo algo, conseguindo conduzir novas tarefas e, especificamente quanto aos níveis representacionais, se ele consegue transitar entre eles. Lembrando que, segundo os pesquisadores, é fundamental que o aluno consiga transitar entre um nível e outro para alcançar um entendimento mais adequado de química.

Mais adiante, os 16 grupos foram subdivididos de acordo com esse critério para melhor análise dos desempenhos. Cada grupo teve 2 classificações – referentes aos experimentos I e II. Para subdivisão dos grupos, prevaleceu a maior classificação dentre as duas. Por exemplo, se no experimento I, o grupo atingiu a classificação de HM2 = NÃO TRANSIÇÃO e no experimento II, esse mesmo grupo atingiu a classificação de HM2 = TRANSIÇÃO, ele ficou no subgrupo de TRANSIÇÃO e assim por diante.

No caso desse trabalho de pesquisa, a transição considerada foi entre o simbólico e submicro.

Habilidade metavisual 3 (HM3)

Para a **habilidade metavisual 3** do quadro 7, tem-se um número de 0 a 4, que indica o número de representações corretas (simbólico = 3) e parcialmente corretas/corretas (submicro = 4, 5 ou 6) que o aluno propôs para cada nível representacional. Foram feitas 8 análises de cada grupo, num total de 128.

O objetivo de se verificar a HM3, é buscar indícios de que os alunos conseguem ou não reconstruir suas ideias em algumas ou várias fases do processo. No submicro considerou-se também como HM3, o parcialmente correto na análise, pois entende-se que se o indivíduo conseguir atingir classificação 4 ou 5 nesse nível, ele demonstra um bom entendimento, ainda que parcial, da representação submicro, que é mais complexa e envolve maior detalhamento.

Assim, os indícios de manifestação de habilidades metavisuais (1, 2 e 3) puderam ajudar a compor a análise, valendo insistir que são apenas indicativos de pistas demonstradas pelos grupos. Dessa maneira, pretendeu-se pesquisar se esses fatores poderiam estar, em alguma medida, relacionados ao processo ensino-aprendizagem.

Além dessa análise, também foram consideradas eventuais dificuldades manifestadas durante a realização da atividade, com relação às representações, para compor a pesquisa da habilidade metavisual.

7.3.2.2 Fatores a partir da percepção dos alunos

A partir das respostas dos estudantes sobre as facilidades e dificuldades que a atividade propiciou, as respostas foram dispostas em duas categorias: favoráveis e desfavoráveis:

- Favoráveis: são aspectos levantados pelos alunos e que, de acordo com eles, podem ter favorecido a aprendizagem e o desenvolvimento da atividade.

- Desfavoráveis: são os aspectos levantados pelos alunos e que, segundo eles, podem ter dificultado o andamento e desempenho na atividade.

Para isso, utilizou-se o questionário – parte I e dados da entrevista realizada com eles.

7.3.2.3 Resumo da forma de análise da 2.^a pergunta

Temos no quadro 8, um resumo que reúne os instrumentos de coleta utilizados para respondê-la:

Que fatores influenciam a (re) construção de representações simbólica e submicro no entendimento de uma interação de oxirredução, utilizando-se uma estratégia metavisual?

Instrumentos de coleta de dados	O que será analisado	Categorias	
• Questionário I • Entrevista semiestruturada	Percepções dos estudantes sobre os fatores (de cada dupla)	• Favoráveis • Desfavoráveis	
• Desenhos e registros; • Transcrição da gravação das falas durante a atividade; • Questionário parte II • Entrevista semiestruturada.	Outros fatores que foram observados	Diversas	
	Habilidade metavisual (HM)	1	A, B, C, D
		2	• Transição: Simbólico B = 3 e Submicro B = 6; • Transição parcial: Simbólico B = 3 e Submicro B = 4 ou 5; • Não transição: Simbólico 1 ou 2 ou simbólico 3 e submicro 1, 2 ou 3.
		3	N (0 a 4) que indica o número de representações corretas (simbólico =3) e parcialmente corretas/corretas (submicro = 4, 5 ou 6) para cada experimento.

Quadro 8 - Instrumentos de coleta, objeto a ser analisado e categorias referentes à 2.^a pergunta-problema

Para analisar as percepções dos estudantes foram utilizados o questionário – partes I e II e a entrevista. Para os fatores que foram observados, foram utilizados os desenhos, registros, transcrições das falas, questionário – parte I a entrevista semiestruturada. Finalmente, para as habilidades metavisuais, todos os instrumentos foram empregados.

7.3 CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS ENVOLVIDOS

Na pesquisa qualitativa, uma boa amostragem é aquela em que se possibilita abranger a questão que está sendo pesquisada em muitas dimensões (MINAYO, 1992). Nesse trabalho, os 32 envolvidos nessa pesquisa fazem parte de uma turma de 90 alunos no total, sendo divididos em 3 salas (A, B e C) de 30 estudantes, do 3.º ano do Ensino Médio. Desse total de 32 participantes, 10 são do 3.ºA, 6 pertencem ao 3.ºB e 16 do 3.ºC. Para fazer a atividade, esses 32 alunos formaram 16 grupos, sendo denominados A1, B1 (grupo 1), A2, B2 (grupo 2), A3, B3 (grupo 3) e assim por diante. A seguir uma breve descrição da trajetória deles no ensino médio, mais especificamente em química.

No 1.º ano do Ensino Médio eles tiveram uma carga horária de 3 aulas de química/semana, sendo 2 teóricas (em sala de aula) e 1 de laboratório. Estudaram química geral, incluindo conceitos de transformações químicas com utilização do modelo de bolinhas (Dalton) nas representações. Nessa série foi dada ênfase no conceito de transformação química. Também estudaram a evolução dos modelos atômicos (até Bohr), tabela periódica, ligações químicas (interatômica e intermolecular), funções inorgânicas e radioatividade. As aulas de laboratório foram tradicionais, em que se entende que é aquela em que se utiliza um roteiro que direciona a aula, com o objetivo de confirmar a teoria dada em sala de aula.

Já no 2.º ano do Ensino Médio eles tiveram a mesma carga horária e distribuição de aulas teóricas e de laboratório. Nessa série, estudaram a parte quantitativa - estequiometria, estudo dos gases e química orgânica: isomeria,

funções orgânicas e suas reações. Entretanto quanto às aulas de laboratório, houve mudança na abordagem, com a utilização de uma perspectiva investigativa, em que se entende por uma aula em que é proposta uma situação-problema e o aluno tem que tentar resolvê-la através do levantamento de hipóteses, havendo maior protagonismo e envolvimento dos estudantes.

Finalmente no 3.º ano do Ensino Médio os alunos têm 4 aulas/semana, mas todas são teóricas e ministradas em sala de aula, com algumas delas em que se tem uma perspectiva investigativa conforme descrito no 2.º ano, mas não no laboratório, em sala de aula tradicional. Durante os meses de fevereiro, março e abril de 2015, os discentes do 3.º ano estudaram as soluções, concentrações, diluição, mistura de soluções, propriedades coligativas e iniciaram os estudos em eletroquímica com os conceitos iniciais de número de oxidação (o que é, como se calcula), oxidação e redução (conceitos). Nesse momento, foi feita a atividade com a coleta de dados, que se deu em abril/2015, com a intenção de se fazer o início da construção de interações em que há transferência de elétrons, sendo que até esse momento somente no nível macroscópico e simbólico, já que a intenção dessa atividade (anexo 1) foi de se iniciar a compreensão das interações nos três níveis, sobretudo o submicro.

Finalizando, a pesquisadora foi professora da turma durante o ano de 2015. A doutoranda tem formação de química, pedagogia e atua lecionando química no ensino médio há aproximadamente 25 anos.

7.4 ESCOLHA E PREPARO DOS ALUNOS PARA A ATIVIDADE

É importante que haja uma aproximação do pesquisador com as pessoas a serem pesquisadas para que uma relação de confiança e respeito se estabeleça (NETO, 1996). É importante que os participantes da pesquisa saibam do propósito, num clima cooperativo (NETO, 1996). No caso, a pesquisadora é também professora da turma no 3.º ano e a opção foi feita, levando-se em conta o contexto da investigação, de cunho qualitativo, sendo que a maior proximidade pode facilitar na coleta (mais cooperativa) e

interpretação de dados, também possibilitou enxergar o que não seria possível, caso fosse de outra forma, como por exemplo, um maior detalhamento da rotina de estudos desses alunos, a organização dos espaços, informações obtidas mais naturalmente e outros detalhes.

A atividade de eletroquímica faz parte do plano pedagógico (anual) a ser desenvolvido com esses educandos, em que se contempla a realização de aulas investigativas. Uma semana antes, foram avisados da atividade, sendo que sabiam também que se tratava de uma pesquisa. Aleatoriamente, foram organizados em duplas (maioria) e alguns trios. Como eles próprios teriam que se filmar, realizaram um teste na aula anterior para verificar posição, som, distribuição na sala, visando que o registro audiovisual tivesse boa qualidade. Após a realização da atividade propriamente, a escolha da amostra a compor a pesquisa seguiu alguns critérios eliminatórios:

- Como havia poucos trios, optou-se por analisar somente as duplas. Inicialmente a ideia seria analisar tanto duplas quanto trios, mas após a organização deles, houve a formação de poucos trios. Assim, optou-se em analisar somente as duplas, para a análise não ficar diferente quanto a esse fator.
- Algumas duplas tiveram problemas com o vídeo, como a não gravação parcial ou total, ausência de áudio ou presença de ruídos, impossibilitando a sua compreensão, devido a diversos problemas técnicos. Portanto, os que apresentaram esses problemas não foram escolhidos para a pesquisa, já que os dados ficaram incompletos e/ou inadequados para análise.
- Finalmente, alguns viajaram no meio do ano letivo para intercâmbio em outros países, esses também não foram considerados para a pesquisa.

Seguindo esses critérios, a amostra foi fechada em 16 duplas de estudantes, num total de 32 alunos.

7.5 ORIENTAÇÕES DADAS AOS ALUNOS

Antes da atividade propriamente, eles formaram grupos de dois ou três componentes. A seguir, foram orientados a trazerem seus celulares ou uma filmadora no dia designado para registrarem suas produções. Conforme já dito, fizeram um teste na aula anterior para estudar a logística, onde iriam se sentar, em que local o celular ficaria melhor posicionado, esvaziaram os conteúdos dos celulares, etc.

Quanto à comunicação, durante a elaboração das hipóteses, das partes 1 a 11 (1 a 5 – 1.º experimento, 6 a 10 – 2.º experimento e 11 – avaliação da atividade) eles só poderiam se comunicar com seu parceiro. Foram avisados de que a atividade seria avaliada somente no quesito de cumprir as orientações, sem ter-se a preocupação de acertar ou errar, pois isso não iria compor a nota.

Todos fizeram juntos as etapas, assim cada uma delas teve um tempo determinado que foi administrado pela professora, tendo sido combinado que eles deveriam levantar as mãos, conforme fossem terminando determinada etapa, sendo que ao término de todos, avançava-se para a próxima. A duração total foi de 2 aulas de 50 minutos, ou seja, aproximadamente 100 minutos.

Após o término da parte 5 (que é o repensar sobre o 1.º experimento, antes de começar o 2.º), a professora fez breve comentário (aproximadamente 5 minutos) sobre as representações, algumas explicações, para que ajudassem no processo de modelagem e preparo para o experimento seguinte. Esses apontamentos consistiram em chamar a atenção para a leitura da imagem que estava sendo apresentada a eles. Mas não houve espaço para dúvidas, que seria somente ao término da atividade (parte 11).

Outra orientação dada, é de que deveriam falar em voz alta tudo o que estiverem pensando, técnica conhecida como “think aloud”, muito utilizada para se tentar registrar, ao menos, parte do pensamento metacognitivo. A orientação da técnica é importante de ser dada e explicada, especificamente porque pensar em voz alta não é familiar aos alunos (ERICSSON; SIMON, 1993). De acordo com Block e Israel (2004), trata-se de uma ferramenta utilizada, em que

os pensamentos são falados em voz alta, enquanto, por exemplo, ocorre a leitura de um texto. Além disso, essa estratégia é um método que faz com que eles se engajem no processo cognitivo (BAKER, 2002). Então pode-se dizer que o *think aloud* é uma ferramenta que pode ter como objetivo promover processos metacognitivos, consistindo em se falar em voz alta. Nesse estudo foi utilizada essa técnica, em que as falas foram registradas para que, com as transcrições, fosse possível ser realizada uma análise dos elementos metavisuais manifestados por eles, durante a atividade proposta de iniciar o estudo de oxirredução. Foram cuidadosamente instruídos quanto a esse procedimento, de que deveriam realizar a tarefa falando em voz alta tudo o que eles estivessem pensando. Ainda segundo Ericsson e Simon (1993), o comportamento verbal pode ser contabilizado da mesma forma que qualquer outro comportamento e que os processos cognitivos não são alterados significativamente pela utilização dessa técnica e, ainda, para acessar a metacognição é mais adequada a utilização de instrumentos ou processos que investiguem esse acesso durante a realização da atividade, como o *think aloud* (GILBERT, 2005). Isso foi necessário e importante, já que eles não estão habituados a trabalharem em dupla nessa perspectiva, justamente aqui tinha-se o interesse em pesquisar o processo, a maneira como pensaram, como se articularam, as dúvidas, as manifestações metacognitivas ou não, etc.

7.6 A ATIVIDADE PROPRIAMENTE DITA

A atividade completa encontra-se em anexo 1. Consiste em 11 partes. As partes 1 a 5 são referentes ao experimento I entre ferro e solução aquosa de sulfato de cobre (II), nas partes 6 a 10 temos o experimento II, entre o ferro e solução aquosa de ácido sulfúrico e a parte 11 refere-se a uma reflexão feita pelos alunos com relação à atividade realizada, chamada de questionário – parte I.

Nas partes 1 e 6, os estudantes foram convidados a predizer o que eles achavam que iria acontecer quando o pedacinho de palha de aço fosse

adicionado à solução aquosa de sulfato de cobre II (experimento I - parte 1) e solução aquosa de ácido sulfúrico (experimento II - parte 6), respectivamente. Nas partes 2 e 7 eles observaram o fenômeno acontecendo no vídeo apresentado e comentaram suas impressões. A pesquisadora elaborou dois vídeos para essa atividade (um para cada experimento), em que os fenômenos puderam ser observados por todos, ao mesmo tempo. Nas partes 3 (simbólico 1) e 8 (simbólico 2), eles propuseram uma equação química que pudesse representar os fenômenos e registraram isso numa folha (figura 5). Nas partes 4 (submicro 1) e 9 (submicro 2) foi o momento para que eles desenhassem, propondo uma explicação para o submicro, registrando na mesma folha que o simbólico (figura 5).

Figura 5 - Exemplo de registro feito - experimentos I e II

Finalizando a atividade, temos as partes 5 (experimento I) e 10 (experimento II), em que foram apresentados registros com representações mais próximas do aceito cientificamente (anexos 2 e 3 respectivamente - repensando). Nesse momento, eles tiveram que comparar o que estava sendo apresentado e procurar por diferenças e semelhanças, que é a estratégia metavisual, foi o momento essencialmente metacognitivo, em que o aluno tinha que pensar sobre o que havia proposto e pode tentar se autorregular. Eles comentaram livremente suas impressões, que foram gravadas e transcritas, para se verificar em que medida eles conseguiram se autorregular. E por último, a parte 11 que foi pós-atividade, em que os alunos refletiram sobre a atividade, procurando indicar o que poderia ter ajudado ou prejudicado na construção de ideias - questionário – parte I.

8 RESULTADOS

8.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO II - HABILIDADE METAVISUAL 1

A apresentação dos resultados iniciou-se pela análise do questionário II, referente à habilidade metavisual 1 (HM1), porque pretendeu-se sintetizar todas as habilidades metavisuais (1, 2 e 3) posteriormente, no item “síntese da trajetória dos alunos”, que foi apresentado após a análise dos registros, desenhos e transcrições, subcapítulo 8.3.

Então, nesse capítulo, foram analisados os dados do questionário II, que pretendeu trazer indícios da habilidade metavisual 1 (quadro 7). O objetivo foi a identificação de alguns indícios na dificuldade ou facilidade com essa habilidade metavisual, especificamente as representações em 1D e 2D. Após a análise das perguntas dos questionários, foi atribuído um conceito para cada dupla, que significa alto (A), médio (B), regular (C) ou baixo (D) indício manifestado, o que significa que esse conceito é uma estimativa, na tabela 1 tem-se um resumo:

Tabela 1 - Conceito atribuído ao indício de habilidade metavisual

Indício da habilidade metavisual 1D/2D		Valor atribuído a partir das 14 questões, de 0 a 10
A	Alto	Média ≥ 8
B	Médio	$7 < \text{Média} < 8$
C	Regular	$5 < \text{Média} \leq 7$
D	Baixo	Média ≤ 5

8.1.1 Análise das 14 perguntas – Questionário parte II

Segue abaixo a análise das 14 perguntas e o critério adotado em cada caso, para atribuir a classificação 0 (não há indício), 1 (talvez haja indício) e 2

(sim, há indício), conforme descrito no item 7.3.2.1. Após essa primeira análise, foi feita a classificação da habilidade metavisual 1 no item 8.2.

Pergunta 1:

No desenho temos uma visão do que acontece na prática, ou seja, seria como se estivéssemos vendo as partículas com um aumento muito grande (um “super microscópico”).

Nessa pergunta, os alunos tinham que responder se ela seria verdadeira (V) ou falsa (F) e justificar no caso de ser falsa. A análise levou em consideração a resposta correta (assinalada com cor cinza), que nesse caso, seria FALSA, assim como a justificativa para poder verificar indícios ou não da habilidade. Na tabela 2, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 2 - Respostas à 1.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício? ⁸
1 a 5, 7, 8, 10 a 13 e 16	Verdadeiro	-	0
6	Não sei	Não sei se é uma representação real, mas é bem fiel ao que provavelmente ocorre.	1
9	Não sei	-	0
14 ⁹	Falso	No desenho não vemos o íon espectador.	1
15	Falso	Porque na vida real a palha de aço não aumenta macroscopicamente, o desenho somente auxilia a visualização da reação.	1

Pergunta 2:

O átomo de ferro foi representado maior que o íon de ferro (II) e isso está correto.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 3, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

⁸ Indício da manifestação da habilidade metavisual

⁹ A resposta correta será assinalada com preenchimento cinza, nesse caso, a resposta correta é “Falso”.

Tabela 3 - Respostas à 2.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1, 3 a 7, 9 a 16	Verdadeiro	-	2
2	Falso	O átomo de ferro foi representado no desenho com o mesmo tamanho que o íon de ferro. Já na legenda, há uma diferença de tamanho entre o ferro e o íon ferro.	0
8	Falso	Está incorreta, pois o íon possui maior raio atômico, pois como perdeu elétron, tem menor força de atração do núcleo com a eletrosfera.	0

Pergunta 3:

Tanto o átomo de cobre (Cu) como o íon de cobre (II) (Cu^{2+}) poderiam ser representados por uma mesma bolinha, já que é cobre e, portanto, não precisa representar diferentemente.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 4, temos as respostas deles e a análise feita referente ao indício.

Tabela 4 - Respostas à 3.^a pergunta do questionário II

Grupo	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1	Falso	Não, pois os íons são sempre menores do que o átomo, já que perdem elétrons.	2
2	Falso	O íon e o átomo de cobre devem ser representados diferente, pois quando o cobre é oxidado, seu tamanho se reduz.	2
3	Falso	O átomo cobre e o íon cobre são coisas diferentes. A quantidade de elétrons altera até no tamanho do elemento.	2
4	Falso	O cobre ionizado deve ser representado por uma bolinha menor, pois seu raio atômico é menor devido a falta de 2 elétrons.	2
5	Falso	Não, pois os íons de cobre (II) são menores do que os átomos de cobre, já que perderam 2 elétrons.	2
6	Falso	Pois é necessário diferenciar os produtos dos reagentes	1
7	Falso	O íon Cu^{2+} perdeu dois elétrons, e por isso, possui um raio atômico menor, devendo ser representado menor também.	2
8	Falso	O átomo de cobre deve ser representado diferentemente do íon de cobre II.	1
9	Falso	Assim como o átomo de ferro e o íon ferro foram representados de maneiras diferentes, os de Cu também seriam.	1
10	Falso	O raio atômico e o número de elétrons são diferentes.	2
11	Falso	Não pode ser representado pela mesma bolinha, pois um é o átomo e o outro é o íon (átomo que perdeu elétron, representado por uma bolinha menor).	2
12	Falso	Está errado, pois como em um tem carga e no outro não, o que não tem é metal, e o que tem é íon, então a bolinha de metal tem que ser maior.	2
13	Falso	O íon deve ser diferente por apresentar comportamento distinto do próprio elemento e também deveria ser menor.	2
14	Falso	O íon deve ser diferenciado e representado com tamanho menor, pois apresenta menor raio, uma vez que tem menos elétrons.	2
15	Verdadeiro	-	0
16	Falso	O Cu^{+2} possui o raio atômico menor, pois perdeu dois elétrons.	2

Pergunta 4:

Existe um erro no desenho, pois o íon sulfato não foi representado.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 5, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 5 – Respostas à 4.^a pergunta do questionário II

Grupo	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1	Falso	Não, pois o sulfato é um íon espectador.	2
2	Falso	O sulfato é uma substância espectadora, ou seja, não participa da reação.	2
3	Não sei	Não sabemos se pode ser considerado um erro, afinal, o íon sulfato é apenas espectador.	2
4	Falso	O íon não foi representado pois não tem efeito na reação.	2
5	Falso	Não, pois o íon sulfato não participa da reação, é apenas um íon espectador.	2
6	Falso	O sulfato apesar de ionizar, não reage efetivamente, logo, não precisa ser representado.	2
7	Falso	O íon sulfato não participa da reação (íon espectador), então, não faz diferença representá-lo.	2
8	Falso	O íon sulfato não interfere na reação, portando não há necessidade de representá-lo.	2
9	Falso	Não, pois atua como íon espectador.	2
10	Falso	Não há a necessidade de representar o sulfato, pois ele é um íon espectador.	2
11	Verdadeiro	-	0
12	Falso	Não é um erro pois é um íon espectador.	2
13	Falso	Ele é um íon espectador.	2
14	Falso	O íon não foi representado pois não participa da reação: é um íon espectador.	2
15	Falso	O íon sulfato não precisa ser representado, pois não participa da reação, é íon espectador.	2
16	Falso	Não é necessário, pois o SO_4^{2-} é íon espectador.	2

Pergunta 5:

Nos espaços vazios do desenho temos somente moléculas de água.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 6, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 6 - Respostas à 5.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1	Falso	Água e sulfato.	1
2	Falso	Há sulfato também.	1
3	Falso	Também temos íons de sulfato.	1
4	Falso	Nos espaços vazios há, além da água, íons de sulfato.	1
5, 7 e 14	Verdadeira	-	0
6	Falso	Íons também, o sulfato.	1
8	Falso	Também temos o íon sulfato.	1
9	Falso	Não, existe o íon espectador.	1
10	Falso	Há água e sulfato.	1
11	Falso	Pois o desenho está em uma solução e não somente em água.	1
12	Falso	Também possuem os íons espectadores (sulfato).	1
13	Falso	Existe íons de sulfato também.	1
15	Falso	Não há água na solução.	0
16	Não sei	-	0

Interessante observar que, apesar da maioria dos alunos acertar colocando “falso”, pelas justificativas, percebe-se que eles não consideram espaços vazios entre as partículas, por isso a maioria obteve 1.

Pergunta 6:

No desenho podemos observar que 6 átomos de cobre se formam a partir da redução de 6 íons de cobre (II), ao mesmo tempo em que 6 átomos de ferro perdem elétrons e se transformam em 6 íons de ferro (II).

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 7, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 7 - Respostas à 6.^a pergunta do questionário II.

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1 a 14 e 16	Verdadeiro	-	2
15	Falso	Isso está correto, mas não desenhamos na proporção.	2

Pergunta 7:

Houve a formação de uma liga metálica, formada de átomos de ferro e de átomos de cobre, conforme pode ser visto no desenho à direita.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 8, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 8 - Respostas à 7.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1, 3, 4, 6 a 9, 11 e 14	Verdadeiro	-	0
2	Não sei	Não lembramos se isso ocorre de fato.	1
5	Não sei	-	1
10	Falso	-	1
12	Falso	Somente o ferro forma ligação metálica porque os átomos de cobre estão separados.	2
13	Falso	O cobre não está ligado ao ferro.	2
15	Falso	Não desenhamos uma liga, só átomos isolados.	2
16	Falso	Não se forma uma liga, se forma uma camada de cobre em volta da palha de aço	2

Pergunta 8:

O desenho está errado, porque o certo é representar uma única partícula reagindo.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 9, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 9 - Respostas à 8.^a pergunta do questionário II

Grupo	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Indício?
1	Falso	Não, pois deve mostrar a reação inteira.	1
2	Falso	A reação ocorre com várias moléculas. A reação só apresenta uma proporção do que ocorre no desenho.	2
3	Falso	O certo é o processo completo com todas as partículas que reagem.	1
4	Falso	Como a reação se baseia na transferência de elétrons não dá para efetuar-la com uma única partícula.	1
5	Falso	Não, pois as reações ocorrem simultaneamente.	1
6	Falso	Pode ter qualquer quantidade de partículas desde que seja balanceado.	2
7	Falso	Enquanto um átomo oxida, o outro reduz. Então há mais de uma partícula que reage.	1
8	Falso	Não há um "certo" e "errado", você pode representar uma molécula, como pode representar 500.	2
9	Falso	É necessário representar a proporção de cada substância.	1
10	Falso	O único fator importante é a proporção entre as moléculas.	1
11	Verdadeiro	-	0
12	Falso	Está errado, pois mais de uma partícula reage.	2
13	Falso	A representação pode ser feita com quantas partículas quiser.	2
14	Falso	Podem ter qualquer número de partículas, mas na proporção	2
15	Falso	Várias partículas reagem simultaneamente.	2
16	Falso	São várias partículas que reagem ao mesmo tempo.	2

Pergunta 9:

Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa.

A equação química também poderia ser escrita da seguinte forma para esse fenômeno:

- a) $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{FeSO}_4\text{(aq)} + \text{Cu(s)}$
- b) $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{FeO(aq)} + \text{CuSO}_3\text{(aq)}$
- c) $\text{Fe} + \text{Cu} \rightarrow \text{FeCu}$
- d) $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}\text{(aq)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{Cu(s)}$

O critério para essa questão foi: os que responderam a e d (classificação 2), somente a ou d (classificação 1) e outras opções de respostas (classificação 3). Na tabela 10, temos as respostas e a análise feita referente ao índice.

Tabela 10 - Respostas à 9.^a pergunta do questionário II

Grupos	Alternativas escolhidas	Índice?
1, 6, 7, 10, 13 e 14	a,d	2
2	b	0
3, 4, 8, 11, 12 e 16	d	1
5 e 15	c,d	0
9	a,c	0

Pergunta 10:

$\text{CuSO}_4\text{(aq)}$ é uma representação, em que o sal sulfato de cobre (II) está dissolvido na água, sendo que nessa solução temos os íons de cobre (II) e os íons sulfato separados uns dos outros.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 11, temos as respostas e a análise feita referente ao índice.

Tabela 11 - Respostas à 10.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F	Justificativa (para as falsas)	Índice?
1, 3, 4, 6 a 10, 12 a 16	Verdadeiro	-	2
2	Não sei	Não lembramos.	0
5	Não sei	-	0
11	Falso	CuSO_4 significa que os átomos de cobre e sulfato de cobre estão ligados.	0

Pergunta 11:

Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa. O cobre metálico pode ser representado por:

a) Cu b) Cu^{2+} c) Cu^0 d) Cu(s) e) Cu_2 f) $\text{Cu}_2(\text{s})$

Critério para essa questão: os alunos que responderam a, c e d (classificação 2), somente duas ou uma delas (classificação 1) e outras opções (classificação 0). Na tabela 12, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 12 - Respostas à 11.^a pergunta do questionário II

Grupos	Alternativas escolhidas	Indício?
1	a,d	1
3, 6 a 10 e 13,16	a,c,d	2
4	d	1
5 e 12	b	0
2 e 11	a,b,c,d	0
15	c,d	1
14	a,c,d,e,f	0

Pergunta 12:

Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa.

Em outro experimento, átomos de ferro interagiram com íons hidrogênio formando íons de ferro e gás hidrogênio. Os produtos podem ser representados por: a) FeH_2 b) $\text{Fe} + \text{H}_2$ c) $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ d) Fe^{2+}H_2 e) $\text{Fe} + 2\text{H}$ f) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}$

Critério para essa questão: Os alunos que responderam c (classificação 2) e outras opções (classificação 0). Na tabela 13, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 13 - Respostas à 12.^a pergunta do questionário II

Grupos	Alternativas escolhidas	Indício?
1 a 4, 6 a 8, 10, 13 a 16	c	2
5	f	0
9	c,f	0
11	c,d	0
12	d	0

Pergunta 13:

Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa.

Solução aquosa de sulfato de cobre (II) pode ser representada por:

a) $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ b) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ c) $\text{Cu}(\text{aq}) + \text{SO}_4(\text{aq})$ d) $\text{Cu}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Os alunos que responderam a e b (classificação 2), somente a ou b (classificação 1) e outras opções (classificação 0). Na tabela 14, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 14 - Respostas à 13.^a pergunta do questionário II

Grupos	Alternativas escolhidas	Indício?
1, 2, 5 e 8, 12	a	1
3, 4, 6, 7, 9 a 11, 13 a 16	a, b	2

Pergunta 14:

Veja abaixo.

O H^+ representa o íon hidrogênio e H_2 representa uma molécula do gás hidrogênio.

Os alunos deveriam dizer se essa proposição seria verdadeira (V) ou falsa (F). Na tabela 15, temos as respostas e a análise feita referente ao indício.

Tabela 15 - Respostas à 14.^a pergunta do questionário II

Grupos	V ou F?	Justificativa para as proposições falsas	Indício?
1 a 16	Verdadeiro	-	2

No próximo capítulo, foi feita a classificação da habilidade metavisual 1 (HM1), a partir da análise dessas quatorze perguntas que compõem o questionário II.

8.2 CLASSIFICAÇÃO - HABILIDADE METAVISUAL 1 (1D e 2D)

Para se ter um parâmetro de indício dessa habilidade, para cada grupo as 14 respostas foram somadas, com atribuições de 0 a 2, sendo que o número encontrado em cada caso, foi redimensionado para uma escala de 0 a 10. A partir da tabela 1, que contém a equivalência do número (de 0 a 10) e os conceitos, o valor encontrado para cada grupo gerou um conceito. Os dados estão resumidos na tabela 16:

Tabela 16 – Habilidade metavisual 1 - Classificação

Grupo	Questão														Somatória	Escala (0 a 10)	Conceito
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	0	2	2	2	1	2	0	1	2	2	1	2	1	2	20	7,1	B
2	0	0	2	2	1	2	1	2	0	0	0	2	1	2	15	5,4	C
3	0	2	2	2	1	2	0	1	1	2	2	2	2	2	21	7,5	B
4	0	2	2	2	1	2	0	1	1	2	1	2	2	2	20	7,1	B
5	0	2	2	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	2	13	4,6	D
6	1	2	1	2	1	2	0	2	2	2	2	2	2	2	23	8,2	A
7	0	2	2	2	0	2	0	1	2	2	2	2	2	2	21	7,5	B
8	0	0	1	2	1	2	0	2	1	2	2	2	1	2	18	6,4	C
9	0	2	1	2	1	2	0	1	0	2	2	0	2	2	17	6,1	C
10	0	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	23	8,2	A
11	0	2	2	0	1	2	0	0	1	0	0	0	2	2	12	4,3	D
12	0	2	2	2	1	2	2	2	1	2	0	0	1	2	19	6,8	C
13	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25	8,9	A
14	1	2	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	21	7,5	B
15	1	2	0	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	2	20	7,1	B
16	0	2	2	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	23	8,2	A

Pode-se observar que os conceitos são interessantes, pois abrangem uma faixa para comparação, em que alguns grupos parecem seguir o mesmo

padrão. Eles servem como um parâmetro, que traz *indícios* de que o aluno possa ter ou não dificuldades com as habilidades metavisuais. De acordo com essa classificação, os grupos com conceitos A e B, possivelmente, são os que mais apresentam indícios de terem demonstrado a habilidade metavisual registrada no questionário II. Já os grupos C e D podem apresentar mais dificuldades.

Para uma melhor visualização, os dados foram dispostos no gráfico 1, em que se pode observar todos os grupos e os conceitos associados:

Gráfico 1 - Indício de HM 1 (0 a 10) e atribuição de conceitos

Pode-se observar no gráfico 1, dois grupos (5 e 11) com índice muito baixo dessa habilidade (D), inclusive bastante distante dos outros grupos. Por outro lado, tem-se 4 grupos (6, 10, 13 e 16) que se destacam por terem demonstrado alto índice dessa habilidade metavisual 1 (A).

8.3 ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES SIMBÓLICO E SUBMICRO DOS EXPERIMENTOS I e II

Na sequência, temos as representações analisadas e as classificações dispostas em quadros, para cada um dos 16 grupos nos experimentos I e II - simbólico e submicro. Além disso, temos um quadro-resumo da análise e os indícios de habilidades metavisuais (1, 2 e 3).

Simbólico

Para as representações das equações químicas I e II (simbólicos I e II) a classificação se deu em 1 (incorreto), 2 (parcialmente correto) ou 3 (correto).¹⁰

As hipóteses feitas pelos alunos foram colocadas na 2.^a coluna. Para cada experimento I e II, temos duas classificações, sendo que a 1.^a corresponde à classificação da parte A e a 2.^a refere-se a parte B, após o “repensando”.

Para cada um dos grupos, foi feita a avaliação das equações químicas, utilizando-se o modelo explicativo (equação química), as falas dos estudantes, o questionário (parte I) e as entrevistas. Algumas transcrições das falas foram registradas no texto, para melhor compreensão da análise e foram sinalizadas com a utilização de recuo. As transcrições completas encontram-se em anexo 5 e as entrevistas no anexo 7. O objetivo é categorizar as hipóteses levantadas pelos alunos (cada evento) e compará-las para verificar em que medida houve reconstrução de ideias ou não.

O sinal “[...]” indica que houve falas anteriores ou posteriores às transcritas. Textos entre parênteses nas transcrições revelam comentários que podem ser importantes na análise, feitos pela pesquisadora ao assistir aos vídeos.

---

¹⁰ A análise dos resultados está no próximo capítulo, com a descrição dos critérios detalhados da categorização de cada representação – simbólicos I e II.

Submicro

O mesmo procedimento foi feito para classificar as hipóteses levantadas quanto ao nível submicro. A diferença foi nas categorias utilizadas que são outras, devido à natureza da análise. Foi atribuído um número (de 1 a 6) e também foram assinaladas as dificuldades (Ds) especificamente evidenciadas em cada evento. Foram registrados o número da classificação e a lista das Ds demonstradas.

Síntese da trajetória do grupo

A partir das classificações realizadas, tem-se uma análise geral de desempenho de cada grupo, sinalizando possíveis dificuldades ou facilidades encontradas.

As habilidades metavisuais 2 e 3 também foram classificadas nesse capítulo e alocadas no quadro-resumo. A forma de análise das HM2, HM3 e seus significados estão no item 7.3.2.1, página 57.

Também se considera importante nesse trabalho, verificar se há indício de que os alunos tenham feito ou tentado fazer alguma conexão com fatos observáveis do macro, sobretudo com a cor avermelhada (1.º experimento) e a formação de bolhas de gás (2.º experimento), pois de acordo com Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), quanto mais conexões entre os níveis representacionais, maior a chance de que o aluno possa transitar entre eles e maior a possibilidade de alcançar um entendimento relacional.

Finalizando, foi elaborado um quadro resumo para cada dupla, contendo as 3 habilidades metavisuais, a evolução (dentro e entre os experimentos) e também foi indicado se houve ou não indício de conexão com a cor (experimento I) e/ou a formação de gás (experimento II). Isso foi feito para melhor visualização e interpretação dos dados. A cor das setas indica a evolução em cada etapa, sendo verde (houve evolução ou ratificou-se o acerto), amarelo (manteve-se a mesma classificação) e vermelho (houve algum retrocesso).

8.3.1 Análise das representações e trajetória – Grupo 1

8.3.1.1 Experimento I

No quadro 9, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações ¹¹	
		A	B
Simbólico I		1	2
Submicro I		2 D1 D2 D3 D5	2 D1 D2 D3 D5

Quadro 9 - Resultados do Grupo 1 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, elas iniciam com a hipótese de que o ferro irá se juntar ao sulfato, ocorrendo uma reação química e que ele (o ferro) vai enferrujar. Observam a interação e ratificam que realmente o ferro enferrujou e houve, portanto, uma interação química.

¹¹ Classificações antes (parte A) e após o repensando (parte B), respectivamente.

Na parte 3, parece que para elas a reação se dá entre o Fe^0 e o Cu^{2+} , mas o produto formado é a junção deles, “FeCu”, como se pode observar nas falas:

B1: Aí vai reagir...

A1: Vai reagir. Vai ficar Fe.

B1: Junto com o Cu (aluna B1 escreve no papel FeCu)¹², mais SO_4^{2-} . Mas aí tem que colocar, tipo, o Nox...

Com relação ao produto “FeCu”¹³, elas acharam que o cobre continuaria $2+$, então para a somatória dar zero, o íon ferro formado seria “ $2-$ ”. Parece que focalizaram mais na matemática, algo mais mecânico, do que na compreensão do fenômeno, já que o átomo de ferro mudou de Nox, mas o cobre não:

A1: Está sozinho (referindo-se ao ferro reagente)! É simples!

B1: Tá, entendi. Zero (referindo ao Nox do ferro reagente ser zero), e aí aqui vai ser, é...continua $2+$ (o cobre produto). E aqui é $2-$ (o ferro produto). Não é?

A1: Isso.

Na parte 4 (desenhos), elas discutem bastante sobre o tamanho das partículas e como fazer para representar o sulfato de cobre (II), refletindo sobre como seria a ligação entre as partículas. Mas não demonstram relacionar os conceitos com o que observaram, com a reação química, como a mudança de cor, com a eventual “ferrugem” que elas achavam que teria se formado nas partes 1 e 2 da atividade.

Quanto à equação química, observam-se alguns erros (quadro 9):

- ΔNox do Fe ($0 \rightarrow -2$);
- ΔNox do Cu ($+2 \rightarrow +2$);
- O produto é o “FeCu”.

Portanto, a classificação é 1 (incorreto).

¹² Parênteses no meio das falas, são observações da pesquisadora com relação ao vídeo.

¹³ Aspas para indicar algo incorreto

Simbólico I – Parte B

Elas parecem reconhecer que houve uma troca de elétrons:

B1: Vai ter tipo uma troca. Vai ter uma oxidação e uma redução. É...o Fe antes estava com o Nox zero e depois fica com dois mais, e o...

A1: O Cu estava com dois mais e depois fica com zero.

Mas, não há indícios de que realmente elas entenderam a interação e que o íon cobre (II) do sulfato de cobre é quem sofreu a redução, já que não reconhecem esse íon na representação $\text{CuSO}_4(\text{aq})$:

B1: É. A gente não leu o enunciado. Porque no enunciado está aqui, ó: íons de cobre. Então, só que a gente não colocou íon, a gente colocou a substância inteira aquosa.

Por isso a classificação em 2 (parcial), já que em alguma medida elas conseguiram reconstruir o pensamento sobre a troca de elétrons, contudo sinalizam algum obstáculo na compreensão da interação e do papel do íon sulfato.

Submicro I – Parte A

Conforme pode ser observado no desenho proposto (quadro 9), as alunas concluíram que o produto da interação química seria a junção do ferro e do cobre, formando “FeCu” (D1¹⁴). Nos reagentes, representaram as partículas do sulfato de cobre unidas (D2). Consideraram a interação com uma única partícula de cada (D3). Chegaram a pensar sobre o tamanho, entretanto consideraram erradamente o tamanho dos átomos, sendo o de cobre maior que o de ferro:

A1: [...] então cadê o Fe e o Cu (referindo-se à posição deles na tabela periódica)? É, o raio atômico do Cu é maior. Então vai, vou fazer uma bolinha.

B1: A bolinha tem que ser maior (do cobre).

---

¹⁴ (D1) indica que a dificuldade 1 foi demonstrada.

Mas, segundo o critério feito para essa pesquisa, as alunas sinalizaram diferença no tamanho das partículas (D4 OK¹⁵). Parece que não distinguem os íons dos átomos respectivos, conforme pode ser observado no desenho, quadro 9, em que uma mesma bolinha representa o átomo e o íon de ferro (II) (D5).

A classificação é 2 (D1, D2, D3 e D5).

Submicro I – Parte B

Conforme análise do simbólico, elas sinalizaram que compreenderam parcialmente a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II) e parecem não compreender o papel do sulfato. Elas não deram indício de reflexão sobre o desenho feito quanto a D1, não falando sobre o produto “FeCu” que elas propuseram, se estaria certo ou errado ou o que seria a coloração avermelhada, não demonstrando conexão. Apenas focalizaram na troca de elétrons e ressaltam o tempo todo a questão do sulfato, acreditando ser esse o problema:

A1: A gente não colocou íon não. E acho que a gente errou. Não leu o enunciado. É um probleminha isso né, na próxima a gente acerta.

Quanto às outras dificuldades, não há indícios de avanços na classificação proposta, que continua a mesma, ou seja, 2 (D1, D2, D3 e D5).

8.3.1.2 Experimento II

No quadro 10, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

---

¹⁵ (D4 OK) sinaliza que a dificuldade 4 foi superada (em alguma medida).

Representação analisada		Classificações ¹⁶	
		A	B
Simbólico II		2	3
Submicro II	INÍCIO: FINAL: Legenda: = Fe = S = H = O	2	4
		D1	-
		D2	-
		D3	D3
		D5	D5

Quadro 10 - Resultados do Grupo 1 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, a hipótese delas é que o ferro vai enferrujar e se juntar ao sulfato. O “H₂” do ácido sulfúrico vai reagir com o “O” da água. Acreditam que houve reação química porque saiu gás, para elas algo se despreendeu da palha de aço e a reação entre ferro e sulfato ocorre, pois um é cátion e o outro ânion.

Na parte 8, inicialmente, elas assumiram corretamente a carga do íon de ferro com sendo 2+. Entretanto ao fazer a representação submicro, acharam que seriam necessários dois ferros para substituírem os dois hidrogênios do ácido sulfúrico, assim sendo, elas apagaram o registro Fe²⁺SO₄ substituindo por “Fe⁺²SO₄”, conforme pode ser visto no quadro 10, assumindo a carga do íon ferro como sendo “+1”, conforme pode ser observado nas falas abaixo:

B1: Não, mas aí o...porque ele é 2+, então ele teria meio que estar dividindo dois oxigênios, então acho que tem que ser monovalente o ferro, não é?

A1: Hum...

B1: Tipo...porque como ele tá substituindo o H, aqui na fórmula deu certo, mas no desenho teria que ter um ferro para dois oxigênios, então acho que é monovalente aqui.

A1: Sim, vamos trocar.

¹⁶ Classificações antes (parte A) e após o repensando (parte B), respectivamente.

Parece que elas compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e os íons H^+ , relacionando as bolhas que notaram se desprendendo e a formação de gás hidrogênio, como pode ser observado nas falas seguintes:

A1: Aqui ficou H_2SO_4 , porque é cátion, aí...aqui é ânion, juntou. E a gente acha que o H_2 é aquilo que estava saindo da palha de aço que a gente viu aqui na sala, como que fala?

B1: Borbulhando?

A1: É...borbulhando, que tava saindo em forma de gás.

Quanto ao equacionamento, observam-se alguns erros (quadro 10):

- ΔNox do Fe ($0 \rightarrow +1$);
- Fórmula " Fe_2SO_4 ".

Portanto, a classificação é 2 (parcial).

Simbólico II – Parte B

Na equação química, o único erro era decorrente da carga do íon de ferro assumida por elas como "+1". Parece que elas admitem isso:

B1: Mas a gente errou a valência do ferro, porque a gente colocou que era monovalente.

A1: E ele é 2+, e aí não tem aquele dois na fórmula e nem no desenho (aponta para o Fe_2SO_4).

A classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Parece que conseguiram propor um desenho com os reagentes e produtos, entretanto ainda com 4 Ds: representaram dois íons de ferro no produto (D1), o sulfato está representado junto com o íon hidrogênio nos reagentes e junto com o íon ferro (II) nos produtos (D2). Na entrevista, segundo as alunas, elas acharam que não era para colocar o sulfato dessa vez, porque já estava claro que ele não reagia, mas como dizia no texto que o reagente era

ácido sulfúrico e, portanto, tinha o “SO₄”, elas resolveram colocar, o que pode indicar que elas não tinham realmente compreendido o papel do sulfato e que o texto pode tê-las confundido, seguem algumas falas que ilustram isso:

A1: A gente aprendeu no primeiro experimento que não precisava do sulfato, tinha ficado claro na reflexão do primeiro...mas vimos no texto e pensamos que seria uma situação diferente o do segundo experimento...

B1: É! A gente já tinha entendido que era espectador no primeiro experimento, na hora da reflexão mesmo.

A1: Foi isso! Por isso ficamos com raiva...

Por isso, elas parecem demonstrar dúvida quanto ao papel do sulfato (D2). Representaram com uma única partícula de cada reagindo (D3). Apesar dos tamanhos serem aproximadamente iguais, elas continuam demonstrando preocupação com isso (D4 OK) em muitos momentos, como exemplificado nas falas abaixo:

B1: Aí o H é o que tem menor tamanho.

A1: Nossa espera aí, deixa eu fazer bem pequenininho.

Representaram tanto o íon de ferro como o átomo de ferro da mesma forma e a carga do íon de ferro como +1, (D5).

Submicro II – Parte B

Parece que demonstraram o reconhecimento de que a carga do íon de ferro é +2 e não +1, tanto no simbólico como no desenho (D1 OK):

A1: E ele é 2+, e aí não tem aquele dois na fórmula e nem no desenho (aponta para o Fe₂SO₄).

Pela entrevista, parece que a função do íon sulfato, realmente só ficou resolvida após essa última etapa (reflexão do experimento II), o que causou bastante desconforto para as alunas (D2 OK), como pode ser observado nas falas:

P: Mas depois, ficou clara a função do sulfato?

A1 e B1: Siiim!

P: E qual seria?

A1 e B1: Íon espectador (risos).

B1: Não vou nunca esquecer disso.

A1: A gente aprendeu no primeiro experimento que não precisava do sulfato, tinha ficado claro na reflexão do primeiro...mas vimos no texto e pensamos que seria uma situação diferente, o do segundo experimento...

B1: É! A gente já tinha entendido que era espectador no primeiro experimento, na hora da reflexão mesmo.

A1: Foi isso! Por isso ficamos com raiva...pelo menos no final da atividade, na última reflexão conseguimos entender...

Não parece ter havido indício de melhora na D3, já que não demonstraram isso. Continuam representando os íons e átomos da mesma forma (D5). A classificação é 4 (D3 e D5).

8.3.1.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 2 e 3:

Gráfico 2 - Simbólico - Grupo 1

Gráfico 3 - Submicro - Grupo 1

No 1.^o experimento, o grupo 1 teve um pequeno avanço no simbólico, mas a classificação do submicro manteve-se igual (gráficos 2 e 3). Durante esse 1.^o experimento, não se verificou conexão do que observaram e levantaram de hipóteses no início do experimento (por exemplo, com a possível formação de ferrugem) com a elaboração dos modelos explicativos tanto do simbólico quanto do submicro, parecendo demonstrar um raciocínio mais mecânico. Já no 2.^o experimento, o grupo 1 mostra indícios de melhora na compreensão das hipóteses referentes ao simbólico, dentro e entre os experimentos, parecendo melhorar seu desempenho, como pode ser

observado no gráfico 2, inclusive conseguindo propor corretamente os produtos da interação II e acertando o equacionamento, o que pode ter sido auxiliado, entre outros fatores, pela percepção e conexão do aparecimento de bolhas (partes 6 e 7) com a formação do gás hidrogênio, possibilitando a construção dos conceitos. As alunas demonstraram bastante dificuldade na compreensão do papel do íon sulfato, pois havia a descrição no texto de que a substância que reagia era essa (sulfato de cobre), portanto elas achavam que, necessariamente, ele teria que reagir. Ao fazer o desenho, como havia dois íons de hidrogênio para cada íon sulfato, elas acabaram concluindo que seria o mesmo para o ferro, portanto a carga desse íon seria +1, assim seriam necessários dois íons de ferro também. Então tanto a interpretação do texto quanto da imagem, também podem ter sido um obstáculo para o desempenho.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 11:

GRUPO 1					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Não transição ¹⁷	0	Exp.I	Simbólico	1	→	2	Não
				Submicro	2	→	2	
					↓ ↓		↓	
	Transição parcial ¹⁸	2 ¹⁹	Exp.II	Simbólico	2		3	Sim
Submicro				2	→	4		

Quadro 11 – Habilidades metavisuais (HM) – grupo 1

Com relação às cores das setas no quadro 11, observa-se que no primeiro experimento, houve evolução na classificação do simbólico (1→2), por isso a seta verde. Logo abaixo, se tem uma seta amarela, que indica que não houve evolução (2→2) do submicro nessa etapa. Já no segundo experimento, uma única seta verde, indicando que houve evolução nos dois níveis. A cor vermelha do preenchimento no quadro 11, indica que não houve transição, a amarela (transição parcial).

¹⁷ Já que simbólico ≠ 3, HM2 = não transição

¹⁸ Já que simbólico = 3 e submicro = 4 ou 5, HM2 = transição parcial

¹⁹ Já que simbólico = 3 (1 ponto) e submicro = 4 (1 ponto), HM2 = 2

8.3.2 Análise das representações e trajetória – Grupo 2

8.3.2.1 Experimento I

No quadro 12, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		2	2
Submicro I		2 D2 D3 D4 D5	4 - - D4 D5

Quadro 12 - Resultados do Grupo 2 – Experimento I

Simbólico I - Parte A

Nas partes 1 e 2, eles levantaram algumas hipóteses do que poderia ocorrer, como reagir e soltar algo, borbulhar ou mudar a coloração. Observaram que houve reação química, que não borbulhou e que mudou a coloração para vermelho, portanto concluíram que houve interação química. Ficaram surpresos com o fato do aumento de tamanho da palha de aço, que imaginaram que seria devido a um inchaço, por ela estar colocada na solução. Na parte 3, parece que eles compreenderam, em alguma medida, a interação entre as espécies metálicas e a transferência de elétrons, como pode ser ilustrado pelas falas seguintes:

A2: Não é melhor a gente escrever, “tipo”, a primeira reação que é Fe mais sulfato de cobre que é...

B2: CuSO₄.

A2: É... é isso... mas eles não vão se ligar, ele (referindo-se ao Fe) só vai transferir elétron...

B2: Uhum...
 A2: Calcular o Nox...
 B2: Se transfere dois elétrons para um cátion...tá, então tem a oxidação do ferro...
 A2: Sim, pode escrever?
 B2: E a redução do...
 A2: Cobre.

Mas parece que eles ficaram na dúvida do Nox do ferro reagente, deixando 2+, o que pode indicar uma dificuldade na representação:

A2: Cobre, é isso?
 B2: Então esse...esse dois mais...o Cu^{2+} , o Fe^{2+} ...
 A2: O ferro (referindo-se ao reagente) também é 2+?
 B2: Acho que é, não é?

A aluna B2, demonstra confundir essa representação (Fe e Fe^{2+}), achando que o reagente deveria ser representado por Fe^{2+} , porque o ferro se oxida. Então é possível que eles tenham confundido as representações de átomos e íons, pois não quiseram equacionar sem o sulfato. Segundo eles, porque os reagentes seriam os mesmos que os produtos:

A2: É porque se for...se tiver aqui (aponta para os reagentes) igual ao produto não vai ser uma reação.

Anteriormente, esse foi o registro deles: " $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe} + \text{Cu}^0$ ", apagaram e reescreveram colocando o sulfato, como pode ser visto no quadro 12. Também, não se observa nesse momento, conexão dessa hipótese do simbólico com o que eles observaram nas partes 1 e 2, por exemplo, não mencionam aqui sobre a cor avermelhada observada. Quanto ao equacionamento, observa-se o átomo de ferro (reagente) sendo erradamente representado com carga, quadro 12. A classificação é 2 (parcial), já que há dúvida na representação átomo/íon, sendo que eles representaram o átomo de ferro como Fe^{2+} , o restante da equação está correto.

Simbólico I – Parte B

O erro na equação química da dupla é a carga do átomo de ferro, que eles atribuíram "2+", parecendo não compreender o conceito que carrega o

símbolo químico. Parece que depois de muita discussão, eles conseguem identificar que o átomo de ferro só fica com carga 2+ depois, quando se transforma em um íon, mesmo assim, havendo muita hesitação, como pode ser apreciado nas falas:

B2: Acho que é isso, na hora que ele (aponta para o íon cobre) recebe...

A2: Ele fica...

B2: É, ele fica...(pausa)

A2: Não sei se é neutro, sei lá...

B2: Não né...é... não...é, ele fica neutro...(pausa)

A2: Ele (aponta para o átomo de ferro) transfere os elétrons...

B2: E o ferro fica positivo....

A2: E depois vem o Fe^{2+} ... e...antes não...

Eles chegam a compreender que se formou cobre, porque ficou na cor vermelha, mas acreditam que talvez o cobre que tenha se ligado ao ferro. E também, eles não deixam claro que o ferro sólido é representado por átomos de ferro e, portanto, sem carga. Então a classificação se manteve como 2 (parcial).

Submicro I – Parte A

Parece que conseguiram propor um desenho com os reagentes e produtos (D1 OK), entretanto temos o sulfato junto com os íons nos reagentes e produtos (D2); interação única de partículas (D3); os tamanhos são aproximadamente iguais (D4) e não há distinção entre átomos e íons na legenda (D5).

Submicro I – Parte B

Eles achavam que o sulfato reagiria e por isso o representaram no desenho, mas parece que conseguiram perceber o erro (D2 OK):

B2: É, o sulfato não reage. Bom, então a gente errou, porque a gente pensou que reagia...

A2: É, foi mais ou menos, porque...é, no final tá separado também, mas o que a gente fez foi ligar o ferro no sulfato...

Também parece que reconhecem que o número de partículas deveria ter sido bem maior (D3 OK). Não houve indício de melhora nas D4 e D5. Parece que eles consideram que ferro e íon ferro são representados da mesma forma, pois apesar deles falarem íon de ferro e ferro, não demonstraram que no desenho poderia ser diferente. Eles confirmaram isso na entrevista, revelando a dificuldade nessa distinção íon/átomo:

B2: É porque a gente não sabia direito a diferença do íon e átomo...como representar...a gente não sabia...

A2: É mesmo...tanto que na legenda olha, a gente não colocou diferença de ferro zero ou ferro dois + porque a gente não sabia mesmo... (risos)...para mim era a mesma coisa...

8.3.2.2 Experimento II

No quadro 13, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	2
Submicro II	INÍCIO: FINAL: Legenda:	3 D1 D4 D5	4 - D4 D5

Quadro 13 - Resultados do Grupo 2 – Experimento II

Simbólico II - Parte A

Nas partes 6 e 7 eles acham que irá ocorrer reação química entre o ferro e o “H₂” do ácido, isso porque, segundo eles, por ser solução aquosa, há íons

H^+ disponíveis. Observaram que reagiu e que ficou mais escuro, todavia não se referem ao gás formado. Na parte 8, parece que eles pensaram certo em alguma medida, pois entenderam que o átomo de ferro iria transferir 2 elétrons para os íons H^+ , mas consideraram o átomo de ferro como tendo carga “2+”, já que ele transfere 2 elétrons e fica 2+, registrando na equação (nos reagentes), o ferro já com a forma oxidada, sinalizando novamente alguma possível confusão na representação. Talvez seja por isso que tiveram o raciocínio ao contrário, compreendendo em alguma medida a troca de elétrons, mas não conseguindo representar isso por uma equação, pois já colocaram no início como ficaria no final (que é o íon Fe^{2+}):

A2: O que eu acho? Não, eu acho que é isso. Ele (átomo de ferro) transfere 2 elétrons para a solução H^+ . É que eu não tô entendendo por que aqui é zero (em cima do H_2) e aqui não (ferro reagente), porque aqui também é 1 e 1, substância simples, substância simples.
 B2: É porque tem 2 (coloca 2+ no ferro metálico), né. Mas quando está sozinho também, não é?
 A2: É, mas está falando que está transferindo elétrons, então ele está oxidando (o ferro metálico).

Quanto ao equacionamento, o erro observado é que a equação está invertida. Por isso a classificação é 2 (parcial).

Simbólico II – Parte B

Eles perceberam que fizeram ao contrário, mas não conseguiram entender direito, nem reconstruir adequadamente. No finalzinho, a aluna B2 parece que compreende um pouco o que acontece ao átomo de ferro, a oxidação:

A2: A gente errou, mas não entendeu por que a gente errou.
 B2: É, porque faz sentido o que a gente colocou. Ahh, lógico. Ele está neutro, o ferro... Ele perde elétrons e fica 2... 2+, quer dizer. É isso.
 A2: Ahhhh.

Não fazem a relação da equação com a formação de gás, até houve uma tentativa no momento em que eles estavam fazendo os desenhos (parte 9), mas que não evoluiu. Talvez isso ajudasse a perceber, o porquê da inversão

na equação. Por isso, a classificação é 2 (parcial), pelo reconhecimento do erro, contudo não ficou claro se compreenderam adequadamente a interação ocorrida, parecendo permanecer a confusão da representação Fe/Fe^{2+} .

Submicro II – Parte A

A equação está invertida (D1). Não representaram o íon sulfato, que eles já haviam compreendido na anterior, dando indícios de modelagem de conceitos (D2 OK). Representaram várias partículas de ferro no desenho, dando indícios de que agora consideram que a interação não é de apenas uma partícula (D3 OK). Não fazem referência ao tamanho (D4). Eles colocaram na legenda H^0 e H^+ , diferenciando-os. Mas com relação ao ferro, não fica claro se o ferro e íon ferro estão representados no desenho ou se os átomos de ferro estão pintados diferentemente ou o que está sendo representado é Fe^{2+} o que estaria de acordo com o simbólico deles (D5). Novamente o indício na dificuldade de representação Fe/Fe^{2+} . A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

Submicro II - Parte B

Eles reconheceram que fizeram ao contrário, conforme já discutido no simbólico (D1 OK), aqui a confusão que permanece é a D5, pois não se sabe se há o reconhecimento de que Fe e Fe^{2+} representam partículas diferentes. Quanto a D4, eles afirmaram na entrevista que realmente não pensaram nos tamanhos naquele momento:

A2: Mas a gente tava mais preocupado em fazer certo do que em tamanho...

P: Mesmo no segundo experimento?

B2: Acho que sim...olha...tá tudo igual...

Também parece que na entrevista, há mais indícios de confusão na representação de átomo e íon (D5), conforme eles mesmo sinalizam que não sabiam direito a diferença:

A2: Fizemos primeiro o desenho, depois a equação...no desenho tá mais certinho, tem ferro zero e na equação acabou ficando ferro 2+.
 B2: É porque a gente não sabia direito a diferença do íon e átomo...como representar...a gente não sabia...
 A2: É mesmo...tanto que na legenda olha, a gente não colocou diferença de ferro zero ou ferro dois + porque a gente não sabia mesmo...(risos)...para mim era a mesma coisa...

Não houve indício de melhora tanto em D4 como D5. A classificação é 4 (D4 e D5).

8.3.2.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 4 e 5:

Gráfico 4 - Simbólico - Grupo 2

Gráfico 5 - Submicro - Grupo 2

O grupo 2 não evoluiu favoravelmente no simbólico, em ambos os experimentos, tanto dentro como entre os experimentos, mantendo sempre a classificação 2. Quanto à representação submicro, observa-se uma melhora dentro dos experimentos, mas a classificação manteve-se constante entre os experimentos, restando ainda as D4 e D5 para serem superadas em ambos os casos. Demonstraram confusão na representação das partículas, confundindo, por exemplo, a representação de íons de ferro (II) e átomos de ferro, isso pode ter sido um obstáculo para que eles avançassem nos simbólicos, aliado a isso, talvez uma falta de conhecimento prévio, que eles também sinalizaram que não tinham tanto quanto necessário. Isso parece ter sido ainda mais evidente no 2.º experimento, em que eles demonstraram muita dificuldade em compreender o

porquê de terem feito a equação química ao contrário. O não reconhecimento do tamanho (D4) ou a falta de importância dada a esse aspecto pode sinalizar que a representação submicro tem inúmeros detalhes e, dessa forma, os educandos podem focalizar em alguns aspectos e não em outros, um pouco diferente da representação simbólica que, por natureza, tem menos aspectos a serem considerados. Quanto a D5, parece que a confusão foi novamente no significado atribuído a cada representação: Fe ou Fe^{2+} que ficou confuso para a dupla. No 1.^o experimento, eles tentaram justificar a cor avermelhada no início pela formação de cobre, mas acreditam que esse se ligou no ferro, novamente dando indício de confusão nas representações. No 2.^o experimento, apesar de mencionarem sobre o gás hidrogênio, não demonstraram reconhecer isso na equação química, o que os poderia ter ajudado a perceber que estava ao contrário.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 14:

GRUPO 2					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
C	Não transição	1	Exp.I	Simbólico	2		2	Sim
				Submicro	2		4	
	Não transição	1	Exp.II	Simbólico	2		2	Não
				Submicro	3		4	

Quadro 14 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 2

Pode-se observar que em todas as transições do simbólico, as setas são amarelas, o que indica que não houve evolução nesse nível para esse grupo, diferentemente do submicro em que eles demonstraram alguma melhora.

8.3.3 Análise das representações e trajetória – Grupo 3

8.3.3.1 Experimento I

No quadro 15, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I	 	1	2
Submicro I	INÍCIO: Legenda: (Fe) - Ferro (Cu) - Cobre (S) - Enxofre (O) - oxigênio FINAL:	1 D1 D2 D3 D4 D5	2 D1 - D3 D4 D5

Quadro 15 - Resultados do Grupo 3 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles logo começam a pensar que vai enferrujar, já que o sulfato de cobre tem oxigênio, então relacionaram a oxidação com o oxigênio dessa substância. Pensaram que como o ferro enferruja com água e oxigênio, então faz sentido pensar na reação com o oxigênio. Segundo a observação deles, formou-se a ferrugem, com mudança de coloração e, portanto, indício da reação química ocorrida. Então, para eles, houve sim reação do ferro com o oxigênio. Na parte 3, ao lerem o enunciado com a descrição da reação, eles mostraram-se surpresos com a interação entre átomos/íons dos metais, pois achavam que o oxigênio deveria participar da reação. Entretanto eles

demonstram parecer compreender a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon cobre (II):

B3: É...se ele transfere dois elétrons (referindo-se ao átomo de ferro), ele fica dois mais. Isso.

A3: (Escreve nos produtos) $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu} \dots$

B3: E o Cu como ele é cátion 2+ e recebe dois elétrons, ele vai ficar zero. [...]

A3: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ vai resultar em $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$? (Para de escrever e pergunta).

B3: Sim é isso mesmo. Acho que é isso. Deve ter oxigênio e água aí no meio só que não representados. Aqui está pedindo com os íons de cobre então...é isso.

Quando eles estavam fazendo os desenhos, voltaram a questionar a reação, pois acharam que o sulfato participaria de alguma forma, como pode ser ilustrado pela fala:

A3: Você tem o ferro, aí você tem o sulfato de cobre. Sei lá, sulfato deve ser CuSO_4 . Se você separa ele vira o íon Cu^{2+} acho que é isso que eu quis dizer aqui. [...] A gente pode mudar mano, porque é importante o jeito que a gente tá aprendendo, então eu vou colocar CuSO_4 aqui, tá ligado?

Acabaram por mudar o raciocínio anterior, concluindo que os produtos seriam “CuFe e SO_4^{2-} ”, mas demonstram dúvida nisso, conforme pode-se observar nas falas:

A3: Vamos pegar aqui, a gente faz outra aqui...com o que a gente acha que é. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \dots$ calma aí...vai ser FeCu ou CuFe?

B3: CuFe. Sempre o cátion antes. Pensa no NaCl que a gente mais conhece.

A3: Na é +.

B3: Então ele é antes. $\text{CuFe} + \text{SO}_4^{2-}$.

A3: Estranho né, dá para ligar Cu e Fe?

B3: Não sei.

A tentativa de mudança pode estar relacionada ao fato de que no início (predizendo e observando) eles achavam que se formaria ferrugem, que o oxigênio faria parte da reação. Depois ao terem que equacionar a reação entre átomo de ferro e íon de cobre (quadro 15, 1.^a linha), eles não pareceram muito satisfeitos com a troca de elétrons apenas e acabaram por modificar a hipótese para um composto formado da junção do ferro e o cobre, o “CuFe” (quadro 15, 2.^a linha). Mas demonstram insatisfação também com essa hipótese, voltando ao raciocínio inicial da ferrugem:

A3: Tem oxigênio? Será que é isso velho? Não seria tipo óxido de ferro?

B3: É então, eu penso muito no oxigênio. Não sei se é o cobre se...não sei mesmo.

Mas acabam deixando a hipótese de formação do “CuFe” (quadro 15, 2.^a linha). Quanto ao equacionamento, temos como produtos “CuFe e SO_4^{2-} ”. A classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Parece que eles compreenderam parcialmente e conseguiram reconstruir em alguma medida. Eles reconheceram o que foi apresentado pela professora como sendo a 1.^a hipótese deles, mas continuam achando que o ferro se junta ao cobre:

A3: Se misturar os dois está certo (referindo-se as duas hipóteses que eles propuseram). Porque...ó...nessa eles juntam (a 2.^a hipótese em que Fe está junto ao Cu). Nessa a gente fez que eles não juntam, na primeira, só que na segunda eles juntam...

Por isso a classificação é 2 (parcial), já que parece que eles reconheceram que erraram, mas não há indícios de que eles tenham compreendido completamente a interação, ainda parecendo que acham que o ferro se junta ao cobre.

Submicro I – Parte A

Conforme já descrito na análise do simbólico, inicialmente eles tinham pensado corretamente, mas parece que fez mais sentido a eles a formação do “CuFe” (D1), conforme pode ser observado no desenho deles, quadro 15. Nessa etapa, chegaram a questionar também, quem seria o responsável pela cor avermelhada, o “FeO” ou o “Cu”? Mas deixaram “CuFe” como produto. Na representação dos reagentes é possível observar o cobre unido ao sulfato (D2), interação única de partículas (D3), tamanhos iguais para todos (D4) e parece não haver diferenciação entre átomo e íon de cobre, por exemplo (D5). A classificação é 1 (D1, D2, D3, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Parece que compreenderam em alguma medida, mas ainda acham que o produto é algo como “FeCu” (D1). Eles parecem demonstrar entendimento errado que a reação ocorre entre átomo de ferro e íon de cobre, sem o sulfato, formando o “FeCu”, tanto que eles acham que os reagentes eles formularam certo, mas o produto estaria errado:

A3: O outro (a 1.^a hipótese, com átomo de ferro e íon de cobre nos reagentes) a gente acertou os reagentes.

Não há evidência de que melhoraram a compreensão das D3, D4 e D5. A classificação é 2 (D1, D3, D4 e D5).

8.3.3.2 Experimento II

No quadro 16, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	3
Submicro II		4 D1 D4	5 - D4

Quadro 16 - Resultados do Grupo 3 – Experimento II

Simbólico II: Parte A

Nas partes 6 e 7 eles começam discutindo sobre a troca de elétrons e a equação. Pensaram na formação de FeSO_4 , que o ferro sendo um metal perderia elétrons, então que ele iria corroer e não enferrujar, mas que a intensidade disso dependeria da concentração do ácido utilizado. Ao observar, concluíram que não corroeu ou que corroeu muito pouco. Ficaram algum tempo discutindo se houve formação de gás ou se as bolhinhas observadas seriam ar que estava dentro da palha de aço. Não parece que chegaram a concluir sobre isso nesse momento. Na parte 8, parece que eles compreenderam que o átomo de ferro vai transferir dois elétrons aos íons H^+ :

B3: Tá, deixa eu... O ferro então.... O ferro transfere dois elétrons...[...]
 [...] A3: Não, mas não é H^+ e Fe, não pode dar... mas então seriam dois elétrons para o H^+ , tem que ter dois Hs. Obrigatoriamente (aluno escreve $\text{Fe} + 2\text{H}^+$).

Apagaram o “ 2H^+ ” e escreveram o H_2SO_4 parecendo fazer mais sentido a eles, já que a substância utilizada foi o ácido sulfúrico:

B3: Então, H_2SO_4 , é isso?
 A3: Porque não estava certinho no outro deixar o SO_4 suave?
 B3: Sim sim. É...

Não parecem fazer conexão com o ar/gás da discussão anterior, então acabam concluindo que o produto formado seria a junção do ferro com os hidrogênios, ficando “ FeH_2 ”, como no experimento anterior:

A3: Acho que seria H_2Fe ou FeH_2 , sei lá como se escreve. [...]
 B3: Acho que é 2 FeH, não?
 A3: Não, porque o H é mais e o Fe perde dois elétrons...
 B3: Ah, então Fe...tá certo... FeH_2 , mais SO_4 dois menos, é isso?

Pelo desenho no quadro 16 (3.ª linha), é possível observar que eles consideraram a formação de Fe^{2+} e na legenda o H formado não tem carga, o que pode ser um indício de que, em alguma medida eles compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon hidrogênio, mas não conseguiram formular o gás sendo liberado, parece que não entenderam que se formou H_2 , já que no desenho eles consideram que o hidrogênio se junta ao átomo de ferro (formando “ FeH_2 ”). Portanto, para eles fica ali um composto semelhante à interação anterior que, segundo eles, o cobre metálico se

formava e se juntava ao ferro metálico. Quanto ao equacionamento, observa-se erradamente o “FeH₂” como produto. A classificação é 2 (parcial).

Simbólico II – Parte B

Parece que eles conseguiram reconhecer o erro e perceber que os produtos seriam Fe²⁺ e gás H₂, fazendo a conexão com o gás que observaram, conforme falas abaixo:

A3: Porque era gás... gás era H₂ acho... então né?

B3: Siiim. O gás era H₂.

A3: Isso ae.

[...] A3: Não fica FeH₂, Fica Fe²⁺, mais H₂.

B3: Ah.

A3: Não fica junto.

B3: Ah, porque... ah é verdade.

A3: É, porque na outra ficava junto, nessa não porque formou gás que vai embora...

A classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Inicialmente, eles acharam que o produto seria o ferro combinado ao hidrogênio (D1) e que essa substância se depositaria no ferro. Inicialmente, representam o sulfato, mas parecem concluir que a interação é entre o átomo de ferro e o íon hidrogênio, conforme desenho do quadro 16 (D2 OK). Representam várias partículas de ferro (D3 OK). O tamanho continua o mesmo, não há indícios de reconhecimento na diferença (D4). Há indícios de reconhecimento na diferença entre átomo e íon, conforme desenho no quadro 16 (D5 OK). A classificação é 4 (D1 e D4).

Submicro II – Parte B

Parece que reconhecem a formação de gás hidrogênio como um dos produtos da reação e o íon Fe²⁺ (D1):

A3: Porque era gás...o gás era H_2 acho...então né?
 B3: Siiim. O gás era H_2 . [...]
 [...]A3: Não fica FeH_2 , fica Fe^{2+} , mais H_2 .

Não há indícios de reconstrução de D4. A classificação é 5 (D4).

8.3.3.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 6 e 7:

Gráfico 6 - Simbólico - Grupo 3

Gráfico 7 - Submicro - Grupo 3

Conforme pode ser observado nos gráficos 6 e 7, o grupo 3 deu indícios de melhora na compreensão das hipóteses, parecendo melhorar seu desempenho, tanto no mesmo como, especialmente, entre experimentos. Parece que para eles, a concepção de que as partículas se juntam para formar os produtos é forte; em ambos os experimentos, essa foi a 1.^a hipótese deles. No segundo, eles não conseguiram compreender que se formaria o gás hidrogênio, então juntaram todas as partículas. Contudo nesse caso, conseguiram superar na etapa metacognitiva. Pode ter havido algum problema na interpretação da imagem, que os levou a pensar que o ferro ficaria junto com o cobre. No submicro, eles só não conseguiram reconstruir a questão do tamanho, e quando perguntado isso a eles na entrevista, responderam, sem demonstrar dúvida, que realmente eles não pensaram nisso. Isso pode

acontecer pela quantidade de detalhes que eles têm que prestar atenção nesse nível representativo.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 17:

GRUPO 3					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	1		2	Sim
				Submicro	1		2	
	Transição parcial	3	Exp.II	Simbólico	2		3	Sim
				Submicro	4		5	

Quadro 17 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 3

Interessante observar que houve evolução em todas as fases do processo, tanto para o simbólico quanto para o submicro, indicado no quadro 17, pelas setas verdes. O grupo manifestou ter feito a conexão com o macro em ambos experimentos, sendo que no experimento II, parece ter conseguido propor 3 modelos explicativos de boa qualidade, que são o simbólico B e os submicros A e B, por isso teve a classificação da habilidade metavisual 3 (HM3) igual a 3. Observa-se que o experimento I, as evoluções são mais discretas se comparadas ao segundo.

8.3.4 Análise das representações e trajetória – Grupo 4

8.3.4.1 Experimento I

No quadro 18, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		2	2
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	2 D1 D2 D4 D5

Quadro 18 - Resultados do Grupo 4 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles propuseram que seria uma reação química de simples troca, com o ferro reagindo com sulfato de cobre formando cobre e sulfato de ferro. Pela conversa deles, parece que eles tinham acabado de ter uma aula assim no cursinho. Ao observarem a reação, concluíram que houve interação química já que o ferro mudou de cor. A coloração avermelhada atribuíram ao cobre formado e observaram também que a solução não mudou de coloração, somente o bombril. Na parte 3, inicialmente, parece que os alunos entenderam a troca de elétrons entre os metais, conforme pode ser observado nas falas:

- A4: Tá, o ferro transfere dois elétrons para o cobre.
 B4: É, o cobre queria pegar dois elétrons, e ... isso é óbvio.
 A4: Ele não estava neutro.
 B4: Quem, o cobre?
 A4: Sim, então aqui eu tenho o cobre, um ferro e o cobre da solução.
 B4: É então, o Nox do cobre vai zerar, porque ele queria dois elétrons e pega eles. E o ferro vai ficar com dois a menos.
 A4: E vai virar um íon. E atrair o ânion sulfato.

Mas, no final da discussão, o aluno A4 levantou a possibilidade de outra hipótese, em que haveria a formação de óxido de ferro, que seria o responsável pela coloração avermelhada, e também de sulfeto de cobre - parece que

queriam dizer sulfeto, pois segundo eles o sulfato daria um oxigênio para o ferro, as seguintes falas ilustram esse momento:

A4: Será que tem alguma reação do ferro com o oxigênio? Porque ele fica avermelhado, então enferruja.

B4: Hum...pode ser.

A4: Aí vai formar óxido de ferro, se é que existe isso.

B4: Deve existir, existe óxido de tudo por que não teria o de ferro? Mas aí ia continuar o sulfato lá de boa? Ah ou ia virar o outro lá, sulfeto? É talvez porque ia precisar de um oxigênio para estabilizar o ferro né?

Terminaram a parte 3, mantendo a equação proposta (quadro 18). No início da elaboração da proposta do submicro, ficaram na dúvida se manteriam a 1.^a hipótese (que estava correta) ou se trocariam pela segunda (com a formação de “FeO”). Acabaram optando por trocar a hipótese e ficar com a 2.^a, achando que os produtos seriam “FeO e CuSO₃”.

B4: Sim, mas então a gente faz o que achamos antes (referindo-se a equação registrada no quadro 18) ou essa aí que você falou que tem o sulfeto de ferro, droga sulfeto de cobre (entende-se aqui que queriam dizer sulfeto) e óxido de ferro? O que você acha?

A4: Deixa eu ver...como a aula é de oxidação deve ser esse.

B4: Hahaha, esse último?

A4: É.

B4: Ah então beleza.

Assim, considerou-se que inicialmente a classificação é parcial (2), já que, em alguma medida eles compreenderam a troca de elétrons, mas eles acabaram por modificar um pouco isso no processo, considerando a formação de outros produtos, visto que, parece que a ideia de formação de um óxido de ferro foi forte para eles.

Simbólico I – Parte B

Eles parecem não reconhecer que uma solução aquosa de sulfato de cobre é constituída por íons de cobre (II) e por terem equacionado com o sulfato, concluem que erraram. Porém conseguem em alguma medida perceber (talvez ratificar) a troca de elétrons, em que o íon cobre recebe elétrons do átomo de ferro:

A4: Ah, eu achei que tinha sulfato de cobre

B4: É, eu também.

A4: Então se eram íons teve transferência de elétrons.

B4: Isso mudou o Nox dele, olha na equação. O cobre era íon aí depois o ferro chega e satisfaz a vontade iônica dele e já era.

A4: Então o cobre é mais eletronegativo?

B4: Sim, porque ele fica com os ferros da camada de valência, não, espera haha, ele fica com os elétrons da camada de valência do ferro. E aí, conclusão a gente errou ou acertou?

A4: Erramos feio.

Chegaram a compreender que a cor avermelhada é devido à formação de cobre metálico, mas o A4 fica na dúvida se é isso ou se o cátion de ferro é que deixa avermelhado:

A4: Ah e também quando tem a reação, a reação que muda de cor é o cobre, ele que muda de cor não o ferro. O cobre quando ele tá neutro ele fica com a cor avermelhada.

B4: Ah entendi. [...] Hum, mas é estranho porque o bombril fica avermelhado. Tipo, o que acontece, o cobre sobe para o bombril?

A4: É, ou a cor ali não tem nada ver, só mostra que tem mudança de cor só que o ferro é o que muda de cor para avermelhado. É o ferro mesmo que fica avermelhado, então o cátion de ferro fica avermelhado.

E ainda segundo eles, a solução não teria ficado avermelhada, porque a quantidade formada de íons ferro (II) seria pequena, como se pode ser exemplificado pelas falas abaixo que vem na sequência das anteriores:

B4: Beleza. Mas a solução mudou de cor no vídeo?

A4: Não, mas é porque tem pouco ferro para muita solução.

B4: Ah pode crer. Tanto que no desenho só algumas bolinhas da solução mudaram de cor.

A4: Sim.

Por isso a classificação é 2 (parcial), já que eles não reconheceram a representação do sulfato e também ficaram na dúvida sobre a formação de cobre metálico, que explicaria o depósito avermelhado no ferro, parece que demonstram que perceberam que a hipótese estava errada, mas parece que não conseguiram concluir sobre se seria o depósito de cobre ou os íons de ferro (II) responsáveis pela coloração.

Submicro I – Parte A

Eles haviam proposto como produtos o sulfato de ferro (II) e o cobre, mas acabaram por mudar e propor a formação de sulfato de cobre (CuSO_4) e

óxido de ferro (FeO) (D1). Nos reagentes, o sulfato está representado junto com o cobre (D2). Representaram algumas partículas (D3 OK). Não parece haver distinção nos tamanhos (D4) e representaram da mesma forma íons e átomos (D5). A classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Eles conseguem reconhecer que o produto está errado, mas não chegam num consenso sobre o que se formou e deu origem à coloração avermelhada, conforme já discutido (D1). Não parece que houve indício de melhora nas D2, D4 e D5. A classificação mantém-se como 2 (D1, D2, D4 e D5).

8.3.4.2 Experimento II

No quadro 19, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II	INÍCIO: Legenda: Fe H2SO4 FINAL:	3 D2 D4 D5	4 - D4 D5

Quadro 19 - Resultados do Grupo 4 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, eles acham que o ácido sulfúrico possa ter alguma ação desidratante, mas desistem dessa hipótese, visto que, concluem não haver água lá. Pensaram que talvez o ferro pudesse reagir com o oxigênio formando o “FeO” e haveria liberação de bolhas. Ainda segundo eles, talvez o ferro reagisse com ácido sulfúrico, formando “H₂SO₃”, mas acabaram não concluindo essa hipótese. Na parte 8, rapidamente, parece que compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e os íons hidrogênio, concluindo que o gás formado seria o hidrogênio, como pode ser observado nas falas abaixo:

B4: Ah então ó...

A4: O ferro transfere dois elétrons para os cátions da solução.

B4: Então vai ficar sulfato de ferro...ué calma aí.

A4: Tá depois da reação fica SO₄ dois menos (Nox dele = -2).

B4: É pode ser né...escreve aí...

A4: Na equação, o ferro reage com o hidrogênio do ácido sulfúrico e forma o sulfato de ferro com a liberação de gás, o gás hidrogênio.

B4: É, o H₂. Beleza, e já está balanceada.

Portanto, classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Eles começam se confundindo novamente com o sulfato, porém conseguem reconstruir esse conceito, entendendo que ele não participa da reação e parece compreenderem melhor a interação entre o íon hidrogênio e o átomo de ferro com a formação do gás, que eles estavam na dúvida, como ilustrado pelas falas:

B4: Aha, de novo a gente caiu na pegadinha do sulfato. Mas agora que eu tô vendo a equação e faz sentido é que, lembra no cursinho que a gente viu que íons não...por exemplo, aqui olha quando joga na água vai dissociar e vai ficar H⁺, vão ficar íons livres boiando lá. Aí faz sentido.

A4: Tá, tem os íons livres.

B4: Mas por que o sulfato não muda?

A4: Então, o ferro ioniza e reage com o oxigênio e...

B4: Não, com o hidrogênio.

A4: Isso, reage com o hidrogênio que é liberado do ácido sulfúrico.

B4: Sim, porque os Hs precisavam de elétrons, estavam H^+ e eles pegam esses elétrons do ferro para ficarem de boa.
 A4: Tá depois da reação, aquelas bolhas lá eram mesmo hidrogênio.
 B4: É, isso a gente acertou.
 A4: Ok única coisa que acertamos. E o ferro não reage com o sulfato e fica livre como uma substância simples.
 B4: É, só que como íon.
 A4: Isso, fica ionizado, carga positiva.
 B4: Então a gente obtém no final o cátion ferro.
 A4: Ferro 2.
 B4: Cátion bivalente, e H_2 sendo liberado em forma de gás. Acabou?

Portanto, se manteve a classificação 3 (correto), em que eles ratificaram o raciocínio.

Submicro II – Parte A

Eles conseguiram propor corretamente os produtos da reação (D1 OK). Novamente representam o H_2SO_4 com todas as partículas unidas (D2). Algumas partículas interagindo (D3 OK). Não há distinção nos tamanhos (D4) e representam o Fe e Fe^{2+} da mesma forma (D5). A classificação é 3 (D2, D4 e D5)

Submicro II – Parte B

Agora, os alunos conseguem compreender que os íons sulfato ficam livres na solução:

[...] B4: Aha, de novo a gente caiu na pegadinha do sulfato. Mas agora que eu tô vendo a equação e faz sentido é que, lembra no cursinho que a gente viu que íons não... por exemplo, aqui olha quando joga na água vai dissociar e vai ficar H^+ , vão ficar íons livres boiando lá. Aí faz sentido
 A4: Tá, tem os íons livres. [...]

E que não participam da interação, conforme discussão acima (D2 OK). Não há indícios de melhora em D4 e D5. A classificação é 4 (D4 e D5).

8.3.4.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 8 e 9:

Gráfico 8 - Simbólico - Grupo 4

Gráfico 9 - Submicro - Grupo 4

Na classificação, o grupo 4 não mostrou evolução dentro do 1º experimento. Parece que a concepção alternativa de formação da ferrugem ou que o ferro tenha que reagir com o oxigênio foi bem forte, além do papel do íon sulfato. Além disso, pode ter havido alguma confusão na interpretação da imagem, levando-os a acharem que a coloração avermelhada poderia ser devido aos íons de ferro (II). Apesar de não demonstrarem evolução na classificação anterior, parece que no 2.º experimento, eles demonstraram facilidade na interpretação do fenômeno, isso dá indícios do processo de modelagem. Conectaram conceitos como a formação de bolhas, como sendo o gás hidrogênio produzido, por exemplo, e fizeram a equação química rapidamente. Demonstraram compreender o papel do íon sulfato e discutiram muito, aprofundando-se nos conceitos e, talvez isso seja um fator para que não reconstruíssem as D4 e D5 no submicro, que é constituído por mais detalhes a serem observados. Quanto a D5, é possível que pelo fato deles representarem as partículas por figuras geométricas, eles não tenham prestado atenção para o fato de que íon e átomo são diferentes. Eles explicaram durante a entrevista, que as diferentes formas geométricas seriam somente para diferenciar, porque na visão deles, com bolinha poderia ficar confuso.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 20:

GRUPO 4					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	2		2	Sim
				Submicro	2		2	
	Transição parcial	3	Exp.II	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	3		4	

Quadro 20 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 4

8.3.5 Análise das representações e trajetória – Grupo 5

8.3.5.1 Experimento I

No quadro 21, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	2
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	3 D1 - D4 D5

Quadro 21 - Resultados do Grupo 5 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, elas começaram estranhando a possível reação química entre dois metais. Pensaram que como há oxigênio no sulfato, poderia oxidar. Observaram a mudança de coloração para avermelhado e propuseram que poderia ser ferrugem, resultado da oxidação. A hipótese delas é que metal, em contato com água e oxigênio, deve enferrujar. Ressaltam que a reação química não foi só entre os metais, mas que havia também o oxigênio. Segundo elas, dessa forma apareceu a ferrugem, que seria o avermelhado observado da reação do ferro com o oxigênio do sulfato, com água. Na parte 3, parece que elas compreenderam que o átomo de ferro perde dois elétrons, mas não fica claro sobre a redução do cobre (elas não falam sobre o que ocorre ao íon cobre ao receber elétrons do átomo de ferro), para elas parece que o cobre se mantém com carga 2+ e se junta ao Fe, formando algo como “FeCu”:

B5: Então o ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução Cu^{2+} . Aí o ferro transfere...faz embaixo aquela demonstração que os professores sempre fazem, Fe^{2+} Cu^{2+} e cruza (cruza as cargas e escreve FeCu no produto, considerando ambos com carga 2+). [...]

E continuaram na dúvida sobre os produtos, achando que se formariam o “FeCu” e o “ SO_4 ”, como pode ser exemplificado pelas falas:

B5: É, olha, o ferro transfere dois elétrons para a solução Cu^{2+} .
 A5: Transfere 2? [...]
 B5: Transfere dois elétrons para o cátion de solução Cu^{2+} .
 A5: O ferro vai ficar 2+.
 B5: Sim ele recebe.
 A5: Porque o ferro vai passar (elétron) e vai ficar positivo.
 A5: Tá mas o que eu faço agora?
 B5: Não faz sentido porque ficaria FeCu + SO_4 ?
 A5: Então não sei, se junta ou se separa.
 B5: Ou junta tudo ou separa o Fe do Cu do SO_4 .
 A5: Não sei, e agora? Será que junta tudo? [...]
 B5: Eu acho que é FeCu + SO_4 !
 A5: Acho que é FeCu + SO_4 ! Acho que vou colocar isso (escreve + SO_4)
 B5: Isso!

Finalmente, no equacionamento, foram observados alguns erros: formação do produto FeCu e SO_4 . A classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Em parte, elas conseguem reconstruir o raciocínio, dando indícios de que talvez tenham entendido a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II).

A5: Não, o ferro vai passar dois elétrons para o Cu.

B5: E porque o Cu...e o Cu passa dois?

A5: Não, o Cu está aqui (aponta para o íon de cobre) e o ferro (aponta para o ferro metálico) aqui, aí o ferro tem dois elétrons, aí ele vai e passa para o Cu, o Cu vai ficar com dois a mais e o Fe com dois a menos, entendeu? E ninguém passa mais nada.

A5: Foi quase porque a gente só juntou o Fe, mas na verdade não era para juntar.

Na sequência, manifestam dúvida sobre o produto que se forma, porque parece que se confundiram ao observar a imagem apresentada a elas:

B5: Eu considero a linha de raciocínio meio certa...

A5: É foi quase...mas olha ali o desenho, o ferro junta com o cobre sim...

B5: E agora A5, junta ou não junta?

A5: Não sei, fiquei na dúvida...

E ficaram com essa dúvida nesse momento, dando indícios de que não compreenderam completamente a interação ocorrida, mas parecendo evoluir um pouco o raciocínio inicial, por isso a classificação é 2 (parcial).

Submicro I – Parte A

Elas consideraram a formação de um produto diferente “FeCu” (D1). Representaram o íon sulfato unido ao íon de cobre (II) (D2). Fizeram várias partículas interagindo (D3 OK), demonstrando compreender que a proporção em que reagem deve ser mantida desenhando 8 partículas de cada interagindo:

B5: Tá fazendo um ferro para cada... CuSO₄...ou não?

A5: É porque tipo, o...calma, deixa eu ver...o ferro...o ferro faz...E o Cu que é 2, então tipo...é proporcional, 1 para 1 [...]

Os tamanhos são aproximadamente iguais, não parecendo ter havido diferença (D4). Não há distinção entre átomos e íons na representação (D5). A classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Elas ficaram discutindo sobre a interação entre o ferro e o íon de cobre (II), mas parece que continuaram na dúvida sobre a formação ou não do “FeCu”, como pode ser observado no finalzinho da discussão:

A5: É foi quase...mas olha ali o desenho, o ferro junta com o cobre sim...

B5: E agora A5, junta ou não junta?

A5: Não sei, fiquei na dúvida...

Então manteve a D1. Com relação ao sulfato se juntar ao íon (D2 OK), parece que elas demonstraram ter percebido que isso não está correto:

B5: Foi quase, só que a gente juntou o SO₄, não era para juntar.

A5: Na verdade, não era para juntar...

Não há indícios de melhora nas D4 e D5. A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

8.3.5.2 Experimento II

No quadro 22, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada			Classificações	
			A	B
Simbólico II		1.º registro (obtido do vídeo, apagaram depois) 2.º registro: o que consideraram correto.	2	2
Submicro II			3	3
			D1 D4 D5	D1 D4 D5

Quadro 22 - Resultados do Grupo 5 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, elas achavam que a palha de aço sumiria ou iria corroer na presença do ácido sulfúrico, ou ainda, que explodiria, já que estaria em contato com um ácido forte. Segundo a observação delas, ocorreu uma interação e houve mudança na coloração muito discreta, inferindo que a reação química deveria ser entre o ferro e o hidrogênio, já que o íon sulfato não deveria reagir. Na parte 8, parece que elas compreenderam que o átomo de ferro transfere 2 elétrons para os íons H^+ e assim, o íon H^+ se transforma em H_2 , o que pode ser um indício de compreensão da troca de elétrons:

B5: Bom, vai ser igual a outra reação, eu acho que.... é, e dessa vez a gente vai fazer certo... então fica Fe transfere 2 elétrons, e aí fica Fe^{2+} ...

A5: Fe vai transferir 2?

B5: Aí fica H_2 né?

Em nenhum momento elas mencionam o H_2 como sendo um gás que teria sido formado, aliás elas não demonstraram que perceberam a saída de bolhinhas na interação química. Ao equacionar, primeiramente elas deixam os produtos separados: $Fe + H_2$, conforme quadro 22, primeiro registro. Depois quando estavam fazendo os desenhos, resolveram deixar o “Fe” junto com o “ H_2 ” formando o “ FeH_2 ”, dando indício de que não compreenderam a formação do gás hidrogênio. Elas acharam estranho as bolinhas ficarem separadas, como pode ser observado nas falas abaixo:

A5: Tem que juntar, não tem?? Se não as bolinhas ficarão soltas...

B5: Verdade...se não, não faz sentido. Muda aqui na... (nesse momento elas apagam os produtos $Fe + H_2$ e escrevem FeH_2 na equação)

Há sinalização de problemas na representação, conforme pode ser visto na primeira tentativa, em que elas não diferenciam o ferro, ele aparece nos reagentes e nos produtos, além da formação do “ FeH_2 ”. A classificação é 2 (parcial), já que parece que compreenderam em alguma medida que o ferro cede elétrons aos íons H^+ e que há uma transformação.

Simbólico II – Parte B

Elas não colocaram a carga do íon de ferro (II) na equação, assim sendo, ao olharem para o ferro reagente e produto na equação, não entenderam porque o “FeH₂” teria que ser escrito separado, pois assim os “ferros” seriam iguais (antes e depois):

B5: Foi melhor que o outro.... Foi quase...

Só não faz sentido, o que acontece antes, acontece depois da reação (aponta para o ferro antes e depois), não faz sentido isso.

A5: Sim...mas foi quase, tá vendo, aqui é separado (aponta para o FeH₂) mas fica H₂. Balanceamento certinho aqui.

Então parece que não conseguiram compreender a formação dos produtos Fe²⁺ e H₂, não diferenciando muito bem isso do “FeH₂” proposto por elas, não avançando na compreensão dessa interação, dando indícios novamente em algum problema nas representações. A classificação continua sendo 2 (parcial).

Submicro II – Parte A

Elas propuseram como produto, o “FeH₂” (D1). Não representaram o sulfato (D2 OK). Colocaram várias partículas no desenho, mantendo-se novamente a proporção (D3 OK). Não há diferenciação nos tamanhos e nem entre átomos e íons (D4 e D5). A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

Submicro II – Parte B

Elas conseguem reconhecer que tem algo errado no produto, porém não parecem compreender sobre o gás hidrogênio e não entendem que as representações do átomo e do íon de ferro são diferentes (D5), conforme já discutido na análise do simbólico (D1). Não há indícios de avanços na D4, quando perguntado a elas na entrevista, elas afirmaram que até perceberam no repensando do primeiro experimento, mas não aplicaram. Portanto, a classificação se manteve em 3 (D1, D4 e D5).

8.3.5.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 10 e 11:

Gráfico 10 - Simbólico - Grupo 5

Gráfico 11 - Submicro - Grupo 5

No 1.^o experimento, o grupo 5 obteve uma discreta melhora, tanto no simbólico como no submicro, conforme pode ser visto nos gráficos 10 e 11. Demonstraram problemas com as representações de íons e átomos, não parecendo compreender a diferença entre eles. Inclusive, na entrevista, parece que elas confirmaram isso:

P: No segundo desenho, vocês entenderam a diferença do ferro nos reagentes e nos produtos?

B5: É diferente, porque no final da reação ele tá sozinho...na verdade, não sei...

B5: No nosso caso, a gente achou que era o mesmo ferro, que não tinha diferença...

A5: Sim.

Não se observa, no 1.^o experimento, conexões com as hipóteses iniciais – coloração avermelhada e possível formação de ferrugem – não dando indícios de reconstrução de ideias. No 2.^o experimento, o grupo 5 não conseguiu avançar nas classificações, tanto do simbólico quanto do submicro, novamente tendo problemas nas representações, por exemplo, do átomo e do íon de ferro. Nos dois experimentos, elas consideraram como produto, algo como a junção das partículas “FeCu” e “FeH₂”, dando mais indícios de confusões nas representações e em conceitos básicos de química. No caso do “FeCu”, a imagem apresentada a elas, pode tê-las atrapalhado, já que acharam, que pela proximidade das partículas, uma nova substância teria se formado, a junção do ferro com o cobre. Quanto ao “FeH₂” parece que tentaram

seguir o modelo anterior, mantendo as partículas juntas, já que não parece que elas tenham observado (ou não demonstraram) o desprendimento de gás na interação química, dessa forma, não parece ter havido conexão com a formação do gás hidrogênio, o que poderia tê-las ajudado a reconstruir suas ideias. Entre os experimentos, observa-se uma discreta melhora no segundo, embora não pareça que conseguiram avançar muito. Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 23:

GRUPO 5					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
D	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	1		2	Não
				Submicro	2		3	
	Não transição	0	Exp.II	Simbólico	2		2	Não
				Submicro	3		3	

Quadro 23 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 5

8.3.6 Análise das representações e trajetória – Grupo 6

8.3.6.1 Experimento I

No quadro 24, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		2	3
Submicro I		3 D2 D3 D4	4 - D3 D4

Quadro 24 - Resultados do Grupo 6 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles acreditam que deverá haver uma reação de simples troca entre os íons, segundo eles, o ferro entraria no lugar do íon cobre (II). Na parte 3, parece que eles pensaram corretamente na troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon cobre (II), mas consideraram, erradamente, a carga do sulfato = “-1”, tanto no reagente como no produto, o que os levou a registrar a fórmula incorreta dos sais, conforme pode ser observado nas falas abaixo:

B6: O Fe na palha de aço estava 0. Aí ele vai oxidar e virar 2+ para reagir com o Cu. Né?

A6: (Balança a cabeça confirmando que sim), o ferro vai oxidar?

B6: É, o ferro oxida.

A6: O cobre que oxida.

B6: Não, o Cu vai reduzir. Porque o cobre já estava 2+, então vai para 0. [...]

B6: Põe aí: $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 + \text{Fe} \dots \text{vai dar} \dots \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{Cu}$

A6: $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, mas o cobre fica sozinho?

B6: É, Nox zero.

Alguns erros observados na equação química proposta por eles: as fórmulas “ $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ e $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ”. Portanto a classificação é 2 (parcial).

Simbólico I: Parte B

Durante a etapa metacognitiva, eles não demonstraram que conseguiram observar que a carga do sulfato, que eles propuseram, estava errada (-1), mas há indício de que tenham pensado, mas não demonstraram isso nesse momento, pois no 2.^o experimento, eles fizeram corretamente a fórmula do sulfato. Então na entrevista, foi perguntado à dupla, se eles se lembravam de terem observado esse erro e eles afirmaram que sim, e por isso fizeram corretamente no segundo:

P: Esse dois no sulfato no primeiro, vocês perceberam que estava errado? (pausa)

B6: Sim, percebemos sim, olha aqui no segundo a gente já fez certo.

A6: É.

Também parece que compreenderam que a troca de elétrons ocorre somente entre os metais e por essa razão o sulfato não seria necessário na equação, conforme pode-se acompanhar com as falas abaixo:

A6: Tá, então o ferro, Fe, oxidou, perdeu 2 elétrons, e o Cu, o cobre reduziu, ganhou 2, está tudo certo.

B6: Sim, eu acho que é isso. A gente só não sabe por quê o SO_4 não está na equação

Ah! Eu acho que é por quê a reação é entre a palha de aço (ferro sólido) e o íon cobre. Não tem A6: nada de sulfato.

B6: Nossa! Boa A6, verdade!

Por isso a classificação é 3 (correto), já que eles demonstraram compreensão nos erros feitos na equação química proposta.

Submicro I – Parte A

O grupo demonstra compreender a interação química, a troca de elétrons e, apesar de representarem com dois íons sulfatos ligados a cada um dos íons metálicos (reagentes e produtos), considera-se aqui, que eles compreenderam a interação ocorrida e o produto formado (D1 OK). Eles representaram as partículas unidas, íon sulfato e íons metálicos (D2). Fizeram

interação com uma única partícula de cada (D3) e não fizeram distinção quanto ao tamanho (D4). Eles reconhecem que o átomo de ferro deve ser representado diferentemente do íon de ferro (II) (D5 OK):

A6: A dúvida é: se troca ou não a bolinha para Fe e Fe^{2+} .

B6: Eu não sei se precisava trocar, porque ainda é o mesmo elemento.

A6: É, mas é preciso mostrar, diferenciar os dois.

A classificação é 3 (D2, D3 e D4).

Submicro I – Parte B

No finalzinho da discussão, eles reconhecem que o sulfato não deveria ser representado porque é íon espectador (D2 OK):

B6: [...] a gente só não sabe por quê o SO_4 não está na equação.

A6: Ahhhh! Eu acho que é porque a reação é entre a palha de aço (ferro sólido) e o íon de cobre. Não tem nada de sulfato.

B6: Nossa! Boa A6, verdade!

Não demonstraram que perceberam a diferença nos tamanhos (D4) e também não falaram sobre a representação de várias partículas (D3). A classificação é 4 (D3 e D4).

8.3.6.2 Experimento II

No quadro 25, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II	INÍCIO: FINAL: Legenda: $O \rightarrow H^+$ $\bullet \rightarrow H^0$ $\otimes \rightarrow S$ $\ominus \rightarrow O$ $\bigcirc \rightarrow Fe^0$ $\textcircled{\bigcirc} \rightarrow Fe^{2+}$	3 D2 D3 D4	5 - - D4

Quadro 25 - Resultados do Grupo 6 – Experimento II

Simbólico II: Parte A

Nas partes 6 e 7, eles imediatamente propõem que haverá a formação de gás hidrogênio e oxidação do ferro, comentando que será muito parecido com a outra, mas trocando o cobre com o hidrogênio. Observam a liberação do gás e que o ferro se oxida. Ainda segundo eles, haveria a formação de sulfato de ferro e de gás hidrogênio. Na parte 8, começam calculando o Nox de todos os elementos e parece que compreenderam a interação química, a troca de elétrons e a formação do gás hidrogênio, como pode ser exemplificado pelas falas seguintes:

B6: Então vai liberar hidrogênio mesmo, e o ferro oxidou...e vai ficar Fe^{2+} ...ligado com o SO_4^{2-} e ...o hidrogênio foi liberado! Isso aí!
A6: Então a gente põe só o íon H^+ mesmo e Fe , e tira o SO_4 ?
B6: [...] então vai ficar $FeSO_4$ no final e o hidrogênio sozinho em forma de H_2 que vai ser liberado. [...]
B6: Fe^0 , H^+ , fechou, o átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução...
A6: Então, o ferro estava zero, ficou $2+$ porque transferiu 2 elétrons e aumentou a carga...
B6: Logo o hidrogênio reduziu.
A6: É, o hidrogênio reduziu...

Dessa vez, eles colocam a carga correta do íon sulfato, demonstrando que conseguiram reconstruir isso (no experimento anterior eles achavam que a carga seria -1). A classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Eles percebem que acertaram o equacionamento e a troca de elétrons, só ficam na dúvida com relação ao sulfato. A classificação é 3 (correto), porque apesar dessa dúvida, o equacionamento ficou correto dessa vez, sendo que houve o ajuste da carga do sulfato de -1 para -2, como pode ser visto na equação proposta por eles.

Submicro II – Parte A

A dupla manteve o sulfato junto aos íons metálicos, tanto no reagente como no produto (D2), pois consideram que irá se formar o sulfato de ferro (II), ou seja o íon ferro (II) se une ao íon sulfato, conforme pode ser indicado pela fala abaixo:

B6: Então, vai liberar hidrogênio mesmo, e o ferro oxidou...e vai ficar Fe^{2+} ...ligado com o SO_4^{2-} e...o hidrogênio foi liberado...

Não há referência quanto a diferença no tamanho das partículas (D4). Continuam representando com apenas uma partícula de cada interagindo (D3). A classificação é 3 (D2, D3 e D4).

Submicro II – Parte B

Durante a etapa metacognitiva, a dupla reconhece que novamente representou o sulfato e que isso não era necessário (D2 OK):

B6: Vamos ver o que a gente fez aí! De novo a ideia da oxidação está legal, porém erramos colocando o SO_4 que não precisava.

Pela entrevista, eles confirmaram que o reconhecimento do papel do íon sulfato como espectador, só foi percebido mesmo na segunda hipótese, sendo que na primeira, eles até questionam e aceitam, mas que ficou claro no momento metacognitivo do 2.^o experimento, conforme o aluno B6 reflete durante a entrevista sobre o sulfato:

B6: Sim, mas na correção a gente entende que realmente ele não participa da reação (o sulfato), no momento que a gente pensou sobre a figura, no segundo experimento.

Dessa vez, observaram que a interação ocorre com várias partículas (D3 OK):

A6: Outra coisa, na representação a gente fez uma única molécula enquanto no desenho têm várias.

Só não fizeram referência ao tamanho das partículas, D4. Na entrevista, eles confirmam isso, dizendo que só compreenderam isso na discussão posterior em sala de aula:

P: Entendi... e nos desenhos vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?

A6: Na hora não, a gente percebeu depois que você explicou, o tamanho dos átomos, o que acontece quando perde elétrons...

P: Mas em que momento?

A6: Na hora, a gente não se preocupou com o tamanho, só depois na sala mesmo...

8.3.6.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 12 e 13:

Gráfico 12 - Simbólico - Grupo 6

Gráfico 13 - Submicro - Grupo 6

O grupo 6 deu indícios de compreensão dos fenômenos, inclusive no 1.º experimento não explicitaram que reconheceram o erro na formulação dos sulfatos durante o experimento, porém isso parece ter ficado claro no segundo, pois consideraram a carga 2- no seu raciocínio. É importante observar que, às vezes, os alunos reconstroem, mas não demonstram, nesse caso parece ser possível dizer que eles reconheceram o erro, já que fizeram corretamente no próximo, 2.º experimento, e depois confirmaram isso na entrevista. Entretanto a questão do sulfato parece que só ficou mesmo compreendida no 2.º experimento, já que eles insistiram em representá-lo novamente e acreditavam que ele se ligaria ao íon de ferro (II). Pode ser que pela reação ser diferente, ter o hidrogênio, pode tê-los levado a esse raciocínio, já que no primeiro experimento, a reação era entre os metais, mas no segundo caso não. Isso pode ser observado no gráfico 13, em que há uma diminuição na classificação de I-B para II-A, devido ao íon sulfato. Ao fazer o 2.º experimento, eles relacionaram o aparecimento de bolhinhas com a formação de hidrogênio, o que também pode tê-los ajudado a compreender melhor a interação. A evolução no submicro foi muito bom, sendo que eles apenas não demonstraram ter levado em consideração o tamanho (D4).

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 26:

GRUPO 6					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
A	Transição parcial	2	Exp.I	Simbólico	2		3	Não
				Submicro	3		4	
	Transição parcial	3	Exp.II	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	3		5	

Quadro 26 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 6

8.3.7 Análise das representações e trajetória – Grupo 7

8.3.7.1 Experimento I

No quadro 27, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		3	3
Submicro I		2 D2 D3 D4 D5	3 - D3 D4 D5

Quadro 27 - Resultados do Grupo 7 – Experimento I

Simbólico I: Parte A

Nas partes 1 e 2, eles começam já equacionando o que acham que vai acontecer, mas resolver voltar à discussão sobre o predizer. Eles acreditam que o ferro irá se desfazer, por causa do íon sulfato e haverá a formação de cobre que vai ter a cor característica. Observam e concluem que houve reação química com a formação de cobre pela cor avermelhada. Na parte 3, parece que eles conseguiram compreender a interação entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II). A aluna A7 ficou com bastante dúvida com relação à carga do íon de ferro, escrevendo primeiramente “Fe₂SO₄”, mas dialogando, conseguiram reconstruir suas ideias, conforme pode ser ilustrado pelas falas abaixo:

B7: A gente vira assim, para ficar assim bonitinho né: (mostra para o vídeo: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}_2\text{SO}_4$) [...]

A7: Isso, aí o Cu é 2+ o SO₄ é 2-. Aí a gente sabe que o Cu, ele vai receber, isssooooo, ele vai receber 2 elétrons do Fe, então vai ficar 0 porque vai virar substância simples né, e aí vai ficar Fe...eu não sei se tem esse dois aqui. Tem né? (referindo-se ao índice 2 da fórmula deles— Fe₂SO₄) [...]

A7: Esse pode ser o 2+ (referindo-se ao íon Fe)...então tudo bem, eu acho que não vai ser ó, por exemplo, pensa assim, se ele (o ferro) doou 2 elétrons para o Cu (íon) que vai ficar 0 no final, ele (íon ferro) vai ficar faltando 2 elétrons, certo? Então vai ficar 2+, e como esse (o sulfato) é 2-, vai ficar 2+ e 2- (ferro e sulfato) entendeu? Então apaga, apaga (referindo-se à fórmula Fe₂SO₄). O Fe é 2+ e o SO₄ é 2-, então consegue ficar 0 a soma (corrigem e deixam FeSO₄).

Portanto, a classificação é 3 (correto).

Simbólico I – Parte B

Inicialmente, eles não compreendem a razão de não se representar o sulfato, contudo, refletindo um pouco, entendem que a troca de elétrons se dá entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II), como pode ser visto nas falas abaixo:

B7: Acho que o sulfato pode estar lá, mas ele não participa da reação, entendeu?

A7: Vai ver porque ele não vai trocar os elétrons

B7: O que acontece é só uma troca de elétrons entre o Fe e o Cu

A7: Até porque a transferência de elétrons vai ocorrer entre eles, e o Sulfato vai continuar com a mesma quantidade. A conclusão que a gente chegou é que só os dois reagem entre si.

A classificação é novamente 3 (correto).

Submicro I – Parte A

Eles representam o sulfato de cobre com as partículas separadas, já que o meio é aquoso e o sal está dissolvido na solução. Mas, segundo eles, o sulfato de ferro (II) será formado na reação química, então representam as partículas unidas (D2). Fazem a representação de uma partícula de cada interagindo (D3). Nessa etapa, eles afirmam que a cor sofre alteração por causa do cobre formado, conectando com a observação inicial da coloração avermelhada. Não mencionam sobre tamanho (D4) e nem diferenciam átomo de íon (D5). A classificação é 2 (D2, D3, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Eles discutiram bastante tempo sobre o papel do sulfato e chegaram à conclusão de que o íon sulfato é somente espectador, está em meio aquoso, separado, por isso, não foi representado (D2 OK):

A7: A conclusão que a gente chegou é que só os dois reagem (referindo-se ao ferro e ao íon de cobre (II)). [...]

A7: Mas ali não tem nada de sulfato...

B7: Exatamente, é porque está no estado aquoso, então já está separado...

Não fizeram referência a D3, D4 e D5. A classificação é 3 (D3, D4 e D5).

8.3.7.2 Experimento II

No quadro 28, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	3
Submicro II		3 D3 D4 D5	3 D3 D4 D5

Quadro 28 - Resultados do Grupo 7 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, eles acham que o ferro vai ser corroído pelo ácido e formará outra substância, acreditando também que a cor irá mudar. Supõem que, da mesma forma que no anterior, o sulfato não deve reagir. Ficam na dúvida sobre o que se formará, segundo eles algo como “H₂Fe”. Observam a liberação de gás, pensando que poderia ser o “H₂Fe” ou o H₂. Percebem que a não houve alteração de cor. Na parte 8, eles parecem compreender a troca de elétrons entre o átomo de ferro e os íons hidrogênio, relacionando a liberação de bolhas com a formação de hidrogênio, porém, acabam representando erradamente a sua fórmula, assumindo a representação “2H”, conforme falas abaixo:

A7: O que a gente tem certeza é que como ele (o ferro) vai perder/transferir 2 elétrons para os hidrogênios, então ele vai ficar 2+, ele vai transferir 2, porque são 2 hidrogênios é H₂SO₄, você concorda? Então faz aí, Fe²⁺, porque ele transferir 2 elétrons, e vai ficar 2H⁺, está certo?

B7: É que tipo, sei lá, na última reação era um metal aqui no lugar do H_2 (do ácido sulfúrico), então tipo, eu não sei se vale a mesma regra sabe, porque é o íon sulfato...eu não sei.

A7: É, mais é estranho porque se...acho que não tem esse + (referindo-se ao $2H^+$ do produto), porque se ele vai dar o elétron para o H, ele não fica neutro? Ele não é mais o íon H^+ . Tanto é que, isso, ele saem as bolhinhas, aí vira o gás hidrogênio. (apaga o + e deixa $2H$ no produto e deixam: $Fe^0 + H_2SO_4 \rightarrow Fe^{2+} + 2H + SO_4^{2-}$)

Ao começarem a fazer a representação submicro, eles decidem reformular a equação, não considerando o sulfato como partícipe do processo:

A7: Eu acho que não está errado a gente colocar o SO_4 , só que...não é o que vai reagir...

B7: Você quer escrever as duas equações que a gente acha que é?

A7: Eu não sei...

B7: É, porque ia ficar $Fe + H_2$ né...quer dizer, mais H^+ .

A7: Calma, deixa eu tirar esse + (referindo-se ao + do $2H$ do produto) daqui porque está errado... [...]

A7: Então faz aqui, tipo, a gente faz do jeito que a gente acha que só reage o ferro e o hidrogênio, porque só os dois reagem... (e equacionam $Fe + H^+ \rightarrow 2H + Fe^{2+}$, deixando os dois registros).

Portanto a classificação é 2 (parcial), já que houve compreensão da troca de elétrons, mas a formulação do gás hidrogênio ficou errada “ $2H$ ” e esqueceram do balanceamento dos íons H^+ (na segunda tentativa de formulação).

Simbólico II – Parte B

Eles conseguiram reconstruir suas ideias, identificando os erros na equação proposta por eles. Primeiro o balanceamento dos íons H^+ ;

A7: A gente quase acertou. Tá. Vamos lá: como era H_2SO_4 eram 2 íons H^+ certo? Nossa, a gente só errou isso.

Depois, na própria sequência, reconheceram a fórmula correta do gás hidrogênio como sendo H_2 e não “ $2H$ ” como eles tinham colocado:

B7: Forma o gás que evapora, evapora não, que sai...

A7: Ah, e ele forma realmente o gás que vai sair da substância, e o ferro a gente acertou antes e depois, só errou o H no fim. Tinha que ser H_2 e não $2H$, que é o gás né.

A classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Dessa vez, a dupla não representa o íon sulfato. Na entrevista, eles confirmam que, realmente, nessa fase é que compreenderam o papel do sulfato:

A7: Acho que a nossa segunda hipótese foi a que chegou mais perto do resultado, que a gente conseguiu perceber que o SO_4 não reagia quando refletimos sobre o 1.^o experimento.

Embora no simbólico eles tenham representado a molécula de hidrogênio como sendo 2H , no submicro eles representaram a molécula H_2 .

Não mostraram avanço em D3, D4 e D5. A classificação é 3 (D3, D4, D5).

Submicro II – Parte B

Conseguem reconhecer que erraram o simbólico (2H), mas que no desenho está representado corretamente.

A7: o desenho eu não sei, na verdade o desenho tá certinho, tá perfeito, o H_2 fica junto no final porque é um gás né e no começo fica separadinho, e tá certo! O desenho a gente acertou, só escrevemos errado a equação.

Parece que o aluno B7 deu indícios de perceber diferença no tamanho entre átomo de ferro e íon de ferro, mas A7 não parece considerar possível fazer essa representação, conforme discussão abaixo:

B7: É que ali, tem diferença do Fe^{2+} e do ferro substância simples...
A7: Sim, mas não tem como você representar isso no desenho, entendeu?

Na entrevista eles afirmam, demonstrando firmeza, que não pensaram em diferença de tamanho e nem mesmo em diferenciar átomo de íon, então o aluno B7, provavelmente, apenas levantou a questão, mas acabou abandonando a ideia no momento da atividade. Portanto, não há evidência de mudança nas D3, D4 e D5. A classificação continua sendo 3 (D3, D4 e D5).

8.3.7.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 14 e 15:

Gráfico 14 - Simbólico – Grupo 7

Gráfico 15 - Submicro - Grupo 7

O grupo 7 deu indícios de compreensão dos fenômenos e no 1.º experimento a etapa metacognitiva pareceu ajudá-los a ratificar suas ideias no simbólico. Já na 2.ª hipótese, erraram inicialmente a formulação da molécula H_2 e no balanceamento (gráfico 14, 3.ª coluna), mas reconheceram isso na etapa metacognitiva (gráfico 14, 4.ª coluna), parecendo terem compreendido adequadamente as interações. A compreensão no simbólico parece ter sido mais acentuada do que no submicro, conforme gráficos 14 e 15. Eles próprios reconheceram isso na entrevista, justificando que talvez a representação submicro por envolver mais detalhes, seria mais difícil:

A7: É...muito pouco tempo...na discussão mais tempo ajudaria...é pouco tempo na verdade, porque é muito detalhe para prestar atenção...então a gente nem percebe alguns detalhes...tem muita coisa que a gente nem percebe que errou, tem que ter atenção mesmo...sei lá...tempo...[...]

P: Para ver a equação também?

A7: É mais simples a equação...mais direto...o desenho não, porque tem muito detalhe para prestar atenção...

Outros aspectos apontados por eles na entrevista reforçam essa ideia, como uma maior preocupação com a proporção do que com a quantidade de partículas (D3), a afirmação de que não pensaram nos tamanhos das partículas (D4) e a não diferenciação de átomo e íon (D5). Para esse grupo que teve muita discussão entre eles, indícios de HM1 e HM3, indícios de conexão cor/gás,

talvez mais tempo, pudesse ter favorecido o avanço na classificação do submicro, que atingiu o máximo em 3 nos dois casos.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 29:

GRUPO 7					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Não transição	2	Exp.I	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	2		3	
	Não transição	1	Exp.II	Simbólico	2		3	Sim
				Submicro	3			

Quadro 29 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 7

8.3.8 Análise das representações e trajetória – Grupo 8

8.3.8.1 Experimento I

No quadro 30, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	2
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	3 D1 - D4 D5

Quadro 30 - Resultados do Grupo 8 – Experimento I

Simbólico I: Parte A

Nas partes 1 e 2, eles já começam tentando equacionar a reação química, escrevendo as fórmulas das substâncias. Nesse momento, registram “Cu₂SO₄” como sendo a fórmula do sulfato de cobre (II). Observam a interação e propõem que ela deve ocorrer entre o ferro e o oxigênio, formando a ferrugem, que seria a cor marrom que eles visualizaram. Ainda segundo eles, haverá a formação de “FeO” e “CuSO₃”. Na parte 3, parece que eles não compreenderam a interação entre o átomo de ferro e o íon de cobre. Segundo eles, o ferro fica 2+ porque se liga a um oxigênio que é 2- que o próprio ferro “puxa” do CuSO₄ e por isso resultaria também “CuSO₃”, como pode ser ilustrado pelas falas abaixo:

B8: Tá, mais...e aí transfere dois elétrons para o íon Cu. Se ele transferiu dois elétrons...é porque ele puxou um O. Entendeu? Tipo, esse ferro fica com dois elétrons (o ferro do produto) porque ele é zero né, o Nox dele é zero (o ferro reagente).

A8: Sim.

B8: Aí como ele vai puxar um O (referindo a tirar um O do SO₄), o Nox do O é dois menos, então ele vai ficar dois mais, então quer dizer que ele vai tirar do Cu (tirar o oxigênio do sulfato), entendeu, então vai ficar CuSO₃.

A8: Faz sentido...

Na parte 4, eles começam discutindo sobre as ligações, quem vai ligar em quem. Mostram preocupação com o balanceamento e em representar várias partículas interagindo. Até então, eles não tinham colocado o Nox do cobre, supondo somente que ele tinha perdido dois elétrons. Na sequência, eles fizeram a representação do submicro e voltaram na discussão do Nox que ainda não parecia claro para eles e finalmente chegaram à conclusão de que o cobre diminuiu em dois, mas inicialmente ele seria “+6” e ficaria “+4”:

B8 Aí aqui, o O é menos dois, o S vai ganhar um e perder três, então vai ficar mais dois (escrevendo na fórmula CuS⁺²O₃⁻²).

A8: Cu é mais quatro, é isso...(coloca a carga +4 no cobre produto: Cu⁴⁺S⁺²O₃⁻²).

B8: Mas será que aqui deu certo? Porque lembra...acho... que o S perde dois elétrons para o cátion, não o O, não o ferro! O ferro.

A8: Perde dois elétrons.

B8: Para o Cu, o Cu tinha que perder dois. Três vezes menos dois, menos seis, mais dois fica menos quatro e mais quatro, está certo (referindo-se ao cobre do CuSO₃). Quatro vezes menos dois, menos oito, mais três... será que o S não muda? Se a gente deixar o S mais dois aqui... quatro vezes menos dois, menos oito.

A8: Aí tinha que ser mais seis aqui (referindo-se ao número de oxidação do cobre nos reagentes).

B8: Aí vai dar certo...o cobre perdendo dois...mais seis para mais quatro, dois elétrons.
A8: Aaa sim.

Alguns erros observados na equação proposta por eles:

- $\Delta \text{Nox Cu (+6} \rightarrow +4)$; produtos formados “FeO e CuSO₃”.

Portanto, a classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Parece que eles conseguiram reconstruir parcialmente algumas ideias, como a interação entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II).

Mas eles não reconhecem a confusão nos números de oxidação do cobre assumidos anteriormente (de +4 para +6) e também parece que consideram erradamente que houve a formação de uma “liga metálica”:

B8: É porque o ferro estava na forma de íon antes, e quando você coloca o cobre na forma de íon na solução, o cobre entrou na liga...
A8: É liga metálica isso?
B8: É.
A8: Aaaa tá.

Parecem conectar a cor amarronzada que observaram no início, que seria devido ao cobre formado, mas não evoluem totalmente. Então a classificação é 2 (parcial), já que houve, em alguma medida, uma reconstrução de ideias, contudo, aquém da adequada compreensão do fenômeno.

Submicro I – Parte A

O grupo considerou a formação de “FeO” e “CuSO₃” (D1). O íon sulfato está representado junto com o íon de cobre (II) nos reagentes (D2). Eles fizeram duas partículas interagindo e demonstraram preocupação em representar mais de uma partícula (D3 OK). Todas as partículas têm tamanhos aproximados (D4) e não há diferenciação na representação para átomo ou íon de ferro/cobre (D5). A classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Parece que eles não compreenderam que o cobre metálico se forma, ao invés disso, para eles houve a formação de uma liga metálica entre os dois metais (D1), como exemplificado nas falas:

A8: Então o que aconteceu?

B8: Quando você colocou o ferro na solução de íons livres de cobre o ferro saiu e ficou na forma de íon e o cobre entrou na forma de ligação metálica.

Quanto ao íon espectador (sulfato), eles parecem demonstrar compreensão do seu papel (D2 OK):

B8: É porque eu acho que como é solução e o CuSO_4 tem ligação iônica, aí ele faz ionização, Cu dois mais e SO_4 dois menos, que nem acontece quando tem HCl, que fica mais e menos, eu acho que acontece isso, e o sulfato só tá no ambiente, ele não tá reagindo e não tá nem aqui porque não é o meio, o meio é aquoso...

A8: Então foi só isso que a gente errou...

Não houve discussão sobre D4 e D5. A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

8.3.8.2 Experimento II

No quadro 31, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	3
Submicro II		3 D1 D4 D5	5 - - D5

Quadro 31 - Resultados do Grupo 8 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, eles achavam que iria ocorrer uma reação química semelhante à anterior, mas que sairia gás, devido ao hidrogênio. Eles observam a interação química, confirmando a formação do gás hidrogênio, devido ao borbulhamento observado. Já discutem a troca de elétrons entre o ferro e os íons hidrogênio e esboçam a equação química. Na parte 8, parece que eles conseguiram compreender a troca de elétrons entre o átomo de ferro e os íons de hidrogênio, propondo a formação do íon de ferro (II) e do hidrogênio “H”, sem Nox. Assim, eles assumem erradamente que a fórmula do gás é “2H”, apesar de terem mencionado H₂, acabam escrevendo “2H”, conforme exemplificado abaixo:

B8: Então um ferro vai dar um elétron para um H e esse mesmo ferro vai dar para o outro, aí vai ter que balancear a equação, mas tudo bem. Mas aí vai ficar H₂?

8A: H₂Fe...?

B8: Não, H₂. Porque se for para balancear a equação... porque tipo, Fe e H (mostra os reagentes) aí H e Fe (mostra os produtos), aqui é dois mais (mostra o ferro no produto) e aqui é mais (mostra o H no reagente). Não, aqui é zero (H no produto) e aqui é mais mesmo (H no reagente). (A equação fica: $\text{Fe}^0 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^0$).

Já que conseguiram compreender em alguma medida a interação, mas registraram erradamente a fórmula do gás hidrogênio, a classificação é 2 (parcial).

Simbólico II – Parte B

Eles conseguiram perceber o erro na equação, que ao invés de colocar H₂ eles acabaram colocando erradamente “2H”, conectando com a observação do gás formado e o H₂:

B8: E aqui também, a gente tinha que ter colocado H₂, quase que a gente colocou lembra? A gente tinha que ter colocado H₂ porque ele sai né, ele não ia sair só H...

Portanto a classificação é 3 (correto), já que conseguiram identificar o erro na equação química.

Submicro II – Parte A

Nos produtos, a dupla representou a molécula de hidrogênio como 2H no simbólico e com duas bolinhas separadas no submicro (D1). Não representaram o sulfato (D2 OK). Dessa vez, eles começam já fazendo várias partículas interagindo (D3 OK), pois parece que eles reconheceram isso no anterior e estão conseguindo modelar agora:

B8: Vai fazendo as bolinhas de ferro que e vou fazendo as de H.
A8: Aonde?
B8: Aqui, tipo aquela que a gente viu no outro sabe, que são várias?

Mas não há referência às D4 e D5. Na entrevista, eles deixam claro que não prestaram atenção ao tamanho, talvez pela quantidade de detalhes a serem trabalhados que era muito grande, como pode ser observado nas falas abaixo:

P: Nos desenhos vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?
B8: A gente nem prestou atenção...
A8: É...
B8: Porque fizemos errado, então o foco era consertar a reação...
A8: É! Então a gente não se preocupou. Mesmo vendo...na imagem...a gente não aplicou...
P: Vocês não acharam importante?
B8: Não, a gente nem percebeu mesmo no primeiro! Talvez se a gente tivesse acertado esse primeiro de cara...mas é que tinha tantas outras coisas importantes, nem ligamos para esses detalhes...mas no segundo chegamos a comentar sim.

A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

Submicro II – Parte B

Somente agora, eles conseguem demonstrar que reconhecem diferença nos tamanhos (D4 OK). Talvez a comparação com a imagem, os tenham

ajudado. Além disso, reconhecem o produto formado como sendo H_2 ao invés de “2H” (D1 OK):

A8: A gente teve primeiramente um erro de escala né?

B8: O H é muito menor que o ferro. E aqui também, a gente tinha que ter colocado H_2 , quase que a gente colocou lembra? A gente tinha que ter colocado H_2 porque ele sai né, ele não ia sair só H...

Só não houve referência à D5. A classificação é 5 (D5).

8.3.8.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 16 e 17:

Gráfico 16 - Simbólico - Grupo 8

Gráfico 17 - Submicro - Grupo 8

O grupo 8 deu indícios de compreensão dos fenômenos. No 1.º experimento, é forte a ideia de que houve a formação do óxido de ferro e, portanto, haveria a formação do que sobrou do sulfato (“ SO_3 ”) junto com o cobre. Depois, ao repensarem e observarem a figura, parece que não conseguiram compreender a formação de átomos de cobre, ao invés disso, talvez a junção dos átomos de cobre com átomos de ferro, formando uma liga, que pode ter sido uma incorreta interpretação da imagem apresentada a eles, não permitindo uma melhor evolução na compreensão. Parece ter havido alguma dificuldade na representação do íon de cobre, que assume Nox de “+4” e “+6”. Houve discreta evolução no submicro, tendo o grupo reconhecido o papel do sulfato. Já no 2.º experimento, eles deram indícios de melhor

compreensão, errando inicialmente a representação das moléculas de hidrogênio (assumindo que seria 2H), mas na etapa metacognitiva, reconheceram isso, que o certo seria H₂. No submicro, só não conseguiram reconstruir a D5, dando indícios de bom entendimento, já que retomaram 3 Ds. A questão do tamanho só foi percebida na etapa metacognitiva do 2.^o experimento. Isso pode indicar que a representação do submicro tem muitos detalhes a serem discutidos e isso pode ter ficado para segundo plano, não ter sido levado em consideração como algo importante.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 32:

GRUPO 8					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
C	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	1		2	Sim
				Submicro	2		3	
	Transição parcial	2	Exp.II	Simbólico	2		3	Sim
Submicro				3	5			

Quadro 32 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 8

8.3.9 Análise das representações e trajetória – Grupo 9

8.3.9.1 Experimento I

No quadro 33, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	3
Submicro I	INÍCIO: FINAL: Legenda: $\rightarrow$ Fe $\rightarrow$ S $\rightarrow$ Cu $\rightarrow$ O	3 D2 D4 D5	3 D2 D4 D5

Quadro 33 - Resultados do Grupo 9 – Experimento I

Simbólico I: Parte A

Nas partes 1 e 2, elas acreditam que irá enferrujar, ficando amarelado devido à oxidação. Observaram o fenômeno e, segundo elas, enferrujou e houve interação, só não sabem ao certo, quais partículas interagiram, propondo que o ferro perde elétrons para o cobre que fica mais negativo e algo se forma a partir disso. Na parte 3, parece que elas não chegaram num consenso sobre o que estaria reagindo e o que seria formado, ficando muito na dúvida sobre como que representariam o ferro reagente, começando com “Fe²⁺” e depois “Fe₂”.

Achavam que deveria formar “CO” ou então “O” ou “O₂” e finalmente deixaram erradamente o Fe²⁺ para representar os átomos de ferro, conforme falas abaixo:

B9: Agora, tipo, troca, sei lá, simples troca... essas coisas. Eu sei que vai dar CO, não CO não pode ter, vai dar O.

A9: O₂? [...]

B9: Ah, não. Isso não é combustão.

A9: Olha, o ferro é 2+ porque ele transfere dois elétrons... (ela apaga o Fe₂ e escreve Fe²⁺).

Elas concluíram que a carga do átomo de ferro seria “2+” porque ele (o átomo de ferro) doa dois elétrons:

A9: Acho que aqui é 2+ (referindo-se ao ferro reagente), porque ele transfere 2 elétrons.

B9: Então ele vai doar elétrons.

Demonstraram dificuldade em levantar uma hipótese, só conseguindo quando estavam elaborando a representação submicro, pois isso seria necessário para construir o desenho, conforme ilustrado pelas falas:

A9: A gente tinha que pensar no produto aqui primeiro, né?
 B9: É, eu sei. Mas eu não sei o que pode ser. É...eu não sei, tipo, só tem um ferro e um SO_4 ?
 A9: Aqui não ficaria, tipo, sulfato de ferro mais cobre?
 B9: É, eu acho que sim. Então vai ficar tipo, ferro...
 A9: Eu vou escrever só para a gente entender, tá?
 B9: Mais... sulfato é pequeno. Mais cobre. Isso que vai ficar?

Preencheram o produto, escrevendo Cu, mas depois a aluna A9 colocou “2+” no cobre metálico, perguntou para a colega e acabou deixando errado, dando indícios de confusão na representação de átomo ou íon:

A9: Você acha que se esse tem que ter 2+ esse aqui também (referindo-se ao cobre metálico nos produtos)? Tipo, eu sei que eles são 2+, só não sei se na equação tem que representar.

Alguns erros observados na equação química proposta pela dupla: Nox do ferro reagente; Nox do cobre produto. A classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Parece que elas conseguem identificar os erros na troca de elétrons, compreendendo melhor que o átomo de ferro se oxida e passa a ser um íon e o inverso em relação ao cobre:

B9: Poucas partículas de íon cobre, e depois o cobre...o cobre não fica mais 2+, porque ele ganha elétrons e deixa de ser um íon, e aí o ferro passa a ser um íon. Tudo faz sentido agora, porque o ferro oxida, então ele dá elétrons.
 A9: É seria legal, mas eu acho que nosso pensamento foi até que coerente com a nossa equação. Então se a nossa equação estivesse certa, nosso “sistema” de bolinhas estaria também.
 B9: Eu não sei, porque olha, a gente disse que o ferro oxida, então ele dá elétrons, e aqui ele deu. Então foi coerente, só que a gente escreveu de maneira errada, e desenhou também porque a gente se baseou na equação, mas eu acho que nosso pensamento foi bom.

Pelos indícios, considera-se a classificação como 3 (correto), já que elas demonstram reconhecer os erros na equação química proposta por elas, ainda que talvez haja alguma confusão na representação e do significado de íon e átomo.

Submicro I – Parte A

Elas representaram corretamente os produtos da interação (D1 OK). Entretanto verifica-se D2, D4 e D5. Elas representaram apenas 3 partículas interagindo, mas pela fala delas, é possível perceber a preocupação com isso (D3 OK):

B9: São várias que compõe... tem vários átomos de...

A9: Ferro? De ferro que compõe.

B9: Então vamos fazer mais que um? É que eu não sei explicar, tipo.

A9: A gente também tem que pensar que dentro do béquer que tá essa solução vão ter várias partículas né? Várias moléculas.

B9: É, então... vamos fazer mais.

A9: Você acha melhor fazer mais?

B9: Acho.

A9: Então faz.

A classificação é 3 (D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Elas não reconhecem o papel de íon espectador do sulfato, apenas acham que ele está “errado” (D2). Não parece haver referência às D4 e D5. Portanto, não parece que houve evolução na compreensão do desenho, nos quesitos D2, D4 e D5. A classificação continua sendo 3 (D2, D4 e D5).

8.3.9.2 Experimento II

No quadro 34, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	2
Submicro II		4 D1 D4	4 D1 D4

Quadro 34 - Resultados do Grupo 9 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, elas acreditam que a palha de aço será corroída, por se tratar da interação com um ácido, havendo diminuição da massa. Observam que houve a liberação de gás, mas que não teve corrosão, segundo elas. Na parte 8, elas começam equacionando: “ $\text{Fe} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^+ + \text{H}$ ”, conforme as falas:

B9: Vamos lá... $\text{Fe} + \text{H}^+$, Fe^+ mais H . Você acha que é isso? O que vai acontecer é o H^+ vai receber elétrons? O H é um íon aqui, um cátion?

Formularam errado o gás hidrogênio, colocando “ H ”, mesmo questionando sobre a fórmula ser H_2 :

A9: Ah, só que gás hidrogênio não é H_2 ?

B9: Possivelmente. Mas não tem outro H para formar...

Chegaram a considerar a informação de que o átomo de ferro perde 2 elétrons, mas acabaram deixando o íon de ferro com carga “+1”:

A9: Diz que o átomo de ferro transfere dois elétrons 2 elétrons para os cátions. Esses 2 elétrons... a gente tem que colocar essa informação em algum lugar?

B9: Acho que vai ficar 2+ no ferro...não, deixa assim...

Como em alguma medida elas entenderam a interação, a classificação é 2 (parcial). Elas parecem ter compreendido que o átomo de ferro perde elétrons para os íons H^+ , mas acabaram errando a fórmula do íon de ferro (II), assumindo erradamente " Fe^+ " e a fórmula do gás hidrogênio, que elas ficaram na dúvida, mas acabaram deixando como " H ".

Simbólico II - Parte B

Parece que as alunas conseguiram reconhecer que a fórmula do hidrogênio é H_2 :

A9: A gente até falou que hidrogênio era H_2 , mas não colocamos esse pensamento em prática né, e isso que era importante.

Ratificaram o raciocínio sobre a troca de elétrons entre o átomo de ferro e os íons de hidrogênio:

B9: É...mas a gente considerou que o ferro vai dar elétrons e que o hidrogênio vai receber elétrons.

Mas parece não ter havido consenso entre elas sobre o desprendimento de gás observado na reação, se seria o íon de ferro (II) ou o hidrogênio:

B9: Mas então é o ferro que tá sendo liberado naquela hora? (Referente ao gás saindo da palha de aço).

A9: Para mim seria o H_2 , que é o gás, certo? (B9 faz sinal de que não sabe se concorda).

Então a classificação é 2 (parcial), porque reconstruíram em alguma medida, mas não chegaram a um consenso sobre o íon de ferro (II), inclusive não mencionam sobre a carga de "+1" que elas tinham assumido como correto. Não fica claro se compreenderam o fenômeno, já que há dúvida sobre o que seria o gás desprendido.

Submicro II – Parte A

Elas não representaram o sulfato (D2 OK); apesar de considerarem a carga errada para o íon de ferro, parece que compreendem que o átomo deve ser diferenciado do íon, colocando isso na legenda (D5 OK), explicitando isso:

A9: Acho que tá bom né? Aí no outro vai ter ferro só que muda o símbolo porque vai estar ionizado.

B9: Ah é né.

Mas os tamanhos continuam iguais de todas as partículas (D4). Como produto, elas colocaram o “íon de ferro (I)” unido ao átomo de ferro e as moléculas de hidrogênio foram erradamente representadas por “H” (D1). Continuam representando várias partículas (D3). A classificação é 4 (D1 e D4).

Submicro II – Parte B

Conforme já analisado no simbólico, elas parecem conseguir perceber que se forma H_2 e não H, mas parece que fica dúvida sobre o que se desprende do ferro, se é o hidrogênio ou o íon de ferro. Também não fazem referência ao erro, quanto a carga do íon de ferro (II) que não é +1 (D1). Também não mencionam sobre o tamanho das partículas (D4). A classificação continua sendo 4 (D1 e D4).

8.3.9.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 18 e 19:

Gráfico 18 - Simbólico - Grupo 9

Gráfico 19 - Submicro - Grupo 9

O grupo 9 deu indícios de compreensão parcial dos fenômenos. Durante o 1.º experimento demonstraram muita dificuldade na representação das partículas, dando indícios de dificuldade na distinção entre átomo, íon, molécula, em como representar cada tipo de partícula. Na etapa metacognitiva, parece que compreenderam um pouco a interação, reconstruindo a equação química, mas não conseguiram compreender o papel do íon sulfato. No 2.º experimento, deram indícios de confusão nas representações novamente, deixando o ferro com carga “+1” e a molécula do hidrogênio como “H”. Adicionalmente, demonstraram ter dúvida quanto ao gás formado. Não houve indício de conexão com a cor ou o gás formado nos experimentos. Há indícios de alguma dificuldade na compreensão das representações das partículas e também pode ter havido dificuldade na compreensão das interações químicas. Observa-se que no submicro II, os produtos estão errados e não houve demonstração de retomada nisso, o que pode indicar que não compreenderam a interação, sendo que o íon de “ferro (I)” está unido aos átomos de ferro no desenho (quadro 34), parecendo que fizeram mais mecanicamente, procurando “copiar” o exemplo anterior, em que havia um depósito de cobre sobre o ferro e partículas soltas.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 35:

GRUPO 9					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
C	Não transição	1	Exp.I	Simbólico	1	→	3	Não
				Submicro	3	→	3	
					↓		↓ ↓	
	Não transição	2	Exp.II	Simbólico	2	→	2	Não
				Submicro	4		4	

Quadro 35 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 9

8.3.10 Análise das representações e trajetória – Grupo 10

8.3.10.1 Experimento I

No quadro 36, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		2	3
Submicro I	INÍCIO: FINAL:	1	2
		D1	-
		D2	D2
		D3	D3
		D4	D4
		D5	D5

Quadro 36 - Resultados do Grupo 10 – Experimento I

Simbólico I: Parte A

Nas partes 1 e 2, eles acreditam que haverá uma reação de simples troca, em que o ferro irá substituir o cobre, formando sulfato de ferro. Assim sendo, segundo eles, a cor azulada irá perder intensidade, por causa do cobre que seria formado, havendo mudança na coloração. Observam a interação e acreditam que houve a formação de ferrugem, que seria o “FeO” formado, sendo o sulfato de cobre o agente oxidante. Ainda segundo eles, o oxigênio viria do sulfato de cobre que sofreria redução. Na parte 3, é possível observar na equação e pelas falas, que parece que eles compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre, formando íon de ferro e cobre metálico, mas consideram que o sulfato também iria participar da reação, então, sugerem que o átomo de ferro se ligaria ao oxigênio do sulfato e formaria o sulfito, que “sobraria”:

A10: Ele tá dois mais (o íon cobre), ele vai ganhar mais dois vai ficar zero. O ferro vai ficar dois mais. É exatamente o que a gente observa, que o oxigênio tá dois menos aqui (no FeO) e o ferro ficou dois mais, então ele (ferro reagente) perdeu esses dois para o íon cobre. O cobre vai ficar zero, mas não teve precipitado naquela reação. [...]

B10: Qual é a cor do cobre? Ele é meio bronzeado né?

A10: O cobre? Ele meio bronzeado, alaranjado. Será que aquilo que se formou em cima do ferro era cobre não...

B10: É isso que eu estava considerando. Daí formaria o íon SO_3^{2-} .

A10: Sim.

B10: E o cobre sólido.

Ficam um pouco na dúvida, mas deixam como produtos: FeO, o Cu e o SO_3^{2-} , parecendo considerar os 3 produtos. Alguns erros observados na equação química proposta pelo grupo: FeO e SO_3^{2-} como produtos. Portanto a classificação é 2 (parcial) já que em alguma medida eles parecem compreender a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon cobre (II), como pode ser observado também na fala abaixo:

A10: [...] é o que vai mudar realmente são o cobre e o ferro, os únicos que se trocam elétrons, eu acho que está certo isso aqui B10, agora a gente só teria que balancear.

Simbólico I – Parte B

Na parte 1, de predizer o que aconteceria, eles disseram que seria uma interação química de simples troca. Mas depois abandonaram essa ideia, porque acharam que iria se formar ferrugem. Mas refletindo, parece que eles compreenderam que não houve formação de ferrugem, que a cor observada no experimento era cobre metálico e que a troca de elétrons ocorre entre o átomo de ferro e o íon de cobre, de acordo com a fala abaixo:

A10: Não há a reação com o oxigênio que a gente tinha pensado tipo, não vai formar óxido de ferro, é só uma troca entre o ferro e o cobre foi esse nosso principal erro, nós pensamos que o composto avermelhado formado seria ferrugem, FeO, mas na verdade era cobre.

Então parece que eles conseguiram compreender a troca de elétrons, o que os remeteu à ideia inicial, que seria o ferro interagir com o íon cobre da solução de sulfato de cobre (II), formando íons de ferro (II) e cobre metálico e não ferrugem, como eles imaginavam. A classificação é 3 (correto).

Submicro I – Parte A

Eles tentaram trabalhar com um outro modelo de átomo, em que representaram as camadas de valência, ficaram bastante tempo nessa discussão. Propuseram a formação dos produtos “FeO e SO₃” além do cobre metálico (D1). Nos reagentes, representaram o sulfato unido ao íon de cobre (II) (D2). Fizeram uma única partícula de cada interagindo e sendo formada (D3). Os tamanhos das partículas são aproximadamente iguais (D4). Não diferenciaram íon de átomo na representação (D5).

Submicro I – Parte B

Eles ficaram praticamente todo o tempo discutindo sobre a interação química e chegando à conclusão de que não há formação de óxido de ferro e

parecem ter compreendido a interação entre as espécies metálicas (D1 OK). Entretanto não demonstraram evolução nas outras Ds, possivelmente, isso esteja relacionado com a falta de tempo. A classificação é 2 (D2, D3, D4 e D5).

8.3.10.2 Experimento II

No quadro 37, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II		5 D4	6 -

Quadro 37 - Resultados do Grupo 10 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, já é possível observar profundidade na discussão e um encaminhamento de raciocínio correto, parecendo demonstrar uma compreensão relacional:

B10: Olha muito provavelmente, o ferro vai substituir o H₂.

A10: Também acho que vai substituir o H₂, vai formar sulfato de ferro e vai liberar hidrogênio na reação, vai sair o gás hidrogênio da reação formando o sulfato de ferro. Então provavelmente a gente vai ver o surgimento de um gás.

B10: Sim, o surgimento de um gás, só que ele não será visível porque é o hidrogênio, gás hidrogênio não é visível, mas provavelmente vão haver borbulhas...

Eles demonstraram relativa facilidade para equacionar essa interação, parecendo compreender bem a troca de elétrons e a formação do gás hidrogênio:

B10: A gente vai ter o ferro...
 A10: Em estado de oxidação zero.
 B10: Zero. Mais dois, na verdade ia ficar...[...]
 B10: Isso vai formar uma coisa que a gente pode garantir: H_2 , zero, com elétrons vindos do Ferro e Fe...
 A10: $FeSO_4$.
 B10: Fe^{2+} .
 A10: Sim.

Portanto a classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Com relação à equação química, eles reconhecem que acertaram e ainda justificam a razão, pela qual eles colocaram H_2SO_4 na equação química, com as partículas todas unidas, que seria apenas para dar mais clareza aos reagentes utilizados:

B10: Sim. Só um comentário sobre a equação ali em cima, como está em estado aquoso os íons vão ficar separados, ou seja, os íons H^+ vão ficar separados do SO_4^{2-} . Então a gente colocou ali...tudo junto... só para representar todos os elementos...

A classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Fizeram a representação, colocando os reagentes/produtos e não representaram o sulfato no desenho. Na entrevista, eles disseram que não colocaram o sulfato porque era grande e ia ficar confuso, então preferiram uma representação mais simples, já que ele não interage, optaram por não representar, mas parecendo compreender que poderiam ter feito isso. Observam-se várias partículas no desenho, sendo que eles diferenciaram os átomos dos íons respectivos, somente não demonstraram preocupação com o

tamanho das partículas, em que todas são aproximadamente iguais (D4). A classificação é 5 (D4).

Submicro II – Parte B

Já no início da reflexão, eles conseguem perceber que a representação está correta, mas que se esqueceram do tamanho:

B10: A gente tá com o conceito correto, só desconsideramos completamente o tamanho das partículas.

A10: É...nós não consideramos o tamanho das partículas, o raio atômico, mas o conceito, o que tá li é exatamente o que tá aqui.

A classificação é 6 (correto).

8.3.10.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 20 e 21:

Gráfico 20 - Simbólico - Grupo 10

Gráfico 21 - Submicro - Grupo 10

Embora no 1.º experimento a ideia que formaria o óxido de ferro tenha sido forte, na etapa metacognitiva eles conseguiram retomar e acertar, manifestando uma compreensão relacional que permitiu a eles retomarem alguns erros e redirecionar o raciocínio. Talvez tenha faltado tempo para mais discussões. Afinal, a ideia de formar ferrugem era forte, devido à coloração do cobre formado ser parecida e, considerando isso, a concepção alternativa de

que um dos oxigênios viria do sulfato para se ligar ao ferro também é bastante atraente. O desempenho do submicro pode retratar bem a intensa discussão que a dupla seguiu para compreenderem o fenômeno, não se atendo, nesse momento, a outros detalhes e aspectos, por isso, apesar da classificação do submicro evoluir de 1 para 2, pode-se considerar uma excelente evolução, no que se refere à qualidade. Até porque, eles escolheram um modelo mais sofisticado para proporem explicações, que é o que representa as camadas eletrônicas, segundo eles, isso seria interessante para representar a troca de elétrons entre as partículas. Parece que compreenderam bem o 2.º experimento, demonstrando terem feito a modelagem no primeiro, chegando ao final com classificação máxima tanto para o simbólico, como para o submicro. Eles mesmos ressaltam o fato da análise do primeiro experimento ser uma referência para melhor compreensão no segundo:

A10: A partir do primeiro exemplo, a gente conseguiu acertar o segundo. E o fato de ter o desenho ajuda muito.

B10: Sim, ajuda muito, porque exemplifica o que está acontecendo.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 38:

GRUPO 10					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
A	Não transição	1	Exp.I	Simbólico	2		3	Sim
				Submicro	1		2	
	Transição	4	Exp.II	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	5		6	

Quadro 38 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 10

8.3.11 Análise das representações e trajetória – Grupo 11

8.3.11.1 Experimento I

No quadro 39, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	1
Submicro I	INÍCIO: Legenda: → Ferro → Cobre FINAL:	2	2
		D1 D3 D4 D5	D1 D3 D4 D5

Quadro 39 - Resultados do Grupo 11 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles achavam que o ferro poderia se dissolver ou ficar “molenga”. Observaram que ficou avermelhado e concluíram que isso seria indício de reação química. Na parte 3, eles demonstraram bastante dificuldade para seguir um raciocínio, não havendo relação de conceitos com o que observaram (a cor, por exemplo). Assim, parece que eles não conseguiram compreender a interação, e demonstraram insegurança quanto ao produto proposto: “Fe₂Cu”, parecendo que estavam “perdidos” na elaboração da hipótese deles, conforme pode ser observado nas falas abaixo:

A11: O átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução, então o átomo de ferro é o ânion, né?

B11: É, o átomo de ferro é o ânion. Faz a equação, então: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \dots$
 A11: Isso mais...é sulfato de cobre, não é??? Não precisa ser CuSO_4 ?
 B11: Não sei...
 A11: Ah, vou deixar só assim.
 B11: Não, mas aqui fala só “íon de cobre”, então acho que deixa assim.
 A11: Mas vai ficar FeCu ?
 B11: Acho que é!
 A11: Só pode ser isso!
 B11: Mas, e esse $2+$, será que não altera? Não é Fe_2Cu ? Acho que faz sentido...

Alguns erros observados na equação química proposta por eles: Fe reagente “ânion”, produto formado = “ Fe_2Cu ”. Portanto, a classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Parece que eles não compreenderam a interação, como pode ilustrado pelas falas abaixo, parece algo mais mecânico, não conceitual:

A11: Sim, estou percebendo agora que a gente colocou no reagente o cobre como dois mais. E no produto, na verdade o ferro que tinha de estar com o dois mais. E agora eu cheguei na conclusão que, aqui o ferro transferiu os elétrons dele para o cobre, que ficou negativo, e o ferro positivo.
 B11: É isso...
 A11: Por isso o ferro ficou com o “mais” nos produtos, porque ele ficou positivo, já que deu dois elétrons para o cobre.

Também não fazem referência ao produto proposto por eles “ Fe_2Cu ” se estaria errado e o porquê. Há indícios de que eles ainda considerem a junção dos átomos de ferro e de cobre:

B11: Mas na situação final ele (cobre) está junto com o ferro. Tem um pouco de espaço, mas ainda está bem grudado.
 A11: Sim, está bem grudado.
 B11: O cobre, o cobre da situação final.

Portanto, parece que continuam não compreendendo a troca de elétrons, tampouco a interação, portanto a classificação continua sendo 1 (incorreto).

Submicro I – Parte A

Começaram o desenho dizendo que seria só para fazer as bolinhas. A dupla propôs que dois ferros se juntariam a um cobre, formando o “Fe₂Cu” (D1). Ficaram muito tempo fazendo a distribuição eletrônica para tentar descobrir a carga do ferro. Chegaram à conclusão que terminaria em 4d⁶ e, portanto, ele teria que receber dois elétrons, ficaram perdidos com essa “descoberta” e abandonaram a ideia de descobrir a carga do ferro. Embora eles tenham ficado na dúvida, quanto ao sulfato, optaram por não representar essa partícula (D2 OK):

A11: Isso mais...é sulfato de cobre, não é?? Não precisa ser CuSO₄?

B11: Não sei...

A11: Ah, vou deixar só assim...

Não há referência quanto às outras dificuldades (3, 4 e 5). Portanto, a classificação é 2 (D1, D3, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Eles discutem sobre a interação, mas não demonstram que compreenderam o que ocorreu, parecendo que ainda acham que se formou uma liga entre os átomos de ferro e de cobre (D1), como pode ser observado no final da discussão:

B11: Mas na situação final, ele (o cobre) está junto com o ferro. Tem um pouco de espaço, mas ainda está bem grudado.

A11: Sim, está bem grudado.

B11: O cobre, o cobre da situação final.

As outras Ds também permanecem. Portanto, a classificação continua sendo 2 (D1, D3, D4 e D5).

8.3.11.2 Experimento II

No quadro 40, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		1	1
Submicro II	INÍCIO: FINAL: Legenda:	3 D1 D4 D5	3 D1 D4 D5

Quadro 40 - Resultados do Grupo 11 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, eles parecem sem direção, levantando várias possibilidades aleatórias: corrosão da palha de aço, ficar colorido, explodir, ficar muito vermelho, soltar fumaça, ficar quente, enfim, imaginam que deve haver uma reação química. Observam que teve reação e houve desprendimento de gás e que ficou mais escuro, segundo eles. Na parte 8, eles demonstram dificuldade nas representações das fórmulas químicas, não conseguindo compreender o significado que elas carregam, como atribuir Nox “-2” ao ferro reagente e a formação de um produto “H₂Fe”, parecendo que não compreenderam a interação ocorrida:

A11: Então pode ser Fe²⁻, porque ele vai transferir dois elétrons para o H⁺.

B11: Isso.

A11: Então, até agora está Fe²⁻, mais H⁺, flechinha...

B11: Talvez fique Fe⁺.

A11: Acho que vai ficar H₂Fe.

Ficaram na dúvida se formaria o “ H_2Fe ou FeH_2 ”, sendo que eles fizeram os dois registros com os átomos todos unidos (“ H_2Fe ou FeH_2 ”), mas no final da discussão, ficaram na dúvida se talvez houvesse a formação de um cátion de ferro, mas como eles consideraram que o ferro reagente era “2-“ e como ele perderia 2 elétrons, acabaram optando (no final da discussão) por achar que formaria “Fe neutro e H_2 ”:

B11: Então, por isso que eu falei talvez fique Fe^+ e H_2 ...

A11: Calma aí, vai transferir dois elétrons então ele ficaria normal, porque ele perdeu os dois elétrons.

B11: Então, deve ficar Fe, por estar neutro e H_2 . Com base na equação anterior, a gente está esperando isso.

Portanto, a classificação é 1 (incorreto), pois os alunos não demonstraram compreensão da interação.

Simbólico II – Parte B

Eles não conseguem reconhecer que a equação química que propuseram está muito diferente do que foi apresentado a eles, apenas acham que não está balanceada, parecendo não conseguir reconstruir suas ideias:

A11: A gente esqueceu de balancear a equação, mas o resto está certo. A gente colocou o H_2Fe no final...

Continuam considerando que os produtos que propuseram estão corretos, já que é H_2Fe , não conseguindo diferenciar os significados dos símbolos e não avançando na compreensão do fenômeno observado. Portanto, a classificação continua sendo 1 (incorreto).

Submicro II – Parte A

A evolução que se percebe com relação ao experimento anterior é considerar a representação de várias partículas (D3 OK), o que é algo superficial.

O produto sugerido está incorreto (D1), não fazem referência ao tamanho (D4) e representam apenas o átomo de ferro e o íon hidrogênio na legenda (D5). Portanto a classificação é 3 (D1, D4 e D5).

Submicro II – Parte B

Não há indícios de avanço nas Ds observadas. Embora a representação dos reagentes esteja mais próxima do correto, eles não conseguem perceber que a dos produtos está muito diferente, o que pode ser novamente um indício de problemas na compreensão das representações, conforme pode ser evidenciado pelas falas abaixo:

B11: E o desenho, o início está muito certo.

A11: Está igual.

B11: Está igual e o final, de certa maneira, a gente pode dizer que está certo, porque vai entrar ali o...

A11: É, o hidrogênio vai entrar no ferro, só que a gente falou que estaria muito junto porque o hidrogênio é gasoso.

B11: É, só que no final não está muito junto, mas...

A11: A gente acertou desenhando as moléculas de hidrogênio grudadas, e a de ferro grudadas por causa do estado físico. As de hidrogênios estão grudadas porque é H_2 , isso a gente acertou.

B11: Então a gente foi bem!

A classificação manteve-se em 3 (D1, D4 e D5).

8.3.11.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 22 e 23:

Gráfico 22 - Simbólico - Grupo 11

Gráfico 23 - Submicro - Grupo 11

Não parece que entenderam a troca de elétrons no 1.º experimento, demonstrando bastante confusão nas representações e talvez achando que iria se formar uma liga entre o ferro e o cobre, “FeCu”. No 2.º experimento, eles atribuem carga -2 ao ferro, sendo que novamente eles acham que o ferro se junta ao H formando um composto único, não havendo indícios de modelagem no raciocínio. O pequeno avanço que se deu no submicro foi quanto à representação de várias partículas interagindo, que é um aspecto superficial. Apesar de não ter sido registrado D2, que é com relação ao sulfato, parece que eles não colocaram o íon sulfato por acaso, pois na entrevista eles disseram que não pensaram muito no papel do sulfato, que o fato de não o ter representado foi sem querer, não houve uma reflexão acerca disso também. Demonstraram muita confusão na compreensão do significado de átomo, íon, carga e o que ocorre quando há perda ou ganho de elétrons, alguns conceitos básicos de química. Isso pode ter sido um obstáculo para a dupla, que não demonstrou avançar nas explicações. Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 41:

GRUPO 11					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
D	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	1		1	Não
				Submicro	2		2	
	Não transição	0	Exp.II	Simbólico	1		1	Não
				Submicro	3		3	

Quadro 41 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 11

8.3.12 Análise das representações e trajetória – Grupo 12

8.3.12.1 Experimento I

No quadro 42, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	1
Submicro I	INÍCIO: 2Fe + 2Cu FINAL: 2FeCu Legenda: $\rightarrow \text{Fe}$ $\rightarrow \text{Cu}$	2	2
		D1	D1
		D3	D3
		D4	D4
		D5	D5

Quadro 42 - Resultados do Grupo 12 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, elas acreditam que a palha de aço irá se dissolver, ocorrendo uma reação química. Observam mudança na cor, avermelhado. Segundo elas, a interação pode ter sido entre a palha de aço e o cobre do líquido, do sulfato de cobre. Também acreditam que houve uma expansão da palha de aço. Na parte 3, elas rapidamente propõem uma equação, sem muita discussão, parecendo que fizeram mais mecanicamente, não demonstrando conexão com o que observaram. Parece que não compreenderam a interação química, pela equação e falas, demonstrando que acharam que o ferro (“Fe²⁺”) se ligaria ao cobre (“Cu²⁺”), e como os dois teriam carga 2+, formariam uma “molécula” de fórmula “FeCu”, conforme demonstrado nas falas:

B12: Bom, então acho que vai ser assim: Fe... mais Cu... (A12 faz sinal com a cabeça que está concordando e observando B12 registrar), vai ser igual a FeCu...

A12: Sim.

B12: Porque Cu é 2+ e Fe também é 2+ (referindo-se ao produto) porque está falando que ele transfere 2 elétrons.

A12: Sim.

Alguns erros observados na equação química proposta pela dupla: Nox do cobre no produto = +2; Produto “FeCu”. A classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Elas reconhecem que erraram o produto da equação, mas parece que elas continuam não compreendendo o que ocorreu, havendo indícios de que elas acreditem que o cobre tenha perdido 2 cargas positivas para o átomo de ferro, ou seja, algo mecânico, matemático e não conceitual, como pode ser observado na fala:

A12: Tinha ferro sólido (que é a bolinha de palha de aço), aí entrou em contato com o líquido (que é o Cu^{2+}). Aí o Cu^{2+} que entrou em contato com o ferro virou Cu e perdeu 2+ para o ferro que ficou Fe^{2+} .

Portanto, a classificação continua sendo 1 (incorreto), pois não há indícios de que tenham compreendido, ao menos em alguma medida, a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II).

Submicro I – Parte A

Tentaram representar com várias cores e parecem ter demonstrado que não entendem o porquê de ter que representar várias partículas interagindo (D3). Elas propuseram como produto o “FeCu” (D1). As outras Ds não foram discutidas: D4 e D5. Portanto, a classificação é 2 (D1, D3, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Não há indícios de compreensão sobre os produtos formados. A aluna A12 acredita que o íon de cobre (II) tenha perdido duas cargas positivas para o átomo de ferro e por isso ele ficou 2+ (D1), conforme já analisado no simbólico. Não há indício de evolução nas outras dificuldades D3, D4 e D5. A classificação continua sendo 2 (D1, D3, D4 e D5).

8.3.12.2 Experimento II

No quadro 43, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		1	2
Submicro II	INICIO: FINAL: Legenda: FE=O H₂SO₄=● Fe²⁺=● H₂=● SO₄=●	2	4
		D1 D2 D4 D5	- - D4 D5

Quadro 43 - Resultados do Grupo 12 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, elas acreditam que o ácido irá corroer a palha de aço. Observam que ocorreu uma reação química, que ficou mais escuro e houve formação de bolhinhas. Parece que elas não compreenderam a interação química, acreditando que o ácido sulfúrico possa ter ganhado dois elétrons do átomo de ferro e ficado “H₂SO₄²⁻”:

B12: Ele (o ferro) transfere (os elétrons) para os cátions... então é mais $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ (referindo-se ao produto)? Será que é isso?

A12: Não sei.

B12: Porque aí esse 2- quer dizer que ele (ácido sulfúrico) ganhou 2 elétrons. Ele tecnicamente ganhou 2 elétrons do Fe. Aí podia ser aqui o 2-...

Demonstram dúvida quanto ao gás que seria formado e dificuldade em propor os produtos da reação química. Depois, ao fazerem o simbólico, elas até pensaram na formação do gás hidrogênio, mas continuam não compreendendo a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon hidrogênio, ou seja, para elas o átomo de ferro perde 2 elétrons e torna-se Fe^{2+} , mas a partícula que recebe esses elétrons, não parece ficar claro. Portanto, não parece que elas tenham compreendido a interação química nesse momento, classificação 1 (incorreto).

Simbólico II – Parte B

Parece que conseguem reconhecer o erro na equação proposta por elas, entendendo que a partícula que interage é o íon H^+ , que foi liberado pelo ácido sulfúrico:

B12: [...] E ao invés de ser o H_2SO_4 (que reage) é somente o H^+ , porque é ácido, solta esse H^+ no líquido.

Elas reconhecem a formação do gás hidrogênio a partir dele, como pode ser observado nas falas:

A12: Foi quase o que pensamos. Só que o que reage com Fe não é o H_2SO_4 e sim o H^+ . Aí sai o que a gente já falou... Fe^{2+} e o que a gente ia escrever e que não deu tempo que é o H_2 ...

B12: A gente quase acertou, mas o que reage é o H^+ para formar o H_2 ...

E finalmente, que o íon sulfato não participa do processo e, portanto, não precisaria ser representado:

A12 – Éeee...então...a única coisa que erramos mesmo foi que representamos o SO_4 . Só que SO_4 é a solução, a solução, então não precisava ter representado.

Portanto, parece haver indícios que, ao menos parcialmente (2), elas compreenderam a interação, já que demonstraram entender que a partícula que reage é o íon H^+ , que irá se transformar no gás hidrogênio e que o átomo de ferro se transforma em íon de ferro (II). Faltou a elas, explicitarem, justamente, a troca de elétrons, que não fica claro se foi compreendido e como ficaria a equação química nessa nova perspectiva. Conforme já demonstrado no 1.º experimento, elas demonstraram alguma confusão relativa a troca de elétrons, imaginando que o íon de cobre possa ter dado as duas cargas positivas ao ferro.

Submicro II – Parte A

As alunas sugerem como produtos o sulfato, gás hidrogênio e os íons de ferro (II) que parecem estar unidos aos átomos de ferro que não reagiram, talvez formando algo novo (D1). Não fica claro qual a função do sulfato na interação proposta por elas, talvez, segundo elas, ele receberia os elétrons. Parece que nos reagentes, ele está junto com os íons H^+ e depois (no final) está em solução (D2). Há várias partículas interagindo (D3 OK). Não mencionam sobre tamanho (D4). Embora elas tenham representado o átomo de ferro diferentemente do íon de ferro (II), elas representam tanto o H_2SO_4 , o H_2 como o “ SO_4 ” por uma bolinha (D5).

Submicro II – Parte B

Parece que elas reconhecem que os íons ferro (II) não ficam unidos aos átomos de ferro:

A12: A única coisa que erramos foi que colocamos que o Fe^{2+} ainda ficava ligado e que o que reagia não era o H_2SO_4 e sim o H^+ .

Conforme já discutido no simbólico II, parece que não ficou clara a troca de elétrons, mas elas parecem conseguir reconstruir suas ideias no desenho,

reconhecendo que os íons H^+ é que reagem, que há a formação de H_2 e que os íons Fe^{2+} não deveriam estar unidos aos átomos de ferro (D1 OK).

Elas reconhecem que não deveriam representar o sulfato, embora a explicação não fique muito clara do seu papel de íon espectador nesse momento, depois, na entrevista, elas disseram que fizeram assim, porque perceberam sim que se tratava de íon espectador (D2 OK):

P: O sulfato, no segundo experimento, vocês disseram que ele seria a “solução”, como que é isso?

A12: No segundo experimento, a gente entendeu que ele era íon espectador...não muda nada na reação...

B12: Mas só depois do desenho, aquele que tem que comparar...

Não mencionaram sobre a D4, embora na entrevista, depois de hesitar um pouco, elas até tenham dito que perceberam isso ao observar a imagem, mas não aplicaram, pois não consideraram importante e haviam outros detalhes a serem pensados. Permanece D5, que não parece ter sido citado por elas. A classificação é 4 (D4 e D5).

8.3.12.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 24 e 25:

Gráfico 24 - Simbólico - Grupo 12

Gráfico 25 - Submicro - Grupo 12

Parece que elas não compreenderam a 1.^a interação, primeiramente acharam que formaria uma molécula de “FeCu”. Depois não demonstraram avanço na compreensão, confundindo cargas positivas e negativas, achando que a partícula poderia perder carga positiva, evidenciando talvez um problema nos conceitos básicos de química, com relação às partículas, elétrons ou prótons. Não parece ter havido evolução no simbólico e no submicro, sendo que só não foi registrado D2, mas não fica claro se houve compreensão nesse momento. No 2.^o experimento, não fica claro se elas conseguiram compreender a troca de elétrons, mas conseguiram entender quais partículas que interagiram, reconhecendo alguns erros na equação e no desenho sugeridos por elas. Novamente, pode haver indícios de falta na compreensão de conceitos básicos de química e/ou também nas representações, que poderiam ter sido obstáculos para o avanço. Assim, parece que houve uma melhora entre os experimentos, sendo que no 2.^o, elas relacionaram o gás formado ao desprendimento de bolhas que observaram, isso de certa forma, pode tê-las ajudado na compreensão desse experimento.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 44:

GRUPO 12					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
C	Não transição	0	Exp.I	Simbólico	1		1	Não
				Submicro	2		2	
	Não transição	1	Exp.II	Simbólico	1		2	Sim
				Submicro	2		4	

Quadro 44 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 12

8.3.13 Análise das representações e trajetória – Grupo 13

8.3.13.1 Experimento I

No quadro 45, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		3	2
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	2 D1 D2 D4 D5

Quadro 45 - Resultados do Grupo 13 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, elas acreditam que o ferro deverá enferrujar ou corroer, adquirindo coloração marrom ou alaranjada, típica da ferrugem. Segundo elas, o ferro deverá se unir ao sulfato, formando uma nova substância. De acordo com a observação do grupo, houve a formação de ferrugem porque o ferro oxidou. Na parte 3, parece que as alunas compreenderam a interação química

entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II) como pode ser observado pelos indícios nas falas:

A13: Ferro transfere 2 elétrons para o cátion da solução, então o ferro vai estar reagindo com o Cu^{2+} , certo?

B13: Uhum...

A13: Tem que só...equacione a interação entre o ferro e os íons de cobre, então não precisa ter o sulfato né?

B13: Se o ferro vai transferir 2 elétrons...

A13: Então depois que transferir os 2 elétrons, vai ficar Cu e Fe^{2+} .

B13: Sim.

Vendo pelo vídeo, primeiramente elas não tinham representado o sulfato, registrando assim: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$. Ficaram na dúvida, mas depois resolveram inseri-lo na equação também, deixando o registro com o sulfato ($\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$), como pode ser visto no quadro 45 e a discussão sobre isso:

B13: Antes não era CuSO_4 .

A13: Então, essa é minha dúvida porque está escrito íons de cobre, então acho que é só o íon, ah não! Acho que é SO_4^{2-} , vamos escrever. SO_4 , Aí vai ficar $\text{Fe}^{2+} \text{SO}_4^{2-}$.

B13: Acho que sim, porque se desde o começo ele está lá.

A13: Porque aí vai mudar.

B13: Sim, acho que está certo.

A13: Está certo agora vai...

Como a equação foi registrada corretamente, a classificação é 3 (correto).

Simbólico I – Parte B

Elas não conseguem reconhecer que a hipótese delas (equação química) está certa, tampouco propõem algo diferente, a única questão é com relação ao sulfato, que por elas o terem colocado, consideram que erraram tudo e acham que somente o registro anterior estava correto, ou seja, sem o íon sulfato:

A13: A gente ia fazer certinho se a gente tivesse deixado aquilo que a gente fez antes, só que estava muito simples e como era um trabalho, deveríamos dar uma complicada né?

Então a classificação é 2 (parcial), porque parece que, no momento, elas não ratificaram o que tinham acertado (então seria 3 (correto)), mas também não as levou a outro raciocínio, o que seria 1 (incorreto). E também, porque elas não verbalizaram como que ficou a compreensão delas após a observação das imagens, focalizando apenas em afirmar que erraram. Na entrevista, elas confirmaram que a questão do sulfato foi ficando clara mesmo, durante o segundo experimento:

A13: Acho que o que atrapalhou mesmo...foi não saber o que o SO_4 fazia na reação...não tinha entendido que ele era um íon espectador...

P: E quando isso ficou claro?

B13: Só depois quando já estávamos fazendo o segundo...porque foi isso que ajudou...olhar o desenho do primeiro e então comparar...

Submicro I – Parte A

A dupla propôs corretamente os reagentes e produtos na equação química, mas no desenho, os íons de cobre estão representados da mesma forma que os átomos de cobre (5 partículas separadas antes e depois) e, segundo elas, parece que se formou o sulfato de ferro (D1), reforçado pelo fato delas não se referirem à cor observada como sendo do cobre formado. Representaram o sulfato separado nos reagentes, mas junto nos produtos (D2). Fizeram várias partículas (D3 OK). Não fizeram referência ao tamanho (D4). Representaram átomos e íons da mesma forma (D5). A classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Elas pontuam na reflexão que fizeram tudo errado e ficam a maior parte do tempo nessa discussão. Apesar de perceberem que o sulfato não era para ser representado, não dão indícios de entendimento disso nesse momento. A classificação continua sendo 2 (D1, D2, D4 e D5).

8.3.13.2 Experimento II

No quadro 46, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II		5 D1	6 -

Quadro 46 - Resultados do Grupo 13 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, elas começam dizendo que o sulfato não deverá participar da interação. Acreditam que irá ter mais corrosão, ficando mais enferrujado, visto que a reação é com um ácido. Com relação à cor, acreditam que ficará mais avermelhado. Ao observarem, acreditam que erraram no momento do predizer, inclusive, visto que nem a cor mudou. Mas, observam a formação de bolinhas de gás e concluem que a reação será entre o ferro e o hidrogênio. Na parte 8, parece que elas não tiveram dúvida no equacionamento, demonstrando entender a transferência de elétrons do átomo de ferro para os íons H^+ da solução e formando o gás hidrogênio (H_2) e não considerando o íon sulfato na equação, conforme as falas abaixo:

A13: Bom, acho que vai ter o ferro né...e o cátion aqui de hidrogênio... não é isso? O ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução... só que o ferro vai perder um elétron né...e ali está falando que eles (os íons de hidrogênio) vão receber dois, então, a gente tem que dobrar a quantidade de hidrogênio.

B13: Hummm...boa.

A13: Então aqui tem que ficar dois H^+ ...tem que ficar ferro $2+$ mais o hidrogênio (nos produtos, escreve H_2)...só que eu acho que... é

porque o hidrogênio... eu acho que o gás... Éeee! O hidrogênio é H_2 , porque foi o gás que saiu, que foi hidrogênio.

B13: Ô...nossa...

A13: Genial, olha isso está muiiiito certo...dois hidrogênios aqui (reagente) e dois aqui (no produto)...

B13: Nem pense no SO_4 ...

A classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Dessa vez, elas reconhecem que acertaram, pois não representaram o íon sulfato, então parece que as imagens serviram para ratificar o raciocínio:

B13: Gente! A gente acertou! [...]

A13: Só que o resto a gente acertou tudo, a equação a gente acertou.

B13: É, mais ou menos! Sim!

A classificação continua sendo 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Parece que elas conseguiram reconstruir todas as Ds demonstradas anteriormente. Logo no início da elaboração dos desenhos, elas se referem ao tamanho das partículas, demonstrando preocupação e entendimento dessas diferenças (D4 ok):

B13: A13, deixa eu falar, não esquece do tamanho das bolinhas.

A13: Fe^{2+} vai ser menorzinho, vamos fazer todo preto. Vê quem é maior o Fe ou o H...o H é menor, o H^+ é bem pequeno, acho que tá bom o H, e o H^+ a gente faz ainda menor...

Fizeram diferenciação quanto a átomo e íon, conforme pode ser visto no desenho do quadro 46 (D5 OK). Não representaram o sulfato, parecendo compreender que ele não interage (D2 OK):

B13: Nem pense no sulfato...

A13: Oi? Não, não, tá certo assim.

O único detalhe é que elas representaram os íons de ferro (II) juntos com os átomos de ferro, parecendo que eles têm alguma interação que os mantêm unidos (D1). A classificação é 5 (D1).

Submicro II – Parte B

Rapidamente, elas percebem que os íons de ferro (II) não deveriam ficar juntos aos átomos de ferro, parecendo reconstruir suas ideias:

B13: Gente! A gente acertou!

A13: A gente errou ali, a gente achou que o Fe^{2+} continuava junto igual antes né, só que o ferro ali parece que se solta, tá vendo?

E na entrevista, também dão indícios de que perceberam que os íons de ferro se tratavam de algo diferente de ferro:

P: E esse íon de ferro aqui ó...grudadinho nos átomos de ferro?

A13: A gente também ficou na dúvida, se ficava junto ou não....porque sabe quando você tem uma coisa enferrujada, aí fica grudado né, então seria como se fosse a ferrugem formada grudada no ferro que sobrou...sabe?

Elas percebem que dessa vez foi mais fácil, pois utilizaram o exemplo anterior, dando indícios de modelagem:

A13: É, a gente achou bem mais fácil agora...

B13: Depois de ter aprendido né?

A13: É, principalmente depois de ver o outro exemplo, deu mais segurança para deixar simples...

A classificação é 6.

8.3.13.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 26 e 27:

Gráfico 26 - Simbólico - Grupo 13

Gráfico 27 - Submicro - Grupo 13

O grupo 13 deu indícios de compreensão dos fenômenos, mas no 1.º experimento não conseguiram reconhecer o sulfato, como íon espectador, o que as fez concluir que tinham errado, por isso a classificação diminuiu (gráfico 26- IB). Essa questão só ficou clara no 2.º experimento, o que as atrapalhou na confirmação do raciocínio. Mas no 2.º experimento, elas deram indícios de um entendimento relacional em vários momentos, o que pode tê-las ajudado a desenvolver corretamente todos os tópicos e, possivelmente, transitar nos níveis representacionais.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 47:

GRUPO 13					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
A	Não transição	1	Exp.I	Simbólico	3	→	2	Não
				Submicro	2	→	2	
					↓		↓	
	Transição	4	Exp.II	Simbólico	3	→	3	Sim
				Submicro	5		6	

Quadro 47 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 13

8.3.14 Análise das representações e trajetória – Grupo 14

8.3.14.1 Experimento I

No quadro 48, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	3
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	3 - D2 D4 D5

Quadro 48 - Resultados do Grupo 14 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles acreditam que o ferro irá se oxidar, perdendo elétrons para a solução de sulfato de cobre, formando ferrugem. Para que isso ocorra, segundo eles, o sulfato de cobre vai perder “oxigênios” para o ferro que, unindo-se a eles, enferruja. Observam a oxidação do ferro e concluem que realmente os “oxigênios” foram para o ferro formando “Fe₂O₃”, mudando a coloração. Na parte 3, primeiramente, parece que eles interpretaram que o ferro ficaria “2-“, reagiria com os íons de cobre e formaria o “FeCu”, mas ficaram na dúvida sobre essa hipótese e não conseguiram avançar, como podemos observar nas falas:

A14: Primeiro temos que anotar as informações, o ferro transfere 2 elétrons para, então se ele perde 2 elétrons ele fica Fe^{2+} , ele vai reagir com os íons de cobre resultando Cu^{2+} . Fazendo a interação química disso, cruzando as cargas.

B14: Vai ficar Fe_2O_3 ...

A14: Fica: FeCu ...mas, é para fazer com o íon? Que estranho.

B14: Espera, o Fe, mas pera, está certo isso mesmo?

A14: É com o ferro e o sulfato de cobre ou direto com o cobre?

B14: É então, isso que eu fiquei na dúvida...

A14: O cátion da solução é o cobre.

A14: Então a solução que é sulfato de cobre, o SO_4 fica 2- no total.

B14: Bom deixa assim.

Nesse primeiro momento formularam a seguinte hipótese de equação química: " $\text{Fe} + \text{Cu} \rightarrow \text{FeCu}$ ". Quando foram fazer a representação submicro, se questionaram sobre a representação ser com íons de cobre ou sulfato de cobre, dessa forma, resolveram mudar e incluir o sulfato na reação, conforme suas hipóteses iniciais (partes 1 e 2), concluindo que os produtos seriam " Fe_2O_3 e CuS ", como pode ser ilustrado pelas falas:

B14: Como que o ferro vai reagir com eles?

A14: Hum...se o ferro oxidou...ele vai transferir 2 elétrons para o Cu, então fica Fe + sulfato de cobre...que vai dar o ferro oxidado que é o Fe_2O_3 . [...]

A14: E também as moléculas de CuS , não lembro o nome disso...junto com o cobre, bolinha com a bolinha...

Alguns erros observados na equação química proposta pela dupla: formação de " Fe_2O_3 " e de " CuS ", sendo que o cobre não sofreu variação de Nox. Portanto a classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Apesar deles errarem, parecem conseguir reconhecer isso e reconstruir suas ideias, demonstrando compreender a oxirredução ocorrida, como pode ser observado na fala do aluno A14, em que ele equaciona oralmente a interação química:

A14: É, não só entre o ferro e o cobre, mas...nós teríamos acertado se tivéssemos seguido o enunciado, que é entre o ferro sólido e os íons de cobre, não a solução de sulfato de cobre...o nosso desenho está totalmente errado, mas vendo agora o gabarito fica fácil de entender. O enunciado falava que o ferro transferia 2 elétrons para um íon de cobre, um cátion de cobre, então inicialmente o ferro não

tinha carga, e o cobre que já era um cátion $2+$, ele já tinha dois elétrons a menos, vai gerar depois a reação, um ferro com falta de elétrons ou seja um cátion de ferro $2+$ e o cobre totalmente...estável.
B14: Sim!

Submicro I – Parte A

Inicialmente, o produto sugerido pela dupla é o “FeCu”, mas acabam mudando e voltando para a hipótese inicial de formação de um óxido de ferro: “Fe₂O₃ e CuS” (D1). Nos reagentes, representaram o sulfato junto com o íon cobre (II) (D2). Fizeram várias partículas interagindo (D3 OK). Não fizeram referência a D4 e D5. A classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Parece que compreenderam que os produtos são os íons de ferro (II) e cobre metálico, conforme já sinalizado no simbólico (D1 OK). Eles não demonstram compreensão no papel do íon sulfato, julgando que erraram porque representaram o sulfato (D2). Continuam com D4 e D5. A classificação é 3 (D2, D4 e D5).

8.3.14.2 Experimento II

No quadro 49, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		2	3
Submicro II		5 D4	6 -

Quadro 49 - Resultados do Grupo 14 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 6 e 7, eles acreditam que a interação será semelhante à anterior, com o ferro sofrendo oxidação novamente, talvez, de forma mais intensa devido à presença do ácido. Observam a reação e acreditam que tenha sido menos intensa. Segundo eles, a interação se dá entre o ferro e o íon hidrogênio, sendo que o sulfato não vai participar. Também observam a liberação de gás. Na parte 8, primeiramente, eles parecem compreender que o átomo de ferro transfere dois elétrons aos íons hidrogênio e há a formação do íon de ferro (II). Também reconhecem que o sulfato será somente um íon espectador:

A14: A reação é entre o átomo de ferro que vai transferir 2 elétrons para os cátions da solução...que são os H⁺s? Então é Fe + H⁺...

B14: Mas, não tem que fazer entre a palha de aço e o ácido sulfúrico, porque a outra a gente errou porque não fomos pelo enunciado, né?

A14: Sim, mas nessa o sulfato do ácido sulfúrico...é um íon espectador, então ele não participa da reação, e pela lousa também está falando que a reação é entre o ferro e o íon de hidrogênio da solução

B14: Então quer dizer que no final o ferro que vai ficar eletrizado positivamente?

A14: Sim porque o ferro vai transferir 2 elétrons para os cátions, então o ferro vai ficar 2⁺ e o H...

Eles ficam com bastante dúvida sobre o produto, o que aconteceria com o hidrogênio que recebeu elétrons, sendo que na parte 9 (submicro), eles acreditam que talvez ele se ligasse ao ferro, mas repensam sobre essa ideia:

A14: Eu acho que os átomos de H estáveis, depois de ganhar elétrons, não vão precisar se ligar em ninguém, então, eles não vão se ligar nesses átomos de ferro. Faz sentido.

Na sequência, acabaram concluindo que deveria formar H_2 que seria o gás formado na interação observada, conectando com o que viram nas partes 6 e 7:

B14: Éeeee, e aí os hidrogênios vão se ligar e ficar H_2 .

A14: Sim, então aqui ao invés de gerar dois hidrogênios estáveis, ele vai gerar uma molécula de H_2 , porque o hidrogênio quando recebe um elétron...nesse caso ele compartilha com outro hidrogênio. Então vai ficar na solução final com $...Fe^{2+}$, ferro oxidado que perdeu elétrons e o H_2 que é o gás!!! Que a gente viu na reação...lembra? Liberou bastante gás!!!

A classificação é 2 (parcial) porque eles não balancearam a equação, nesse momento registraram: " $Fe + H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2$ ", conforme eles mesmos reconheceram posteriormente. Na verdade, parece que não houve tempo para pensarem nisso, pois chegaram nessa conclusão no final da discussão.

Simbólico II – Parte B

Eles conseguem imediatamente reconhecer o esquecimento do balanceamento, sendo o primeiro aspecto a ser apontado:

A14: A única coisa que erramos, foi que nos esquecemos de balancear a equação.

B14: Não balanceamos o $2H^+$. (Nesse momento B14 completa o 2 que estava faltando na equação).

Portanto, eles conseguiram reconstruir o erro no equacionamento da reação, a classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

Eles representaram corretamente no desenho (D1 OK). Eles parecem compreender que o sulfato é um íon espectador e, portanto, não precisa ser representado (D2 OK):

A14: Exatamente...acho que é isso, então nisso a reação teria todo o ferro, tudo estável, sem carga e os íons H^+ , além disso o sulfato...mas o sulfato não interessa na reação...

Novamente fizeram várias partículas (D3 OK) e diferenciaram os íons dos respectivos átomos de origem (D5 OK). Só não fizeram referência ao tamanho (D4). A classificação é 5 (D4).

Submicro II – Parte B

Eles reconheceram a diferença nos tamanhos, inclusive dizendo que poderiam ter dado ênfase nisso (D4 OK):

A14: A parte do desenho também acertamos [...] poderíamos ter dado uma ênfase no tamanho, porque o H^+ é pequeno e o Fe^{2+} também, como ele perdeu 2 elétrons, o raio atômico dele vai ser menor...

A classificação é 6.

8.3.14.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 28 e 29:

Gráfico 28 - Simbólico - Grupo 14

Gráfico 29 - Submicro - Grupo 14

No 1.º experimento, primeiro eles acharam que formaria o “FeCu”, mas acabaram pensando que o sulfato reagiria, já que a ideia de formar um óxido de ferro foi forte para eles, inclusive reconheceram isso na entrevista. Então eles acharam que 3 oxigênios do sulfato se ligariam ao ferro e que também formaria sulfeto de cobre. Apesar disso, deram indícios de reconstrução de ideias na etapa metacognitiva, reformulando todo o raciocínio. Já no 2.º experimento, eles deram indício de compreensão do fenômeno, esquecendo-se somente de fazer o balanceamento (simbólico) e não sinalizando que observaram diferença nos tamanhos (submicro). Contudo isso foi corrigido na etapa metacognitiva. Demonstraram que conseguiram se modelar, como eles mesmos refletiram na parte 1 do questionário:

A14: Esse exercício ajudou, porque partimos sem saber nada no primeiro exercício, mas construímos o conceito depois.

Parece que o fato de conseguirem relacionar, o que observaram no início (formação de gás) do 2.º experimento com a elaboração de hipóteses, possibilitou a eles uma melhor compreensão dessa interação e a formular a equação química corretamente (colocando H₂).

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 50:

GRUPO 14					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Não transição	1	Exp.I	Simbólico	1		3	Não
				Submicro	2		3	
	Transição	3	Exp.II	Simbólico	2		3	Sim
Submicro				5	6			

Quadro 50 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 14

8.3.15 Análise das representações e trajetória – Grupo 15

8.3.15.1 Experimento I

No quadro 51, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	3
Submicro I		2 D1 D2 D4 D5	4 - - D4 D5

Quadro 51 - Resultados do Grupo 15 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles achavam que a bolinha de palha de aço iria se dissolver na solução aquosa de sulfato de cobre (II). Como eles observaram uma coloração avermelhada, levantaram algumas hipóteses para justificar essa coloração:

- O ferro poderia ter se juntado ao cobre;
- O ferro teria se unido ao sulfato, formando o sulfato de ferro;
- Um dos oxigênios, ligados ao sulfato, poderia ter se ligado ao ferro para formar “FeO”.

Na parte 3 (simbólico I-A), ao lerem o enunciado da proposta da atividade: “O átomo de ferro (Fe) transfere dois elétrons para o cátion da solução (Cu^{2+}), equacione a interação química entre o ferro e o íon de cobre (II) da solução”, eles pareceram desenvolver um raciocínio mecânico para equacionar a interação química, focalizado nos átomos e íons que perdem ou ganham elétrons, não demonstrando nesse momento, conexão com o que observaram (coloração avermelhada) e com suas hipóteses levantadas anteriormente. As seguintes falas podem ilustrar isso, em que o foco foi no enunciado:

B15: O ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução (Cu^{2+}).
 A15: Então, Fe antes mais.
 B15: Vai ficar Cu^{2+} e SO_4^{2-} soltos na solução?
 A15: Não, é só do íon, olha: Equacione a reação entre o ferro e o cobre. É só $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$.
 B15: Fe é zero né? [...]
 A15: Sim, o Nox dele é zero e desse aqui (Cu^{2+}) é dois. [...]
 A15: Isso. Ai depois da reação ele já transferiu os dois elétrons. Então esse aqui (Fe) vai ficar 2+ e esse aqui (Cu) vai ficar zero. Inverteu.
 B15: Fe^{2+} e Cu zero. Tá!
 B15: É só isso?
 A15: Acho que sim.

Assim, se observa foco nos números, “vai ficar 2+”, “vai ficar zero” e não nos conceitos químicos, como por exemplo, o ferro está se corroendo ou está se formando cobre metálico, que é avermelhado. Parece que fizeram mais mecanicamente essa etapa (parte 3), seguindo a descrição do texto com os reagentes e os produtos, mas que não fazia sentido, não tinha conexão, com o que eles tinham discutido anteriormente nas partes 1 e 2, em que eles achavam

que iria formar “FeO” e por isso ficaria avermelhado. Mesmo assim, fizeram corretamente o equacionamento, conforme pode ser visto no quadro 51. Entretanto no momento de fazer a representação no submicro (parte 4), demonstraram estabelecer relação com a última hipótese deles (das partes 1 e 2), inclusive considerando o sulfato na interação (nota-se pela equação, que ele não tinha sido levado em consideração) em que, segundo eles, um oxigênio iria sair do sulfato e se ligar ao ferro, retomando a hipótese das partes 1 e 2. As falas seguintes ilustram esse momento de considerar o sulfato, que de acordo com eles, faria parte da interação:

B15: Aí faz uma bolinha pintada para o Fe, uma para o Cu. E para o SO₄ a gente faz uma bolinha só?

A15: Não, porque tem que separar os “Os”. Lembra?

Ao representar o sulfato de cobre, eles se questionam se fazem todas as partículas unidas ou não, estabelecendo relação novamente com o macro, no caso, com a solução:

A15: Faz alguns CuSO₄ tudo junto.

B15: Mais no aquoso eles tão juntos? Como eu sei o que liga com o que?

Eles retomam a discussão sobre os produtos a serem formados na interação química, em que atribuíram a coloração vermelha à formação de “FeO”. Repensam sobre a interação química, propondo que como há formação de íons Fe²⁺, esse deve atrair o oxigênio, formando o “FeO” e o cobre se juntaria ao “SO₃” que sobraria e formaria o “CuSO₃”, levantando a hipótese de que: “Fe + CuSO₄ → FeO + CuSO₃”, que foi descrita por eles. Como pode ser apreciado nas falas abaixo:

A15: Os oxigênios que estavam aqui (aponta para o sulfato desenhado), eles vão ser atraídos pelo ferro dois mais.

B15: Então vai ficar FeO?

A15: FeO₂ acho.

B15: Fe é dois mais e o O dois menos.

A15: Tá certo. Só FeO.

A15: Não é mais sulfato de cobre fica sulfeto de cobre.

B15: Então vai ser o Cu ligado ao S mais ele vai perder um O, ele perdeu só um né? Fica CuSO₃.

Isso justificaria a cor avermelhada, que seria o “FeO” formado e que estaria de acordo com a última hipótese deles (partes 1 e 2 da atividade). Então a classificação ficou como 1 (incorreto), já que eles mudaram completamente o

raciocínio, propondo produtos incorretos para a interação, “FeO” e “Cu²⁺ ligado ao SO₃²⁻”, e o Nox +2 atribuído ao cobre formado, em que o correto seria zero.

Simbólico I – Parte B

Eles imediatamente reconhecem que a equação química, feita inicialmente por eles, está correta, conforme fala inicial da aluna A15:

A15: A equação a gente acertou. Porque tinha o ferro e o íon de cobre, e aí depois o Fe vira iônico. E nisso tem ferro, tem Cu²⁺...isso! [...]

E depois, ela mesma reexplica o que aconteceu na sua perspectiva:

A15: É, porque trocou, olha: antes tinham os ferros e os íons de Cu, aí os íons de Cu depois...o ferro...transferiu elétrons, ou seja, oxidou, e aí os íons de ferro saíram.

E reconhecem a formação de cobre metálico como responsável pela coloração avermelhada observada por eles, pois antes eles achavam que era o “FeO” formado:

B15: Ah tá. E o cobre formado que dá cor avermelhada para o ferro?

A15: Sim. É isto. Deposita em cima...

Portanto, a classificação é 3 (correto).

Submicro I – Parte A

Conforme já analisado no simbólico, os alunos assumiram como produtos a formação de “FeO” e “CuSO₃” (D1). Nos reagentes, representaram o sulfato junto com o íon de ferro (D2). Fizeram a representação de várias partículas (D3 OK). Não fizeram referência ao tamanho e nem diferenciaram átomo de íon (D4 e D5). Então a classificação é 2 (D1, D2, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Primeiramente, eles perceberam que a equação registrada está certa, mas que o desenho se encontra diferente. Discutindo, eles demonstraram compreender a formação dos produtos, conforme já discutido na análise do simbólico (D1 OK). Eles discutem praticamente todo o tempo sobre a interação se dar entre o átomo de ferro e o íon de cobre e a formação de íon de ferro e átomo de cobre, relacionando conceitos e também parecendo compreender que o sulfato não deveria ter sido representado, o que se confirmou no próximo experimento, em que eles não representaram o sulfato (D2 OK). Não fizeram referência ao tamanho e a diferenciação na representação do átomo e do íon (permanecem D4 e D5), possivelmente, porque o foco deles tenha sido no entendimento da interação química. A classificação é 4 (D4 e D5).

8.3.15.2 Experimento II

No quadro 52, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II		6 -	6 -

Quadro 52 - Resultados do Grupo 15 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Eles começaram sinalizando que a interação seria parecida com a anterior, contudo, sem a coloração avermelhada. Pensaram em dissolução, sem coloração e que talvez a palha de aço ficasse limpa. Ao observarem bolhinhas, logo concluíram que as mesmas seriam o gás hidrogênio liberado na interação química. Nesse momento, já começaram a interpretar o fenômeno, propondo que o ferro cederia elétrons para os hidrogênios do ácido e o hidrogênio ficaria com Nox zero, por isso H_2 . Na sequência, parece que conseguiram equacionar corretamente e compreender a interação entre o átomo de ferro e os íons H^+ s, a formação do gás hidrogênio e dos íons Fe^{2+} como pode ser observado nas falas dos alunos:

A15: Vamos montar a equação. Tem o ferro...tem o ferro...[...]

A15: Então é $2H^+$. E o que sobra depois? O ferro fica +2, íon, e os "Hs" ficam...

B15: H_2 ?

A15: H_2 , porque ele vai ficar zero. Entendeu? (B15 faz sinal com a cabeça que sim)

A classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Eles conseguiram perceber rapidamente que a equação estava correta, ratificando seu raciocínio, como pode ser observado na fala inicial deles:

A15: A equação a gente acertou... um Fe mais dois H^+ a equação a gente acertou: fica o Fe + o $2H^+$ dando Fe^{2+} + o gás H_2 .

B15: É! A equação a gente acertou...ainda bem!

Portanto, a classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

A dupla sugeriu corretamente os produtos (D1 OK). Não representaram o sulfato, parecendo terem compreendido sua função de íon espectador (D2 OK):

A15: Isso. Só que tem alguns íons de ferro na solução.

B15: Sozinho?

A15: Sim.

B15: Fe^{2+} tá sozinho.

A15: Sim, porque o SO_4 está lá e não faz nada.

B15: Se tiver SO_4 antes tem SO_4 depois.

A15: Mas ele não está fazendo nada.

Fizeram várias partículas interagindo (D3 OK). Representaram corretamente alguns tamanhos, o átomo de ferro maior que o íon de ferro (II) e os íons H^+ menores que o átomo de hidrogênio (D4 OK). E finalmente, representaram íons e átomos diferentemente (D5 OK). Portanto, a classificação é 6.

Submicro II – Parte B

Eles conseguiram reconhecer corretamente suas representações. Essa etapa teve o papel de ratificação para a dupla, como pode ser observado na fala final deles no repensando:

B15: A gente colocou os tamanhos certos também.

A15: Fez tudo certo, deixou os íons de ferro soltos também.

Portanto, a classificação é 6.

8.3.15.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 30 e 31:

Gráfico 30 - Simbólico - Grupo 15

Gráfico 31 - Submicro - Grupo 15

Temos um crescimento dentro do 1.^o experimento e entre os experimentos, sendo que os alunos foram demonstrando que modelaram suas ideias durante o processo, conforme gráficos 30 e 31. Pelo desempenho da dupla, parece que a compreensão do 2.^o experimento ocorreu com maior facilidade e a comparação das imagens pode ter sido fundamental para que eles pudessem reconstruir suas ideias. Talvez isso possa ocorrer, porque trata-se de algo diferente, que eles ainda não têm domínio, como o próprio aluno fala na entrevista sobre a maior facilidade em compreender o 2.^o experimento:

A15: Acho que sim...porque o primeiro você só dá para a gente e a gente não sabe por onde começa...aqui (no 2.^o experimento) a gente já sabe mais ou menos por onde começar...o que fazer...

Nos 2 experimentos, eles demonstraram conectar com o que observaram no início, tanto a coloração avermelhada com a formação de cobre, quanto ao gás liberado com a formação do gás hidrogênio. Isso pode ter ajudado a dupla a compreender melhor as interações. Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 53:

GRUPO 15					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
B	Transição parcial	2	Exp.I	Simbólico	1		3	Sim
				Submicro	2		4	
	Transição	4	Exp.II	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	6		6	

Quadro 53 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 15

8.3.16 Análise das representações e trajetória – Grupo 16

8.3.16.1 Experimento I

No quadro 54, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento I.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico I		1	3
Submicro I		3 D1 D4 D5	5 - D4 -

Quadro 54 - Resultados do Grupo 16 – Experimento I

Simbólico I – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles achavam que o ferro deveria enferrujar, oxidar e, sendo assim, a aparência e a forma poderiam mudar. Além disso, acharam que a solução também poderia sofrer variação de cor. Imaginaram que com a formação de ferrugem haveria a liberação de gás oxigênio, então haveria formação de gás nessa reação. Ao observarem a interação química, perceberam que a palha de aço mudou a coloração para vermelho, que segundo eles, seria a ferrugem sendo formada. Não tiveram certeza se observaram a formação de bolhas. Na parte 3, parece que os alunos concluíram rapidamente que o átomo de ferro cederia dois elétrons para o íon de cobre, se juntando a ele e aí a preocupação foi com a fórmula do composto formado, que chegaram à conclusão de que seria “Fe₂Cu”, assumindo que o

íon de ferro seria “+1”, o cobre +2, trocando as cargas, como pode ser exemplificado pelas falas dos alunos:

A16: Tá, a gente vai fazer a equação entre a palha de aço e os íons de cobre, sabendo que o ferro cede 2 elétrons para o cobre. [...]

A16: É, os reagentes né, Fe e o Cu^{2+} , que é o íon de cobre II.

B16: Vai transformar...

A16: Vai transformar em FeCu, vai virar FeCu.

B16: Será que não tem um cruzamento de carga aqui? Fe_2Cu ?

A16: Fe_2Cu , é eu acho que é, porque, é, eu acho que cruza as cargas, tá, Fe_2Cu , então aqui a gente tem que por o 2 na frente do Fe pra fazer o balanceamento agora. [...]

A16: Vira Fe_2Cu , a gente acha que é isso aí a reação.

Nesse momento, não demonstraram conexão com aspectos do macro (como a coloração avermelhada, por exemplo) ou com suas hipóteses anteriores. Assim, temos alguns erros observados: produto formado Fe_2Cu , Nox do ferro parece que mudou para “+1”, não havendo indícios de compreensão da interação de oxirredução ocorrida. A classificação é 1 (incorreto).

Simbólico I – Parte B

Após a observação da imagem apresentada, parece que eles compreenderam a troca de elétrons entre o átomo de ferro e o íon de cobre, como pode ser observado na fala do aluno A16:

A16: É, precisava de dois elétrons, ele era $2+$, aí quando ele encostou no ferro, o ferro cedeu dois elétrons e o cobre ficou normal, então ficou Cu, e o Fe ficou Fe^{2+} , e aí como houve a oxidação né, do ferro, ele deu elétrons, então ele mudou e...aí ficou, ficou...oxidado...

Nesse momento, eles demonstraram conexões entre os conceitos, relacionando o cobre formado, como sendo o responsável pela coloração avermelhada e não a ferrugem. Então a classificação é 3 (correto), já que parece que ficou claro para eles o que acontece, sendo que o aluno A16 explicou oralmente a equação.

Submicro I – Parte A

Nessa parte (4), novamente parece que eles foram aplicando as regras, mas sem demonstrar conexões com o macro ou com suas hipóteses. A dupla propôs como produtos, algo como uma liga entre “íon de ferro (I) e íon de cobre (II)”, trocaram as cargas, ficando “moléculas de Fe_2Cu ” (D1). Eles não mencionaram nada sobre o sulfato (D2 OK). Fizeram diversas partículas (D3 OK). Não mencionaram nada sobre tamanhos (D4). Os átomos e íons foram representados da mesma forma (D5). A classificação é 3 (D1, D4 e D5).

Submicro I – Parte B

Parece que os alunos deram indícios de reconstrução de quase todas as dificuldades analisadas, com exceção da D4 (tamanho). Eles reconheceram que devem ser representadas 4 tipos de bolinhas, já que temos átomos e íons de ferro e de cobre, dando indícios de compreensão da diferença entre íons e átomos do mesmo elemento químico (D5 OK), conforme observado nas seguintes falas:

B16: E o desenho?

A16: É, a gente tá vendo o desenho certo ali, o desenho a gente também errou porque na verdade tem que desenhar quatro tipos de bolinha.

B16: E o ferro está todo junto, tá compacto.

A16: É, ele tá todo junto, porque é um metal, então...

B16: E a gente fez separado.

A16: A gente fez separado, tá errado. Então a gente devia ter desenhado o ferro íon e o ferro estável, e o...cobre íon e o cobre estável, e o ferro devia tá junto. Porque o átomo é diferente do íon...

A classificação é 5 (D4).

8.3.16.2 Experimento II

No quadro 55, a equação química e o desenho propostos e a classificação de cada etapa, referente ao experimento II.

Representação analisada		Classificações	
		A	B
Simbólico II		3	3
Submicro II		5 D4	5 D4

Quadro 55 - Resultados do Grupo 16 – Experimento II

Simbólico II – Parte A

Nas partes 1 e 2, eles acham que os hidrogênios do ácido sulfúrico vão reagir com a palha de aço, corroendo o ferro ou talvez dissolvendo e com mudança na coloração. Ao observarem a interação, eles já deduzem que o gás liberado é o hidrogênio (H_2) que veio do H^+ , já evidenciando estabelecer uma relação entre os conceitos. Parece que os alunos não tiveram dificuldade em fazer a equação (quadro 55) e compreender a interação de oxirredução, estabelecendo relação entre os conceitos químicos envolvidos e o gás hidrogênio formado, visualizado pelas bolhas (macro), conforme pode ser apreciado nas falas:

A16: Sabe que o ferro cede dois elétrons para os íons H^+ , então, aqui no caso... os Hs ... os H^+ vão pegar elétron e se juntar em... cada H com um elétron vai se juntar com outro H formando o gás H_2 mais o Fe que perdeu dois elétrons, ele vai ser Fe^{2+} ...

B16: Certo.

A16: Certo? E mais os íons sulfato... que são 2^- , eles perderam dois Hs que eram 1^+ .

A classificação é 3 (correto).

Simbólico II – Parte B

Apesar deles terem acertado, inicialmente eles achavam que estava errado representar o ácido sulfúrico (H_2SO_4) na equação. O restante, eles acreditam que esteja certo, conforme aponta o aluno A16:

A16: Tão perto e tão longe, a gente errou de novo...não completamente, não completamente... a gente...na verdade a gente errou pouca coisa, ao invés de representar o...os Hs, os Hs que se desprendem do ácido sulfúrico sozinhos, isolados na reação, a gente representou o ácido sulfúrico inteiro.

Próximo do final da discussão, parece que eles reconhecem que não há problema em representar o sulfato, já que ele está lá presente:

A16: É...na hora do desenho, a gente acertou a parte do H^+ e do H_2 tal que pega elétron do ferro, mas a gente também representou os íons sulfato, nesse caso, acho que a gente não errou tanto, porque eles também tão na...tão lá dissolvidos, então acho que a gente não errou não... [...]

Portanto, a classificação é 3 (correto).

Submicro II – Parte A

A dupla propôs corretamente os reagentes e produtos da reação (D1 OK). Apesar deles representarem o sulfato junto com os hidrogênios nos reagentes, parece que eles entenderam que com a ionização eles ficam separados e o que eles quiseram representar era o antes da ionização, tanto que nos produtos o sulfato está separado (D2 OK).

A16: Primeiro a gente desenha o ácido sulfúrico inteiro?

B16: Eu acho melhor, aí depois de dissolver que separa tudo, ioniza.

Fizeram várias partículas novamente (D3 OK). Apesar deles terem feito os átomos de hidrogênio de tamanho menor, fizeram os íons de ferro (II) no formato de triângulo, então parece que eles não consideraram tamanhos diferentes (D4). Eles diferenciam Fe de Fe^{2+} no desenho e, embora tenham representado somente o H (não tem o H^+), isso se justifica pelo fato de que o H

dos reagentes ainda não ser ionizado, conforme eles assumiram, então estaria representado corretamente por H ao invés de H^+ (D5 OK). A classificação é 5 (D4).

Submicro II – Parte B

A única dificuldade que se manteve foi a D4, porque os alunos acharam que o tamanho diferente seria somente um detalhe, como eles bem relataram durante a entrevista:

B16: A gente viu diferença no tamanho, mas achamos que era tipo...um detalhe...só para diferenciar as partículas.

A16: É...para diferenciar mesmo, tanto que resolvemos inovar e colocamos um triângulo...(risos)

P: Então o tamanho...

A16: Era detalhe só mesmo...e não pensamos em perdeu elétron e mudou o tamanho...

A classificação manteve-se como 5 (D4).

8.3.16.3 Síntese da trajetória

O desempenho da dupla pode ser observado nos gráficos 32 e 33:

Gráfico 32 - Simbólico - Grupo 16

Gráfico 33 - Submicro - Grupo 16

Temos um crescimento dentro do 1.^o experimento e entre os experimentos, sendo que os alunos foram demonstrando que modelaram suas ideias durante o processo, conforme gráficos 32 e 33. Pelo desempenho da dupla, parece que a compreensão do 2.^o experimento se deu com maior facilidade e a comparação das imagens pode ter sido fundamental para que eles pudessem reconstruir suas ideias, no 1.^o e entre os experimentos, como eles mesmos apontam, no momento em que refletem sobre a atividade realizada (questionário – parte I):

B16: Ah legal, foi...tiramos uma boa conclusão, é...e depois comparamos com o desenho e o desenho que a gente achava...

A16: Isso é importante.

B16: E...depois de ver a resposta, vimos o que a gente tinha acertado e o que a gente tinha errado.

Eles só não focalizaram no tamanho das partículas, talvez pela grande quantidade de detalhes, pode ser que isso não tenha sido notado. Interessante observar que, desde o início do experimento II, mesmo na etapa de levantamento de hipóteses (partes 1 e 2), os alunos já começam relacionando os conceitos, inclusive já supondo a formação do gás hidrogênio, que seria devido à interação do íon H^+ com a palha de aço, demonstrando durante todo esse experimento, fazer conexões nos níveis.

Com relação às 3 habilidades metavisuais, a evolução da dupla e indícios de conexão com a cor e/ou gás formado, temos os dados sintetizados no quadro 56:

GRUPO 16					Evolução			
HM1	HM2	HM3		Nível	A		B	Indício cor/gás?
A	Transição parcial	2	Exp.I	Simbólico	1		3	Sim
				Submicro	3		5	
	Transição parcial	4	Exp.II	Simbólico	3		3	Sim
				Submicro	5		5	

Quadro 56 - Habilidades metavisuais (HM) – grupo 16

8.4 GRÁFICOS DE DESEMPENHO DOS ALUNOS DURANTE A ATIVIDADE - PANORAMA GERAL – SIMBÓLICO E SUBMICRO

O desempenho dos alunos durante toda a atividade está representado no gráfico 34 (aspecto simbólico) e gráfico 35 (aspecto submicro), em que eles tiveram que propor uma equação química e um desenho do submicro para o fenômeno observado. Então temos a hipótese inicial dos alunos (IA) quanto à interação de ferro com solução aquosa de sulfato de cobre (II). A seguir o repensando, etapa metacognitiva (IB), em que eles têm a possibilidade de reconstruir ou ratificar ideias. Após esse primeiro momento (1.º experimento), eles tiveram a possibilidade de modelar e construir um modelo explicativo mais adequado no 2.º experimento, visto que, eles já haviam construído e reconstruído com relação ao primeiro. Então novamente eles propuseram a hipótese (IIA), agora com relação à interação de ferro com solução aquosa de ácido sulfúrico e na sequência o repensando, etapa mais metacognitiva (IIB).

8.4.1 Simbólico

Gráfico 34 - Desempenho dos alunos no modelo simbólico durante a atividade

O gráfico 34 traz um panorama geral de como foi o desempenho dos alunos, desde a 1.^a proposição de hipóteses, para propor uma explicação do simbólico para o experimento I (IA), o repensar sobre isso (IB), depois o mesmo para o experimento II (simbólicos IIA e IIB).

De forma geral, com relação ao experimento I, os dados revelam que houve uma redução das hipóteses consideradas incorretas, de 63% para 13% (gráfico 34), um aumento no número de parcialmente corretas de 25% para 44% e também um aumento no número de corretas de 13% para 44%.

Com relação ao experimento II, os alunos já começam com um número bem menor de hipóteses incorretas (13%, no experimento I era de 63%) e diminuem ainda mais no decorrer do processo, chegando a 6%, o que corresponde a um único grupo, o de número 11.

Quanto ao número de hipóteses parcialmente corretas, diminuiu de 50% para 25%, o que é diferente do experimento I, em que as parcialmente corretas aumentam de 25% para 44%. O número de corretas sobe de 38% para 69%.

8.4.2 Submicro

Gráfico 35 - Desempenho dos alunos no modelo submicro durante a atividade

O gráfico 35 traz um panorama geral de como foi o desempenho dos alunos, desde a 1.^a proposição de hipóteses para propor uma explicação do submicro para o experimento I (IA), o repensar sobre isso (IB), depois o mesmo para o experimento II (submicros IIA e IIB). De forma geral, com relação ao experimento I, os dados revelam que houve uma redução das hipóteses consideradas incorretas, de 100% para 75% (gráfico 35), um aumento no número de parcialmente corretas de 0% para 25% e nenhuma variação quanto ao número de corretas, que continuou em zero. Com relação ao experimento II, os alunos já começam com um número bem menor de hipóteses incorretas (56%, no experimento I era de 100%) e diminuem ainda mais no decorrer do processo, chegando a 19%, que foram 3 grupos: 5, 7 e 11. Quanto ao número de hipóteses parcialmente corretas, aumentou de 38% para 56%, o que é diferente do experimento I, em que as parcialmente corretas aumentam de 0% para 25%. O número de corretas sobe de 6% para 25%, sendo que no experimento I esse número manteve-se em zero.

8.5 PADRÃO DE EVOLUÇÃO DOS GRUPOS DENTRO E ENTRE OS EXPERIMENTOS - SIMBÓLICO E SUBMICRO

As análises seguintes referem-se à evolução dos grupos dentro e entre os experimentos para ambos níveis representacionais. Os momentos esperados de modelagem estão representados pelas setas abaixo (quadro 57):

Quadro 57 – Momentos esperados de modelagem

A partir da habilidade metavisual 2 dos grupos, a análise foi feita separando-se os alunos nos 3 subgrupos: não transição (NT), transição parcial (TP) e transição (T), buscando por semelhanças e diferenças nos grupos.

8.5.1 Simbólico

No quadro 58, tem-se a evolução dos grupos nos experimentos I e II, simbólico:

Não transição					Transição parcial					Transição				
G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação		G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação		G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação	
	I-A	I-B	I-A	I-B		I-A	I-B	I-A	I-B		I-A	I-B	I-A	I-B
2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	10	2	3	3	3
5	1	2	2	2	3	1	2	2	3	13	3	2	3	3
7	3	3	2	3	4	2	2	3	3	14	1	3	2	3
9	1	3	2	2	6	2	3	3	3	15	1	3	3	3
11	1	1	1	1	8	1	2	2	3					
12	1	1	1	2	16	1	3	3	3					
Incidência da classificação (%)						Incidência da classificação (%)					Incidência da classificação (%)			
1	67	33	33	17	1	67	-	-	-	1	50	-	-	-
2	17	33	67	67	2	37	67	50	-	2	25	25	25	-
3	17	33	-	17	3	-	33	50	100	3	25	75	75	100
Evolução das classificações dentro do experimento						Evolução das classificações dentro do experimento					Evolução das classificações dentro do experimento			
3↑ → 50%		2↑ → 33%			5↑ → 83%		6↑ → 100%			3↑ → 75%		4↑ → 100%		
3= → 50%		4= → 67%			1= → 17%					1↓ → 25%				

Quadro 58 – Evolução dos grupos - experimentos I e II – simbólico

8.5.2 Submicro

No quadro 59, tem-se a evolução dos grupos nos experimentos I e II, submicro:

Não transição					Transição parcial					Transição				
G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação		G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação		G R U P O	Exp. I Classificação		Exp.II Classificação	
	I-A	I-B	I-A	I-B		I-A	I-B	I-A	I-B		I-A	I-B	I-A	I-B
2	2	4	3	4	1	2	2	2	4	10	1	2	5	6
5	2	3	3	3	3	1	2	4	5	13	2	2	5	6
7	2	3	3	3	4	2	2	3	4	14	2	3	5	6
9	3	3	4	4	6	3	4	3	5	15	2	4	6	6
11	2	2	3	3	8	2	3	3	5					
12	2	2	2	4	16	3	3	5	5					
Incidência da classificação (%)					Incidência da classificação (%)					Incidência da classificação (%)				
123	100	83	83	50	123	100	83	67	-	123	100	75	-	-
4,5	-	17	17	50	4,5	-	17	33	100	4,5	-	25	75	-
6	-	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	25	100
Evolução das classificações dentro do experimento					Evolução das classificações dentro do experimento					Evolução das classificações dentro do experimento				
1↑ → 17%		2↑ → 33%			1↑ → 17%		4↑ → 67%			1↑ → 25%		4↑ → 100%		
5= → 83%		4= → 67%			5= → 83%		2= → 33%			3= → 75%				

Quadro 59 – Evolução dos grupos - experimentos I e II – submicro

Os quadros 58 e 59 contêm uma síntese que traz as classificações para cada nível, separadas nos subgrupos NT, TP e T, com as incidências de cada classificação e as evoluções, identificadas pelas mudanças nas classificações. Nas discussões (adiante, capítulo 9), isso foi importante, pois pretendeu-se ter uma visão geral dos alunos, depois dentro dos subgrupos que têm algumas características parecidas. A partir dessas semelhanças, foram investigadas também as diferenças dos alunos dentro dos subgrupos e, de forma geral, entre eles.

8.6 POSSÍVEIS DIFICULDADES IDENTIFICADAS

8.6.1 Habilidades metavisuais

Para se ter indícios das habilidades metavisuais, foram considerados alguns parâmetros que são a HM1, HM2, HM3 e também se os alunos conseguiram conectar as explicações com algum aspecto do macro, nesse caso, foi focalizado com relação à cor avermelhada (1.^o experimento) e/ou a formação de gás (2.^o experimento). Todo esse conjunto de informações pode trazer indícios ou não das habilidades metavisuais manifestadas pelos alunos. Os dados referentes às habilidades metavisuais estão relacionados na tabela 17:

Tabela 17 - Habilidades metavisuais – 16 grupos

Grupo	HM2	HM1	HM3	Indício cor/gás
2	Não transição	C	2	S/N
5		D	0	N/N
7		B	3	S/S
9		C	3	N/N
11		D	0	N/N
12		C	1	N/S
1	Transição parcial	B	2	N/S
3		B	3	S/S
4		B	3	S/S
6		A	5	N/S
8		C	2	S/S
16		A	6	S/S
10	Transição	A	5	S/S
13		A	5	N/S
14		B	4	N/S
15		B	6	S/S

Na tabela 17, os alunos foram organizados nos subgrupos de não transição, transição parcial e de transição, que corresponde à maior classificação de HM2 (foram feitas duas, uma para cada experimento), cuja

descrição está no item 7.3.2.1. A classificação da HM2 de cada grupo (1 a 16), HM1, HM3 e índice de cor/gás encontra-se, respectivamente, nos quadros 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35, 38, 41, 44, 47, 50, 53 e 56, no capítulo 8.3 em que foram feitas as análises de cada grupo. Especificamente quanto à HM3, o valor disposto na tabela 17 é uma somatória da HM3 atribuída a cada experimento de cada grupo. Por exemplo, no grupo 16, tem-se $HM3=6$, sendo que os valores encontrados nos experimentos 1 e 2 foram 2 e 4 respectivamente. Finalmente, na coluna do índice cor/gás, a primeira letra refere-se ao índice de cor (1.^o experimento) e a segunda letra diz respeito à formação de gás (2.^o experimento). A letra N indica que não houve índice e a S indica que sim, houve evidência.

Durante a atividade, foram manifestadas dificuldades de representação de partículas, como átomos, íons, cargas e conceitos, conforme pode ser observado na tabela 18:

Tabela 18 – Dificuldade observada na representação das partículas

Grupo	Exp. I ²⁰	Índice de superação	Exp. II	Índice de superação	Exemplo de dificuldade encontrada
2	x	Não	x	Não	Fe/Fe ²⁺
5	x	Não	x	Não	Fe/Fe ²⁺ /Fe ²⁻
8	x	Sim	x	Sim	Cu ⁶⁺ /Cu ⁴⁺ /H ⁰ /Fe ⁺
9	x	Não	x	Não	Fe ₂ , Fe ⁺ /Fe/Fe ²⁺
11	x	Não	x	Não	Fe ²⁻ /Fe ⁺ / H ⁺ gasoso
12	x	Não	x	Não	Fe ²⁺ /Fe

Dos grupos que apresentaram essa dificuldade, apenas o 8 é do subgrupo de transição parcial, e que parece ter conseguido superar, ainda que parcialmente, as confusões demonstradas. Os outros todos são do subgrupo de não transição. Na última coluna, foram registrados exemplos de problemas encontrados, sendo que as transcrições completas podem ser acessadas em anexo 5. Os outros grupos não estão relacionados acima, embora também tenham mostrado algum tipo de dificuldade, mas pela análise, pareceu que eles conseguiram superar ou não foi determinante para o seu desempenho.

²⁰ Exp.I = Experimento I e Exp.II = Experimento II.

8.6.2 Relacionadas ao submicro

Algumas dificuldades foram analisadas nesse trabalho, para que fosse possível fazer uma classificação, que são as 5 relacionadas ao nível submicro D1, D2, D3, D4 e D5). A descrição delas encontra-se no item 7.3.1.2. Para se analisar cada uma delas, os dados foram organizados nas tabelas seguintes (de 19 a 23) e um resumo com todas as dificuldades na tabela 24.

D1 - Produto diferente – D1

Tabela 19 - D1 - Produto diferente

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação
1	FeCu	Não	Fe ₂ SO ₄	Sim
2	-	-	Fe + 2H ⁺	Não
3	CuFe/FeO	Não	FeH ₂	Sim
4	FeO e CuSO ₃	Não	-	-
5	FeCu	Não	FeH ₂	Não
8	FeO e CuSO ₃	Não	-	-
9	-	-	Fe ⁺ + H	Não
10	FeO e SO ₃	Sim	-	-
11	Fe ₂ Cu	Não	H ₂ Fe	Não
12	FeCu	Não	Fe ²⁺ Fe	Sim
14	FeCu e Fe ₂ O ₃ e CuS	Sim	-	-
15	FeO	Sim	-	-
16	Fe ₂ Cu	Sim	-	-
Número total de vezes que foi identificada a dificuldade		Número e % de vezes que a dificuldade foi superada		
18		7 39%		

Na tabela 19, o número total de vezes, que foi identificada a dificuldade, refere-se à somatória do número de vezes que ela foi manifestada em cada

experimento. O número de vezes que foi superada refere-se à somatória do “sim”, em ambos os experimentos.

Ainda na tabela 19, pode ser observado um número maior de proposições incorretas no 1.º experimento (11), se comparado ao 2.º (7).

D2 - Papel do íon sulfato

Tabela 20 – D2 - Papel do íon sulfato

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação
1	x	Sim, no final	x	Sim
2	x	Sim	-	-
3	x	Sim	-	-
4	x	Sim, no final	x	Sim
5	x	Sim	-	-
6	x	Sim	x	Sim
7	x	Sim	-	-
8	x	Sim	-	-
9	x	Sim, no final	-	-
10	x	Sim, no final	-	-
12	-	-	x	Sim
13	x	Sim, no final	-	-
14	x	Sim, no final	-	-
Número total de vezes que foi identificada a dificuldade			Número e % de vezes que a dificuldade foi superada	
16			16	100%

Na tabela 20, pode ser observado que a superação, às vezes, só ocorreu no final da atividade (Sim, no final), ou no momento reflexivo do próprio experimento (Sim). Assim, temos que todas as vezes em que foi manifestada a dificuldade D2 (13 de 16 grupos o fizeram), parece que ela foi superada, mas como pode ser observado na tabela 20, isso pode ter acontecido em momentos diferentes, alguns grupos demonstrando levar mais tempo para perceber isso.

D3 - Número de partículas

Tabela 21 – D3 - Número de partículas

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação
1	x	Não	x	Não
2	x	Sim	-	-
3	x	Sim, no final	-	-
6	x	Sim, no final	x	Sim
7	x	Não	x	Não
10	x	Sim, no final	-	-
11	x	Sim, no final	-	-
12	x	Sim, no final	-	-
Número total de vezes que foi identificada a dificuldade			Número e % de vezes que o grupo demonstrou superar a dificuldade	
11			7 64%	

A tabela 21 mostra a dificuldade para perceber que a interação química se dá entre várias partículas e não como uma visão de única interação. Temos dois grupos (1 e 7) que não demonstraram que perceberam isso, em ambos os experimentos.

D4 - Percepção do tamanho

Tabela 22 – D4 - Percepção do tamanho

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação	Percebeu diferença no tamanho?	Aplicou?
1	-	-	-	-	Sim	Sim
2	x	Não	x	Não	Sim	Não
3	x	Não	x	Não	Não	Não
4	x	Não	x	Não	Sim	Não
5	x	Não	x	Não	Sim	Não
6	x	Não	x	Não	Não	Não
7	x	Não	x	Não	Não	Não
8	x	Sim, no final	x	Sim	Sim	Sim
9	x	Não	x	Não	Sim	Não
10	x	Sim, no final	x	Sim	Sim	Sim
11	x	Não	x	Não	Sim	Não

Tabela 22, “conclusão”

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação	Percebeu diferença no tamanho?	Aplicou?
12	x	Não	x	Não	Sim	Não
13	x	Sim, no final	-	-	Sim	Sim
14	x	Sim, no final	x	Sim	Sim	Sim
15	x	Sim, no final	-	-	Sim	Sim
16	x	Não	x	Não	Sim	Não
Número total de vezes que foi identificada a dificuldade				Número e % de vezes que o grupo demonstrou superar a dificuldade		
28				8 29%		

Na tabela 22, temos os dados referentes à dificuldade D4. Os dados das duas últimas colunas foram coletados a partir das entrevistas (anexo 7).

D5 - Diferença entre íon e átomo

Tabela 23 – D5 - Diferença entre íon e átomo

Grupo	Exp. I	Indício de superação	Exp. II	Indício de superação
1	x	Não	x	Não
2	x	Não	x	Não
3	x	Sim, no final	-	-
4	x	Não	x	Não
5	x	Não	x	Não
7	x	Não	x	Não
8	x	Não	x	Não
9	x	Sim, no final	-	-
10	x	Sim, no final	-	-
11	x	Não	x	Não
12	x	Não	x	Não
13	x	Sim, no final	-	-
14	x	Sim, no final	-	-
15	x	Sim, no final	-	-
16	x	Sim	-	-
Número total de vezes que foi identificada a dificuldade				Número e % de vezes que o grupo demonstrou superar a dificuldade
23				7 30%

A tabela 23 traz os dados referentes à D5, em que os alunos parecem confundir a representação do íon e do átomo correspondente ou a carga do íon

está errada. Foi a 2.^a maior dificuldade demonstrada pelos estudantes, embora muito próxima de D4.

Resumo das dificuldades

As dificuldades encontradas no submicro, assim como a % de grupos que as superou estão representadas na tabela 24:

Tabela 24 – Dificuldades demonstradas no submicro

Dificuldade	Número total de vezes que foi identificada a dificuldade	% de vezes que o grupo demonstrou superar a dificuldade
D1	18	39
D2	16	100
D3	11	64
D4	28	29
D5	23	30
TOTAL	96	49

Temos na tabela 24, um resumo do número total de vezes que foi identificada cada dificuldade no submicro e a % de vezes que foi superada. Parece que os alunos encontraram as maiores dificuldades em D4 e D5, sendo que 15/16 grupos estão envolvidos em ambas, dos quais somente 29% e 30%, respectivamente, conseguiram superá-las. Já a de menor dificuldade de superação é a D2, em que 13/16 dos grupos demonstrou o problema, porém todos eles conseguiram reconstruir suas ideias.

8.7 OUTROS FATORES NA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS

A partir do questionário I e da entrevista semiestruturada, foi possível fazer um levantamento dos fatores apontados pelos alunos como favoráveis ou desfavoráveis para o desenvolvimento da atividade e aprendizado desse tópico.

8.7.1 Fatores favoráveis

Foram mencionados pelos 16 grupos, 14 fatores favoráveis, num total de 76 citações. Os dados foram dispostos na tabela 25 em ordem decrescente de incidência:

Tabela 25 – Fatores favoráveis

N.º	Descrição do fator	Quantidade de grupos	% de grupos
1	Comparar com a imagem apresentada	15	94
2	Aprender com o próprio erro	14	88
3	Assistir ao vídeo com o experimento	9	56
4	Discussão com o colega	9	56
5	Pensar muito	9	56
6	Fazer sem a preocupação de errar	5	31
7	Jeito novo de aprender	3	19
8	Gravar a si mesmo	2	13
9	Dinamismo	2	13
10	Seguir o modelo	2	13
11	Muito visual	2	13
12	Construir conhecimento	2	13
13	Partir de uma situação-problema	1	6
14	Fazer por etapas	1	6

Pela tabela 25, observa-se que, na percepção dos alunos, os fatores mais relevantes foram a comparação com a imagem apresentada, que essencialmente é a etapa mais metacognitiva da atividade e aprender com o próprio erro. Também foi aludido por mais da metade deles, fatores como a

utilização do vídeo para ver o experimento, a discussão entre eles e o fato de ter que pensar muito.

8.7.2 Fatores desfavoráveis

Da mesma forma, foram mencionados pelos 16 grupos, 14 fatores desfavoráveis, num total de 42 citações. Os dados foram dispostos na tabela 26, em ordem decrescente de incidência:

Tabela 26 – Fatores desfavoráveis

Número	Descrição do fator	Quantidade de grupos	% de grupos
1	Papel do íon sulfato	8	50
2	Falta de conhecimento prévio	6	38
3	Não saber por onde começar	6	38
4	Tempo	5	31
5	Uso da câmera	4	25
6	Barulho da sala	3	19
7	Muito detalhe	2	13
8	Seguir o modelo	2	13
9	Fazer o desenho	1	6
10	Texto com a descrição	1	6
11	Se erra o desenho, erra a equação	1	6
12	Vídeo pode induzir ao erro	1	6
13	Confusão com a ferrugem	1	6
14	Palavra oxidação induziu ao erro	1	6

A tabela 26 mostra que metade dos alunos faz referência à compreensão do papel do íon sulfato nas interações. Um pouco menos da metade (38%), indicam como obstáculos a falta de conhecimento prévio e também não saber por onde começar. E ainda temos 31% deles que indicam o tempo como um possível problema.

9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo tem 3 subdivisões. Em primeiro lugar, será feita uma discussão mais geral dos alunos com relação ao desempenho no simbólico e no submicro, procurando compreender a evolução dos grupos durante a atividade. Na sequência, os alunos foram subdivididos em 3 subgrupos, conforme a maior classificação de HM2 de cada dupla: não transição (NT), transição parcial (TP) e transição (T). Agrupou-se por semelhança na HM2 e foi feita uma discussão para compreender as semelhanças e diferenças ocorridas, buscando-se pelos fatores envolvidos no processo. Por último, as implicações, limites dessa pesquisa e recomendações para novas investigações.

9.1 CONTRIBUIÇÕES DA ESTRATÉGIA METAVISUAL PARA A RECONSTRUÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES DO SIMBÓLICO E DO SUBMICRO

Primeiramente, quanto ao panorama geral do simbólico e do submicro, representado nos gráficos 34 e 35, tanto para o 1.^o quanto para o 2.^o experimento, parece ter havido uma boa evolução dos modelos explicativos propostos pelos alunos. Como sugere Justi, Gilbert e Ferreira (2009), o momento de repensar, que é essencialmente metacognitivo (partes IB e IIB da atividade), propicia ao aluno incluir aspectos nas suas hipóteses que antes não consideravam e assim, ele vai modelando o seu pensamento. E, de uma forma geral, foi o que se constatou nesse trabalho, como pode ser observado nos gráficos 34 e 35. Entretanto a diferença na performance dos alunos nos dois níveis é muito grande, sendo que no submicro eles demonstram maior dificuldade de entendimento.

Pelos resultados obtidos, observa-se que a diminuição das proposições incorretas é bastante acentuada no 1.^o experimento, no que se refere ao nível

simbólico (de 63 para 13%) (gráfico 34, IA e IB), sendo que para o nível submicro essa redução é mais acentuada no 2.^o experimento (de 56 para 19%) (gráfico 35, IIA e IIB). Com relação às proposições corretas, observa-se que houve um crescimento igual nos dois experimentos quanto ao aspecto simbólico (de 13 para 44% e de 38 para 69%, gráfico 34). No submicro não houve crescimento dentro do 1.^o experimento (0%) e no 2.^o experimento (de 6 para 25%, gráfico 35, IIA e IIB). Com relação às proposições parcialmente corretas, ao final da atividade, encontra-se um número de 25% no simbólico, ao passo que no submicro tem-se 56%. Isso tudo parece sugerir que a reconstrução do submicro parece ser mais demorada e mais difícil, em parte, pela grande quantidade de detalhe e de conceitos de maior profundidade a serem observados e considerados, lembrando que havia um tempo para se fazer a atividade, o que foi apontado por 31% dos alunos como um fator desfavorável (tabela 26).

Essa maior dificuldade observada no submicro, 100% de proposições incorretas no 1.^o experimento, por exemplo, parece estar de acordo com Al-Balushi (2013) que diz que esse entendimento não é espontâneo para os estudantes, sendo necessários estímulos para eles avançarem. Nesse sentido, parece que a estratégia metavisual utilizada possa ter auxiliado, já que ao final do processo, somente foram demonstradas 19% de proposições incorretas nesse nível (gráfico 35, IIB).

Outra dificuldade do entendimento do submicro pode ser considerar que o desenho com as partículas é uma representação e não o mundo real (BUCAT; MOCERINO, 2009; JABER; BOUJAOUDE, 2012), nesse trabalho, 81% dos alunos parecem considerar que o desenho pode ser o mundo real em miniatura conforme dados da tabela 2. Isso também pode ajudar a compor os fatores que deixam essa representação, de forma geral, mais difícil aos alunos. O que está de acordo com Pozo e Crespo (2009) que acreditam que a dificuldade vem do fato das representações não serem observáveis.

Quanto às dificuldades do submicro (D1, D2, D3, D4 e D5), nas vezes em que foram manifestadas, houve superação em 49% dos casos (tabela 24), sendo que as D4 e D5 foram as que os alunos mais demonstraram problemas para superar, 29 e 30% respectivamente (tabela 24). Isso pode acontecer, pois

as D4 e D5 podem ter sido consideradas um detalhe para os alunos, mas na verdade envolviam conceitos mais aprimorados para serem superados e o tempo pode ter sido um fator desfavorável, inclusive apontado por 31% dos alunos (tabela 26). Já a D3 (em 64% das vezes houve superação, tabela 24) é essencialmente superficial, pois consistia em perceber que várias partículas podem interagir (os alunos tinham que perceber isso na imagem, por exemplo), talvez seja por isso que somente 2/16 grupos (grupos 1 e 7, tabela 21) não conseguiram reconhecer esse aspecto. A D2 (em 100% das vezes houve progresso) deve ter sido superada porque impactava diretamente no resultado obtido por eles e o íon sulfato era espectador nas duas reações, assim facilitava a visualização por parte do aluno, sobretudo no 2.º experimento, ainda que a percepção disso, talvez tenha sido mecânica para alguns. Isso está de acordo com o que Kozma (2003) e Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) apontam que os novos aprendizes em química focalizam mais nas características superficiais, que no caso seriam mais as D2 e D3, se comparadas às outras D1, D4 e D5 que envolvem um aprofundamento muito maior para serem superadas. Outro aspecto, é o fato do íon sulfato estar envolvido diretamente nos dois experimentos, o que também pode ter propiciado mais tempo ao aluno para refletir e reconstruir esse conceito.

Voltando à análise dos níveis representacionais, do 1.º para o 2.º experimento, houve uma melhora de 25% nas hipóteses dos alunos, tanto no simbólico (44→69%, gráfico 34, IB e IIB) como no submicro (0→25%, gráfico 35, IB e IIB), sendo que inicialmente, no submicro nenhum aluno tinha acertado, o que corrobora em reforçar a maior dificuldade nesse nível, que está de acordo com o que Al-Balushi (2013) afirma sobre esse nível ser mais abstrato e difícil. As evoluções podem ser explicadas, em parte, pelo processo de modelagem propiciado pela estratégia metavisual. Entretanto é importante ressaltar também o papel fundamental do professor como mediador do processo (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009) que só fez maiores interferências após essa atividade, retomando com os estudantes e fazendo uma discussão dialogada, o que pode justificar que ainda parte dos estudantes, 6%, (gráfico 34, IIB) e 19% (gráfico 35, IIB) não tenha conseguido elaborar uma hipótese corretamente nessa etapa e ainda 25% (gráfico 34, IIB) e 56% (gráfico 35, IIB) que estão em processo.

Resumindo, do experimento I (IA) para o II (IIB), tem-se para o simbólico e submicro respectivamente:

- Incorretas: diminuiu de 63% para 6% e diminuiu de 100% para 19%;
- Parcialmente corretas: manteve-se em 25% e aumentou em 56%;
- Corretas: aumentou de 13% para 69% e aumentou de 0% para 25%.

Assim, de forma geral, o desempenho dos alunos em ambos níveis representacionais tendeu a melhorar, embora de forma diferente, parecendo ser o nível submicro de maior dificuldade de compreensão para os alunos.

Essa análise traz indícios de que a estratégia metavisual pode ter ajudado na reconstrução de ideias, conforme apontam Gilbert (2005) e Locatelli, Ferreira e Arroio (2010). Isso porque a metacognição envolve a possibilidade de autorregulação dos processos cognitivos, à medida que o aluno repensa sobre seus conhecimentos (FLAVELL, 1976). Mas também que o processo é complexo, já que nem todos os alunos conseguem bom desempenho sozinhos.

9.2 DESEMPENHO DE CADA GRUPO DE ALUNOS – SEMELHANÇAS/ DIFERENÇAS E OS FATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO

Habilidades metavisuais

Como pode ser observado na tabela 17, todos do subgrupo NT (com exceção do 7) e um grupo do TP (o 8), são os que obtiveram classificação HM1=C ou D, feita a partir do questionário II. Juntamente com isso, *durante a atividade* também foram manifestados problemas relacionados às representações das partículas (tabela 18) e todos os grupos identificados são os mesmos que pertencem aos de classificação HM1 = C ou D. Isso reforça a

ideia de que esses grupos (2, 5, 8, 9, 11 e 12) possam ter mesmo algum problema no entendimento dessas representações, já que por meio de dois instrumentos diferentes, parece ter sido identificada essa dificuldade.

Continuando a análise dos dados da tabela 17, os valores mais altos de HM3 (5 e 6) estão associados ao grupo de alunos que tem HM1=A (2 grupos de TP e 2 de T) e a um grupo que tem HM1=B (1 grupo de T). O valor mais baixo de HM3 (zero) está associado somente ao que apresentaram HM1=D (2 grupos de NT). Dos que têm HM1=C, temos HM3= 2,1 e 2, que também são valores relativamente baixos. Esses dados parecem sugerir que a habilidade de compreender as representações (HM1) possa estar relacionada ao fato do aluno conseguir propor uma hipótese considerada correta, por meio de uma representação (HM3), podendo favorecer, caso HM1=A ou B, ou ser um obstáculo nesse processo, se HM1= C ou D. Para a classificação HM1=B, tem-se vários valores associados de HM3 (3,2,3,3,4,6), o que indica que talvez sejam os alunos que possam apresentar alguma dificuldade nas representações, mas que ela poderá ser superada durante o processo, dependendo das interações entre eles e do tempo. Dos alunos que têm classificação HM1=B, somente o grupo 7 não conseguiu transitar entre os níveis, nem mesmo parcialmente, e parece que o tempo de aprendizagem foi um obstáculo para eles, conforme pontuado na análise do grupo (subcapítulo 8.3.7.3).

Quanto aos 4 grupos que tiveram HM1=A, pode-se verificar um excelente desempenho na atividade, sendo que os grupos 10 e 13 conseguiram fazer a transição entre os níveis, de acordo com o critério utilizado na pesquisa. Já os grupos 6 e 16 (TP), que também obtiveram HM1=A, diferenciam-se dos outros desse grupo (TP) visto que, conseguiram a classificação TP em ambos os experimentos. Além disso, pelos resultados, pode-se observar que no grupo NT, 5/6 dos grupos estão na classificação HM1 =C ou D, no grupo TP tem-se 5/6 na classificação HM1= A ou B e no grupo T há 4/4 dos grupos na classificação HM1 =A ou B. Isso parece reforçar a hipótese de que ter HM1=A ou B, sobretudo a A possa contribuir para favorecer a aprendizagem e que, por outro lado, ter HM1= C ou D possa ser um obstáculo. E também, como temos exceções - o grupo 7(NT) tem HM1=B e o grupo 8 (TP) tem HM1=C, tem-se

indícios de que o processo é complexo e muitos fatores estão envolvidos, sendo a habilidade metavisual possivelmente um deles.

Outro aspecto é a habilidade de conseguir fazer algumas conexões com o macro – cor avermelhada, no 1.^o experimento e gás, no 2.^o - que também pode estar relacionada ao processo. Os dados da tabela 17 apontam, que todos os alunos (100%) de TP e T relacionaram, ao menos, no 2.^o experimento, o aparecimento de bolhas com a formação do gás hidrogênio (macro) e isso, pode ter facilitado a compreensão do fenômeno, já que todos eles conseguiram transitar ou transitar parcialmente de nível representacional no 2.^o experimento. Por outro lado, do grupo NT (que não conseguiram transitar entre os níveis), a maioria desse subgrupo (4/6 grupos) não manifestou essa relação nesse experimento, que foram os grupos 2, 5, 9 e 11. Então esses resultados parecem indicar que fazer conexão com o macro possa contribuir para os alunos transitarem entre o simbólico e o submicro (ainda que alguns parcialmente), que está de acordo com os resultados de Al-Balushi (2013) que dizem que a pouca habilidade de transitar entre o macro e o submicro pode levar a uma baixa compreensão dos conceitos. Cheng e Gilbert (2009) também reforçam essa ideia de que é importante interrelacionar os três níveis para aprender química significativamente.

Vale sempre reforçar que o processo é multifatorial e muito complexo, sendo assim, aspectos analisados das habilidades metavisuais podem contribuir ou não para o aprendizado, mas não necessariamente são os únicos responsáveis ou não pelo bom desempenho na atividade, muito embora os resultados parecem sinalizar que estão, de alguma forma, associados.

Os dados sugerem que esse tipo de dificuldade (das representações) é difícil de ser superado sem interferência do professor, já que parece que somente um dos grupos ($1/6 = 17\%$) conseguiu reconstruir suas ideias (o 8), como pode ser observado na tabela 18, então, pode ser um obstáculo desfavorável à aprendizagem.

Simbólico

Começando análise pelo simbólico, pelo quadro 58, observa-se no 1.^o experimento, que os subgrupos NT e TP começam com a maioria dos alunos errando mais as suas hipóteses (67% para ambos), num padrão parecido. Já o subgrupo T tem metade dos seus alunos nessa condição. Após a etapa metacognitiva, NT segue um padrão diferente, em que uma parte dos alunos mostra evolução e a outra parte não. Em TP e T, a maioria dos alunos evolui, entretanto, a maioria de T acerta e TP acerta parcialmente.

No 2.^o experimento, alguns de NT ainda começam com proposições incorretas, enquanto que em TP e T, os alunos começam acertando parcialmente ou totalmente, sendo que em TP, metade dos alunos acerta a proposição e no subgrupo T, 75% obtém esse êxito. Após a etapa metacognitiva, a maioria de NT não mostra evolução, ao passo que nos subgrupos TP e T, todos obtêm classificação máxima.

Esses dados parecem revelar diferença nos processos dos subgrupos, em que parece que a maioria dos alunos consegue modelar suas hipóteses, entretanto, alguns manifestam dificuldades, vão até certo ponto e não evoluem mais ou então, nem evoluem. Além disso, pode-se perceber diferença na evolução dos alunos dos subgrupos TP e T, pois todos eles conseguiram propor corretamente e/ou reconstruir a 2.^a hipótese, contudo observa-se que o processo parece ocorrer em menor tempo para o grupo T. Isso pode sinalizar que a modelagem possa acontecer em momentos diferentes para os alunos, sendo que o tempo pode ser um fator, todavia há outros tantos que serão analisados a seguir.

Na sequência, foi feita uma análise para se compreender as dificuldades encontradas dentro dos subgrupos, assim como algumas semelhanças e diferenças entre esses alunos.

No quadro 58, pode-se observar que, durante o 1.^o experimento, quanto ao subgrupo NT, temos metade dele que não conseguiu evoluir na qualidade de suas hipóteses, são eles: 2, 11 e 12. Da outra metade, o grupo 5 conseguiu avançar parcialmente, o 9 conseguiu acertar e o 7 acertou e ratificou. Já no 2.^o experimento, a maioria dos grupos (2, 5, 9 e 11) não conseguiu avançar, o 12 avançou parcialmente e o 7 avançou e conseguiu acertar novamente. Esses

grupos (2, 5, 9, 11, 12) têm HM1=C ou D e também demonstraram dificuldade no entendimento das representações durante a atividade, o que traz indícios de que o fator habilidade metavisual possa ter tido grande influência para que eles não conseguissem avançar e não pudessem transitar entre os níveis. Com relação a essas representações, a confusão que mais foi encontrada entre os grupos, foi a não diferenciação entre o átomo de ferro e o íon de ferro (II), com os alunos demonstrando muita dificuldade para compreender as diferentes representações do ferro: Fe^0 e Fe^{2+} , ou ainda “ Fe^+ , Fe_2 , Fe^{2-} ” (tabela 18), que está de acordo com Treagust e Chandrasegaran (2009) que dizem ser comum o aluno confundir isso achando que uma fita de magnésio é composta por Mg^{2+} , por exemplo. A atribuição de carga errada aos íons também foi encontrada, como por exemplo, “ Fe^+ ” (grupo 9), conforme aponta Rosenthal e Sanger (2012) sobre a aplicação de carga incorreta aos íons. O grupo 12 considerou que a substância (ácido sulfúrico) se reduziria, ao invés do íon hidrogênio, que é uma dificuldade apontada por Barke (2012). Todas essas confusões nas representações, podem sinalizar, segundo Bucat e Mocerino (2009) que não houve um entendimento das convenções de como se representam as partículas, dificultando o aprendizado desses alunos. A confusão nas representações pode ter sério impacto no desempenho dos alunos, já que de acordo com Taber (2009), eles podem, em alguns casos, até estarem pensando corretamente, mas não conseguem se expressar através dos símbolos, o que parece ter acontecido com o grupo 12, durante o 2.^o experimento. Elas demonstraram que estavam compreendendo a interação das partículas com a formação do gás hidrogênio, mas não conseguiram demonstrar isso no simbólico, como foi discutido no subcapítulo 8.3.12.3. Outra dificuldade observada foi com relação à interpretação da imagem no 1.^o experimento, em que os grupos 2, 5 e 11 ficaram na dúvida se os átomos de cobre estariam ou não unidos aos átomos de ferro.

O grupo 7, que também é NT, não demonstrou ter dificuldades nas representações e tem HM1=B, o que dá indícios de que o tempo de aprendizagem possa ter sido um obstáculo para esse grupo que desenvolveu boas discussões, mas que demoravam para chegar numa conclusão. O próprio aluno B7 revela na entrevista como foi difícil para eles representarem as partículas no desenho, pois a forma como as partículas estão dispostas faz

muita diferença e eles discutiram muito para conseguir propor corretamente as representações nos desenhos.

Quanto ao subgrupo TP, durante o 1.^o experimento, pode-se observar no quadro 58, que a maioria conseguiu evoluir nas hipóteses, com exceção do grupo 4, pois parece que os alunos desse grupo demonstraram problemas para interpretar a 1.^a imagem, ficando na dúvida sobre a cor avermelhada, se poderia ser devido aos íons ferro (II), o que pode tê-los confundido, mantendo a classificação 2. A mesma dificuldade foi observada nos grupos 3 e 8, que evoluíram, mas acertaram parcialmente, uma vez que ficaram presos à mesma dificuldade de interpretação da imagem, pensando que talvez o cobre tivesse se unido ao ferro, como aconteceu aos grupos 2, 5 e 11 do NT. Isso está de acordo com Bucat e Mocerino (2009) que afirmam que os alunos podem apresentar dificuldade na interpretação de imagens, já que de acordo com Locatelli (2014) valores e identidades próprias serão assumidas pelos estudantes ao interpretar algo novo. O grupo 1 teve dificuldade na interpretação do texto, em que eles acharam que deveriam incluir o sulfato nas representações, justamente por ele estar descrito no texto como um reagente. Os grupos 1 e 4 apresentaram também bastante dificuldade quanto à compreensão do íon sulfato como espectador nessa etapa, que está de acordo com o que Rosenthal e Sanger (2012) apontam sobre a confusão nas representações de íons em solução feita pelos alunos. Finalmente, o grupo 8 (HM1=C) demonstrou dificuldades nas representações como, por exemplo, a carga do cobre, “Cu⁶⁺, Cu⁴⁺”. Do subgrupo TP, somente os grupos 6 e 16 reconstruíram a 1.^a hipótese, ambos são HM1=A, então é possível que a habilidade metavisual desses grupos possa ter favorecido essa reconstrução. Quanto ao grupo 6, o erro foi somente na formulação dos sulfatos, dado que não demonstraram verbalmente terem reconhecido isso, mas como no 2.^o experimento eles acertaram de início a fórmula, é possível que eles não tenham verbalizado, mas tenham pensado, já que segundo Ericsson e Simon (1993) essa técnica do think aloud, utilizada no estudo, não é familiar para eles, ainda que a orientação tenha sido dada para se falar em voz alta tudo o que estivessem pensando.

No 2.^o experimento, os mesmos grupos 1, 3 e 8 começaram acertando parcialmente e depois conseguiram atingir classificação máxima, assim como os grupos 4, 6, 16, porém esse último trio já começou acertando. Assim, todos

os grupos TP parecem ter conseguido superar suas dificuldades, mesmo o grupo 8 que demonstrou novamente problemas nas representações e tem classificação HM1=C, parecendo indicar que compreender as representações seja importante para o entendimento das interações químicas, muito embora a dificuldade nesse entendimento possa ser superada pelos alunos. No entanto, isso não parece ser fácil, pois o subgrupo NT não conseguiu avançar completamente, possivelmente por conta desse obstáculo. Dos outros alunos de TP, três deles têm classificação HM1=B e os outros dois HM1=A, sendo que todos eles conseguiram reconstruir suas ideias, trazendo indícios de que as habilidades metavisuais podem ser favoráveis no processo.

Finalmente, quanto ao grupo T, pode-se observar no quadro 58 que durante o 1.^o experimento, os grupos 14 e 15 erraram a 1.^a hipótese, o grupo 10 acertou parcialmente e o 13 acertou. Os grupos 10, 14 e 15 consideraram a formação de ferrugem, em que o íon ferro se ligaria ao oxigênio vindo do íon sulfato, concepção alternativa de origem histórica (BARKE, 2012). Após a etapa metacognitiva, todos pareceram reconstruir suas ideias, com exceção do grupo 13 que não consegue reconhecer que o que fizeram estava correto e isso pareceu estar relacionado à compreensão do papel do íon sulfato como íon espectador, levando esse grupo a diminuir a classificação, novamente evidenciando dificuldades na compreensão da representação do íon sulfato (ROSENTHAL; SANGER, 2012), como os grupos 1 e 4 (TP).

No 2.^o experimento, nenhum deles erra, somente o grupo 14 começa com a hipótese parcialmente correta, pois eles esqueceram de fazer o balanceamento da equação química, uma concepção recorrente (ROSENTHAL; SANGER, 2012), mas se autorregularam, sendo que parecem conseguir reconstruir ou ratificar suas ideias, dando indícios mais uma vez que a modelagem possa tê-los ajudado a reconstruir os conceitos (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009). Por último, os integrantes desse subgrupo são todos HM1=A ou B, o que traz novamente sinais de que as habilidades metavisuais desses alunos tenham sido um fator favorável à aprendizagem.

Submicro

Pelo quadro 59, observa-se uma diferença no percurso dos grupos nesse nível. No 1.^o experimento, 100% dos alunos encontram-se na classificação 1, 2 ou 3, que corresponde a proposição errada. Após a etapa metacognitiva, o grupo 2 (NT), 6 (TP) e 15 (T), portanto, um de cada subgrupo consegue avançar para parcialmente correto, revelando um padrão semelhante para os grupos nessa etapa, diferentemente do simbólico.

Enquanto no 1.^o experimento o padrão é bem semelhante, no 2.^o experimento, a diferença nas trajetórias é muito grande. No grupo NT, a maioria começa errando, sendo que o grupo 9 acerta parcialmente. Mas, após a etapa metacognitiva, nenhum desses grupos demonstra evolução. O grupo 9 (HM1=C) não consegue evoluir quanto aos produtos formados, ou seja, a interação propriamente, que pode estar relacionado a uma dificuldade no entendimento das representações, assim como os grupos 5 (HM1=D) e 11 (HM1=D) que também não conseguiram evoluir na D1 e também têm indícios de problemas nas habilidades metavisuais. Quanto às outras dificuldades, serão tratadas adiante, junto com todos os grupos.

No grupo TP, pode-se observar no quadro 59, 4 grupos que começam errando (1, 4, 6 e 8) o 2.^o experimento e dois que começam acertando parcialmente (3 e 16), mas todos eles, após a etapa metacognitiva, atingem a classificação parcial (4 ou 5). O grupo 3 consegue evoluir um pouquinho dentro da classificação, reconstruindo a D5 e ambos (3 e 16) só não conseguem avançar na D4, assim como o 6. Os grupos 1, 4 e 8 não avançam na D5 e o 1 e 4 também não prosseguem em mais duas, D3 e D4 respectivamente. Ainda quanto a D4, os grupos 4 e 16 disseram que até perceberam, mas que não acharam que era importante (tabela 22), diferentemente dos grupos 3 e 6 que disseram que nem perceberam. Isso pode acontecer devido ao nível submicro ter muitos detalhes e os alunos ficarem focalizados mais no fenômeno em si, já que esses três grupos demonstraram bom entendimento do 2.^o experimento, dessa forma não dando importância à questão do tamanho ou nem tendo tempo para perceber isso.

Pelo quadro 59, observa-se que quanto ao grupo T, a maioria começa acertando parcialmente o 2.^o experimento (10, 13 e 14) e somente o grupo 15 inicia com classificação máxima (6). Os grupos 10 e 14 só não conseguem,

inicialmente, observar a questão do tamanho (D4), na entrevista eles disseram que não tinham mesmo percebido (tabela 22), somente na etapa metacognitiva (observar a imagem) isso ficou claro para eles. Já o grupo 13 tinha achado que os íons de ferro (II) poderiam estar ligados ao átomo de ferro (D1), mas na etapa metacognitiva, a imagem parece que ajudou a compreender que os íons de ferro se desprendem na solução.

Dificuldades do submicro

Na sequência, foi feita uma análise das 5 dificuldades observadas especificamente na representação submicro, que são as D1, D2, D3, D4 e D5.

É possível observar na tabela 24, que a D2 foi manifestada por 16 vezes, tendo sido superada, em alguma medida, por todos eles (100%). O papel do íon sulfato foi motivo de confusão demonstrado por esses grupos (13/16, tabela 20), pois segundo Rosenthal e Sanger (2012) é comum os alunos confundirem a representação e as outras partículas (no caso eles citam a água e o nitrato), aqui é o sulfato, que são as partículas que não estão envolvidas na oxirredução. Outro aspecto observado nos grupos foi o de considerar o sulfato unido ao íon metálico, que está de acordo com Treagust e Chandrasegaran (2009) que dizem que é comum o aluno pensar que, por exemplo, os íons de sódio e de nitrato não ficam separados e sim se unem necessariamente para produzir algo, como nitrato de sódio, ao invés de ficarem dissolvidos e envoltos por água na solução. O não reconhecimento do íon sulfato como espectador também pode ser um indício de dificuldade numa habilidade metavisual, que é a de transitar entre os diferentes submodos de representação (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009), como foi observado, às vezes o aluno representa o íon sulfato e não reconhece que isso é possível, que também está de acordo com Bucat e Mocerino (2009) que afirmam que os alunos podem não reconhecer que partículas de uma mesma substância possam ser representadas diferentemente.

Quanto à D1 (1.^o experimento), duas concepções alternativas comuns nos grupos analisados foram, primeiramente, a formação de “FeCu, CuFe ou

Fe₂Cu” (7/16, dos grupos, tabela 19), sendo que 2 deles conseguiram reconstruir a ideia (14 e 16) e 5 deles não demonstrou nesse momento reconstruir suas ideias (os grupos 1, 3, 5, 11, 12). Essa concepção alternativa observada está de acordo com o que foi apontado por Barke (2012) em que o cobre se separa do sulfato e gruda no átomo de ferro, sendo comum essa visão por eles. A segunda concepção alternativa, que também está de acordo com a pesquisa de Barke (2012), foi a formação de algum óxido de ferro, como por exemplo, o “FeO ou Fe₂O₃” (6/16, tabela 19), sendo que 3 grupos (3, 4, 8) não demonstraram reconstruir essa ideia e 3 grupos (10, 14 e 15) conseguiram. O grupo 14 disse que a palavra oxidação os induziu ao erro (tabela 26). Então temos os grupos que reconstruíram a D1 (1.^o experimento) - 10, 14, 15 e 16 - em que todos são HM1= A ou B e temos os que não conseguiram - 1, 3, 4, 5, 8, 11 e 12 - que são HM1=B, C ou D.

Quanto a D1 (2.^o experimento), 7 grupos manifestaram dificuldades, portanto menos que no 1.^o ensaio. São eles: 1, 2, 3, 5, 9, 11 e 12. Os grupos 5 e 11 juntaram todas as partículas em ambos os experimentos, isso pode sinalizar que os alunos não tinham muita ideia do que formaria, então juntaram tudo. Os grupos 5 e 11 (ambos HM1=D) especialmente demonstraram muita dificuldade para fazer a atividade, não parecendo reconstruir suas ideias. O grupo 2 (HM1=C) trocou os reagentes por produtos e não conseguiram compreender o motivo de terem errado. É possível que eles tenham compreendido, mas registraram ao contrário, o que Taber (2009) aponta que às vezes o aluno pode até estar pensando certo, mas não consegue se expressar através dos símbolos químicos que representam os conceitos. Também, é provável que tenham tido dificuldade em compreender e diferenciar o significado dos símbolos, Fe, Fe²⁺, conforme relatado por eles mesmos na entrevista (anexo 7). O grupo 9 (HM1=C) demonstrou dificuldade na representação, não sabendo ao certo se o gás liberado seria o H₂ ou o ferro, talvez não demonstrando compreensão dos conceitos que os símbolos carregam (TABER, 2009). No 2.^o experimento, temos 3 grupos que conseguiram reconstruir suas ideias: 1, 3 e 12, sendo dois deles HM1=B e o grupo 12, HM1 =C. Dos que não conseguiram, temos os grupos 2, 5, 9 e 11, todos HM1=C ou D (50% cada).

Esses dados parecem sugerir que a habilidade metavisual pode estar associada à possibilidade de maior chance do aluno se regular. Também, observa-se uma diminuição do número de alunos que começam propondo errado no 2.^o experimento, de 11/16 (1.^o) para 7/16 (2.^o), tabela 19, sendo que no final (2.^o experimento) somente 25% não conseguiu propor os produtos para a interação química, que pode estar ligado ao processo de modelagem, como ressalta Justi, Gilbert e Ferreira (2009) que a modelagem pode levar os alunos a bons níveis de entendimento, levando-os a pensar e repensar suas hipóteses, sendo essa uma estratégia metavisual que pode permitir navegar entre as imagens, envolvendo avaliação e interpretação das representações interna e externas (GILBERT, 2005) e pode levar os alunos a se autorregular. Nessa mesma direção, Penner (2011) ressalta o papel da modelagem que possibilita a troca de ideias entre os alunos com relação às interações, discutindo e refletindo sobre seu entendimento (JONASSEN; STROBEL; GOTTDENKER, 2005); os alunos (56%, tabela 25) também citam a discussão entre eles como um fator favorável.

Com relação à dificuldade D3 (tabela 21), referente às partículas, foi manifestada 11 vezes, sendo que 64% das vezes foi superada. Os grupos 1 e 7 não demonstraram terem percebido que as interações ocorrem com diversas partículas em ambos os experimentos. É possível que não tenha dado tempo para perceber isso ou pode ser o que Bucat e Mocerino (2009) apontam como uma dificuldade dos alunos que insistem em visualizar a interação química numa perspectiva de partícula única e por isso podem apresentar problemas na compreensão de alguns conceitos. Os grupos 1 e 7 são HM1=B.

As dificuldades mais difíceis de serem superadas e que tiveram alta incidência, foram as D4 (tamanho) e D5 (diferença íon, átomo), tendo sido identificadas 28 e 23 vezes respectivamente, sendo que a dificuldade foi superada em 29 e 30% respectivamente. A alta incidência de erro, parece estar relacionada ao fato de que o submicro tem muitos detalhes e esses conceitos são mais abstratos e difíceis para os alunos, envolvendo um nível de aprofundamento que pode não ter sido alcançado, inclusive por conta do tempo destinado à atividade.

Quanto ao tamanho (D4), conforme pode-se observar na tabela 22, o grupo 1 foi o único grupo que percebeu esse aspecto durante o 1.^o experimento,

inclusive deu ênfase a isso. Os outros 15 grupos não perceberam e não superaram no 1.^o experimento (94%). Desses 15 grupos, somente 5 conseguiram superar no 2.^o experimento. Pode ser que os alunos tenham percebido nas imagens essa diferença, mas não tenham considerado que era importante, conforme 7 grupos (tabela 22) relataram na entrevista, essa dificuldade está de acordo com o que Rosenthal e Sanger (2012) encontraram na pesquisa deles, em que alguns alunos não consideram que o tamanho do átomo possa sofrer variação com a transferência de elétrons, aqui acrescenta-se também que eles podem nem perceber que os átomos têm tamanhos diferentes. No final, tem-se 6 grupos que conseguiram superar essa D4: 8, 10, 13, 14 e 15, todos de TP ou T, incluindo o grupo 1 que nem demonstrou essa dificuldade. Com exceção do grupo 8 (HM1=C) os outros são HM1=A ou B. Dos que não conseguiram: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12 e 16, temos 4 alunos que são HM1=A ou B e 5 que são HM1=C ou D.

Quanto a D5 (tabela 23), temos somente o grupo 6 que não a demonstrou. Dos 15 grupos, somente 2 grupos conseguiram superar ainda no 1.^o experimento, são eles o 1 e o 16, HM1=B e A respectivamente. Já no 2.^o experimento, os grupos 3, 9, 10, 13, 14 e 15 conseguiram superar, sendo eles HM1=A ou B, com exceção do 9, que é HM1=C. Dos que não conseguiram superar temos os grupos 2, 4, 5, 7, 8, 11 e 12, sendo eles HM1= B, C ou D.

Finalizando a discussão para responder à 1.^a pergunta, de uma forma geral, existe uma tendência do aluno em conseguir reconstruir suas ideias após visualizar as figuras que contêm uma imagem mais próxima do cientificamente correto (metavisualizar), ainda que isso ocorra parcialmente em alguns casos, sendo possível expor as concepções alternativas e minimizá-las, em alguns casos, reconstruí-las totalmente. Também há casos em que isso não ocorre espontaneamente, sendo importante a recomendação de Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003) que sugere que o professor utilize várias formas de representações do simbólico e do submicro para as explicações químicas. Sugere-se aqui que o processo seja considerado como complexo e multifatorial, com muitos aspectos envolvidos. Recomenda-se também considerar o tempo de aprendizagem de cada aluno, que pode ser essencialmente diferente, ele nem sempre aprende em um tempo estipulado, há indícios aqui que os tempos de aprendizagem, no processo de modelagem, possam ser diferentes. Além disso, deve-se estimular a reflexão, a reavaliação,

os processos metacognitivos e metavisuais, pois pode-se observar o quanto isso pode auxiliar no processo de aprendizagem. Como tudo isso posto, a metacognição parece ser importante no ensino de ciências como afirmam vários pesquisadores nessa área (BAKER, 2002; GILBERT, 2005; GONZÁLEZ; ESCUDERO, 2007; LOCATELLI; FERREIRA; ARROIO, 2010; RICKEY; STACY, 2000; THOMAS; ANDERSON; NASHON, 2008) e também especificamente a estratégia metavisual (GILBERT, 2005; LOCATELLI; ARROIO, 2014) e ainda as visualizações (COX; JONES, 2011; EILAM; POYAS, 2010). Isso porque transitar entre os níveis de representação é uma tarefa difícil para os alunos (GILBERT, 2008), sendo a metavisualização considerada importante para transitar nos 3 níveis (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008; GILBERT, 2005) e pensar em aulas que tenham a perspectiva metacognitiva, de reflexão, em que os alunos tenham que explicitar as concepções alternativas, pode ser uma forma eficiente para melhorar a aprendizagem (HAMZA; WICKMAN, 2007; SCHMIDT; MAROHN; HARRISON, 2007).

Os fatores

Foi possível observar que a aprendizagem dos conceitos propostos é multifatorial e a interação entre os fatores é altamente complexa, havendo várias variáveis envolvidas.

Um obstáculo que parece ter dificultado o progresso das duplas parece estar relacionado com as **habilidades metavisuais** dos grupos, que seria entender o que significam as representações (1D e 2D) e suas convenções para os modos e submodos, conseguir mentalmente transitar entre os modos, submodos e níveis representacionais e a capacidade do aluno de conseguir propor uma representação para um dado fenômeno (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009). Especificamente relacionadas a esse trabalho, foram identificadas algumas dificuldades descritas a seguir.

Alguns alunos demonstraram muita dificuldade para distinguir a diferença, por exemplo, entre as formas do ferro (Fe^0 e Fe^{2+}), o papel do íon sulfato como espectador ou outras **representações** dessa ordem (íons,

átomos, moléculas ou partículas). Muitas vezes, parecia que eles estavam compreendendo o fenômeno em alguma medida, mas não conseguiam traduzir isso numa linguagem química adequada e por vezes não conseguiam dar indícios de transição entre os níveis, como pode ser exemplificado pelo grupo 12, que pareceu não conseguir compreender a troca de elétrons, parecendo confundir **Fe com Fe²⁺**, indicando dificuldade em compreender os conceitos que os símbolos carregam (TABER, 2009), mas que conseguiu entender quais partículas interagem, então não conseguiram atingir a classificação 3 do simbólico, mas conseguiram avançar parcialmente no submicro (classificação 4).

Compreender o **papel de íon espectador** requeria além da compreensão da interação química, saber transitar entre os submodos de como representar essa equação química, sabendo reconhecer que ela poderia ser representada com ou sem a presença do íon sulfato. Isso confundiu bastante a maioria dos grupos, em que se poderia citar como exemplo, o grupo 1, que focalizaram demais nessa questão procurando compreender, consequentemente não conseguiram avançar na compreensão do 1.^o experimento.

A **conexão com o macro** também pode ser um fator. Quanto mais conexões os alunos fazem entre os três níveis, mais ele demonstra ter um entendimento relacional, que segundo Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), levam a uma aprendizagem significativa, possibilitando o aprendizado, já que o aluno sabe o que está fazendo. Além disso, a dificuldade de relacionar os três níveis pode fazer com que ele não consiga aprender química significativamente (CHENG; GILBERT, 2009). No 2.^o experimento, todos os alunos dos subgrupos TP e T manifestaram essa relação com o macro, associando o desprendimento de bolhas com a formação do gás hidrogênio, o que então sinaliza que isso pode ter ajudado a um melhor desempenho, pois todos acertaram a representação do simbólico e ao menos, parcialmente o submicro. A maioria dos alunos do subgrupo NT não deram indícios de fazer a transição e isso, em parte, se deve ao que Cheng e Gilbert (2009) pontuam que eles podem não estarem acostumados com as representações ou não conseguem transitar mentalmente nos três níveis.

Alguns alunos, os do grupo NT, não conseguiram dar indícios de **transição entre o simbólico e o submicro**, parecendo demonstrar muita dificuldade para compreender adequadamente as interações químicas e seus conceitos envolvidos; com relação ao simbólico, Taber (2009) diz que a simbologia química é complexa e a demanda cognitiva para compreender também. Gilbert (2008) afirma também que transitar nos níveis representacionais constitui-se de um grande desafio aos alunos.

A utilização da **imagem para comparação** (citado por 94% dos alunos, tabela 25) parece ter sido bastante favorável à reconstrução das ideias para muitos alunos, que está de acordo com Zhang e Linn (2011) que trazem a ideia de que o uso de visualizações auxilia a aprendizagem em química. Pensar sobre essas visualizações, são as etapas metavisuais que podem favorecer o aprendizado (LOCATELLI; ARROIO, 2014). Entretanto pode haver uma dificuldade nessa real compreensão, se tornando um obstáculo (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2008; MOREIRA; ARROIO, 2012), já que alguns alunos podem não conseguir ver diferenças entre o seu desenho e o que foi apresentado (CHENG; GILBERT, 2009), haja visto que 94% apontam como favorável, mas tem-se 69% dos alunos que reconstruíram o simbólico e 25% o submicro, indicando que pode haver algum problema na interpretação dela, que está de acordo com o que Zhang e Linn (2011) dizem que a visualização pode não ser clara e tampouco autoexplicativa aos alunos. Com relação à interpretação da 1.^a imagem, em que havia a representação de átomos de ferro e átomos de cobre depositados em cima, muitos alunos interpretaram como se talvez fosse uma liga, uma nova substância formada. Essa dificuldade foi identificada em 6 grupos (2, 3, 4, 5, 8 e 11) e, possivelmente isso tenha contribuído para eles não conseguirem reconstruir suas ideias, que está de acordo com Bucat e Mocerino (2009) que trazem essa dificuldade dos estudantes. Entretanto a comparação com a imagem apresentada, pode favorecer o monitoramento e a regulação (FLAVELL, 1976), mais especificamente com relação às figuras pode monitorar e regular as representações internas e externas (GILBERT, 2005), possibilitando **aprender com o próprio erro** (apontado por 88% dos alunos), na medida que há a possibilidade de interagir com ele, redirecionando o aprendizado.

Não foi intenção desse trabalho medir as habilidades metavisuais, mas sim em ter indícios delas nos grupos. Por isso, foi feito o questionário II, tentando organizar esses indícios em conceitos: A, B, C ou D com o objetivo de tentar verificar se eles apresentavam facilidade ou dificuldade com relação às representações 1D e 2D, denominada HM1, com o objetivo de verificar se havia relação da HM1 com o desempenho na atividade. Dessa forma, os resultados parecem indicar que os alunos que foram classificados em HM1=A ou B são os que mais se autorregulam, enquanto que os alunos que têm HM1=C ou sobretudo o D são os que mais apresentam problemas para se autorregular. Por outro lado, ser HM1=A ou B não é garantia de aprendizado, pois temos muitos outros fatores envolvidos, sendo a habilidade metavisual um deles. E também alunos com HM1=C e talvez D possam se autorregular, pela mesma razão. Resumindo, pode-se dizer que a **habilidade metavisual** do aluno pode estar associada ao aprendizado, favorecendo ou dificultando, mas que o processo é multifatorial e, assim outros fatores também devem ser considerados.

A seguir, outros fatores que podem estar associados às habilidades metavisuais de forma mais indireta, contudo, que podem ter contribuído também para um melhor ou pior desempenho dos alunos.

Pode não ter havido **tempo** hábil (apontado por 31% dos alunos) para aprofundar outras questões do submicro, já que o grau de detalhamento desse nível é muito maior, segundo Cheng e Gilbert (2009) demandam um conhecimento mais profundo. Pode-se observar pela evolução dos grupos, especialmente TP e T, que os tempos de aprendizagem foram diferentes, haja visto que no simbólico todos conseguiram reconstruir suas ideias, mas os tempos foram distintos. O grupo 7 deu indícios de que o tempo foi um obstáculo a eles, pois conseguiram acertar o simbólico, todavia, no submicro parece não ter havido um prazo maior para aprofundar nos conceitos.

Os grupos 5, 9, 11 e 12 não conseguiram atingir o nível 3 da classificação em nenhum dos dois experimentos o que pode sugerir que não tenham conseguido se modelar sozinhos, sendo que Cheng e Gilbert (2009) afirmam que os alunos podem **não conseguir relacionar suas ideias prévias** com a nova informação, por exemplo. Pode haver falta de fundamento químico (citado por 38% dos alunos, tabela 26), a não compreensão do que era para ser feito

ou outras razões que justifiquem para o não êxito em cumprir a tarefa adequadamente.

Ao utilizar **os desenhos** para expor as ideias prévias, essas podem entrar em conflito com a imagem que foi apresentada, dando a chance aos alunos poderem reelaborarem melhor suas hipóteses, conforme aponta Zhang e Linn (2011), o que pode favorecer a regulação. Na tabela 25, pode-se observar que 88% dos alunos citam que aprender com o erro é um fator favorável.

Outro fator que parece importante em atividades como essa realizada é a possibilidade de **intensa discussão** entre os pares, citado por 56% dos alunos (tabela 25) e que Treagust e Chandrasegaran (2009) sinalizam como importante no processo. Como exemplo, temos o grupo 15 que teve um excelente desempenho na atividade, em que se pode observar muita discussão entre eles.

A aprendizagem em eletroquímica é complexa de forma geral (OBOMANU; ONUOHA, 2012; ROSENTHAL; SANGER, 2012; SCHMIDT; MAROHN; HARRISON, 2007). Muitas **concepções alternativas** e dificuldades surgiram durante o processo, sendo que alguns alunos conseguem superá-las e outros não, que pode estar associado aos obstáculos com as representações ou falta de conhecimento prévio da matéria (apontado por 38% dos alunos, tabela 26). Ainda assim, pode-se observar que a estratégia metavisual pode ser uma excelente aliada na reconstrução dos conceitos, visto que houve superação em 49% das vezes que as dificuldades do submicro foram demonstradas (tabela 24), mesmo sendo o nível representativo de maior complexidade de entendimento.

Na percepção dos alunos, alguns fatores (tabela 25) também foram citados como sendo favoráveis ao aprendizado deles, sendo os principais: comparar com a imagem (citado por 94% dos alunos), aprender com o erro (88%), assistir ao vídeo (56%), discussão com o colega (56%), pensar muito (56%), fazer sem a preocupação de errar (31%), entre outros. Alguns fatores considerados desfavoráveis (tabela 26) foram a compreensão do papel do íon sulfato (50%), a falta de conhecimento prévio (38%), não saber por onde começar (38%), o tempo (31%), o uso da câmera (25%), entre outros.

10 CONCLUSÃO

Retomando as questões da pesquisa:

1. Em que medida repensar sobre as imagens (metavisualizar) pode contribuir para a (re) construção de modelos explicativos nos níveis simbólico e submicro do fenômeno?
2. Que fatores influenciam a (re) construção de representações simbólica e submicro no entendimento de uma interação de oxirredução, utilizando-se uma estratégia metavisual?

Aqui se procurou buscar caminhos que pudessem trazer possíveis respostas para essas perguntas e oportunizar o surgimento de outros questionamentos para orientar pesquisas posteriores. A resposta a essas perguntas é ampla e envolve diversos aspectos, sendo que os 16 grupos envolvidos na pesquisa enfrentaram diferentes desafios e dificuldades no percurso.

De acordo com os critérios estabelecidos pela pesquisa, de forma geral, o desempenho dos alunos melhorou muito durante a atividade, num intenso processo de modelagem, sendo que houve uma evolução significativa na qualidade das hipóteses nos dois experimentos, indicando excelentes resultados. Quanto a ter indícios de transição de níveis representacionais, simbólico para o submicro, 25% dos alunos parecem ter feito essa transição (subgrupo T), 38% realizaram uma transição parcial (TP) e os outros 38% parecem não terem conseguido (NT). Pode-se constatar que o tempo para a modelagem foi diferente entre os alunos, sendo que os do grupo TP demoraram mais para reconstruir suas ideias com relação a T e os do grupo NT não conseguiram dentro do tempo estipulado para a atividade, sendo que, quanto ao nível submicro, o grupo TP chegou a reconstruiu parcialmente.

Houve diferença no desempenho com relação aos níveis representacionais, sendo que a performance foi melhor ao estabelecerem a hipótese do simbólico, evoluindo de 13% para 69% de proposições corretas, ao passo que no submicro esse número foi bem menor, de 0% para 25%. Quanto à diminuição das proposições incorretas, observou-se que no simbólico, ela é

mais acentuada no primeiro experimento, ao passo que no submicro é no segundo, parecendo indicar que no submicro a reconstrução é mais demorada e mais complexa, haja visto que no 1.^o experimento, o nível de acerto inicial foi de 0%. Essa dificuldade maior, revelada no submicro, parece acontecer, em parte, em razão desse nível envolver muitos detalhes, conceitos de maior profundidade, ser muito abstrato e, portanto, não ser espontâneo aos alunos, sendo que, uma maior quantidade de estímulos se faz necessária para que haja o entendimento. Apesar dessa complexidade, pode-se observar a superação de 49% das dificuldades específicas desse nível com a utilização da estratégia metavisual.

Quanto aos motivos envolvidos, pode-se constatar que o processo é multifatorial. Na sequência, foram tratados os principais fatores que impactaram no processo.

Os dados revelaram que há indícios de que as habilidades metavisuais estejam diretamente associadas ao processo de aprendizagem, por várias razões. A habilidade de compreender as representações em 1D e 2D (HM1) que inclui saber as convenções utilizadas para as partículas, possibilita que o aluno consiga propor um modelo explicativo mais próximo do científico (HM3), que foi o que se observou, em geral, nesse trabalho. Aqueles que demonstravam dificuldade na compreensão das representações, por exemplo, ao diferenciar átomo e íon de ferro, eram os que mais tinham dificuldade em avançar. Os alunos com maiores conceitos de HM1 (habilidades nas representações) obtiveram os melhores resultados durante o processo, propondo hipóteses mais qualificadas (com maior prevalência de HM3). Os resultados parecem indicar também que, às vezes, o aluno pode estar pensando certo, contudo não consegue traduzir isso numa linguagem química que permita a ele avançar na proposição de modelos explicativos, tendo uma baixa performance no entendimento químico, reforçando o papel mediador do professor como fundamental nessa condução. E ainda, nesse trabalho, constatou-se que fazer conexões com o macro e fazer transições nos níveis representacionais, também podem auxiliar o aluno a um entendimento relacional do fenômeno, em que ele consegue compreender o que está fazendo e o que está acontecendo com relação às interações químicas, possibilitando melhor aprendizagem.

A construção e reconstrução ocorrem num intenso processo de modelagem, apontando para diferentes tempos de aprendizagem entre eles. Então verificou-se que o tempo da atividade pode ter sido insuficiente para alguns grupos, exemplificando-se com o de número 7, que teve boa performance no simbólico, mas não conseguiu avançar no submicro, dentro do critério estabelecido da pesquisa. Isso porque o nível submicro demanda maior tempo para sua compreensão, conforme foi constatado nesse trabalho.

A utilização de imagens para comparação (a metavisualização) mostrou-se eficiente em possibilitar a reconstrução das ideias, sendo reconhecida por quase todos eles. Mesmo assim, alguns alunos podem ter tido algum problema na sua interpretação, pois nem sempre eles atribuem os mesmos significados que os educadores dessa área, assim deve-se ter em mente que as interpretações, que os alunos assumem, podem ser diferentes do que se deseja, podendo se constituir em um obstáculo para a aprendizagem.

Outro aspecto importante, é que nem sempre os alunos conseguem relacionar suas ideias prévias com os novos conceitos, desse modo, não conseguindo avançar. Isso pode estar relacionado a falta de conhecimento químico ou ainda a não compreensão da tarefa a ser feita.

A possibilidade de discussão entre os pares mostrou-se muito eficiente no compartilhamento de ideias e na construção do conhecimento no grupo, parecendo favorecer a aprendizagem, inclusive na opinião dos alunos.

O tópico de eletroquímica é de difícil compreensão, sendo que a atividade os levou a exporem muitas concepções alternativas comuns no tema, mesmo assim, grande parte (49%) foi retomada pela autorregulação deles. Portanto, parece que atividades com esse caráter metacognitivo e que permitam a modelagem possam ser muito importantes para o aprendizado em química, tanto para se iniciar o estudo de um tópico, quanto para discussões mais aprofundadas. Isso porque permite aos alunos explicitarem suas concepções alternativas e dificuldades, discutindo com seus pares, o que possibilita despertar o raciocínio, num processo ativo de construção.

A atividade mostrou-se interessante mesmo para os alunos que não conseguiram reconstruir adequadamente suas ideias, segundo o critério empregado, já que havia três categorias, tanto para o simbólico quanto para o

submicro, o que de certa forma pode ser um limite para essa análise, pois entre o parcial e o incorreto, por exemplo, pode haver sim um progresso, mas que não foi detectado pela categorização. Por exemplo, do número 4 para o 5 no submicro não há modificação na classificação, sendo ambos os casos considerados como parcialmente corretos. Outro limite que pode ser citado é que o aluno às vezes reconstrói suas ideias, mas não demonstra, isso principalmente na etapa metacognitiva. Por vezes, a classificação pode ter sido inferior ao conhecimento do estudante, já que pode não ter havido indício de reconstrução, pois os alunos podem não ter verbalizado, portanto não demonstrando uma possível retomada dos conceitos. Isso foi reforçado inclusive pela fala dos alunos, que disseram que sentem que aprenderam muito com a atividade, ainda que o desempenho não tenha sido o esperado.

O trabalho realizado também aponta para algumas implicações e reflexões no ensino. Quanto às imagens, é recomendável aos professores observarem como que os alunos a estão compreendendo, para que a interpretação dela não seja um obstáculo, como eventualmente pode acontecer ou mesmo que a compreensão se dê de forma superficial. Algumas características específicas como D4 e D5 na imagem, por exemplo, são difíceis de serem percebidas pelos alunos, além de demandarem um entendimento mais específico do assunto, então é importante que isso seja considerado, para que os alunos tenham a possibilidade de aprofundarem seus conhecimentos. Os alunos podem compreender e focalizar em aspectos diferentes se comparados ao seu professor, atribuindo distintos significados que podem não estar cientificamente corretos, se possível, sempre considerar diversas formas de apresentar as representações aos alunos, discutindo de forma dialogada com eles.

Os alunos têm tempos diferentes de aprendizagem e de modelagem, como exemplo do simbólico, em que os grupos TP e T conseguiram acertar a proposta da equação química, mas em tempos diferentes. No caso desse estudo, foram feitos dois experimentos, caso haja tempo hábil sugere-se fazer mais experimentos, para propiciar mais momentos de modelagem e aprendizagem.

Quanto às conexões entre os níveis representacionais, parece que quanto mais eles conseguirem estabelecer, tanto melhor seu aprendizado,

possibilitando levar os alunos a um entendimento relacional do fenômeno, adentrando uma aprendizagem com a possibilidade de conduzir novas tarefas. Ao contrário, o professor deve estar atento aos alunos que estão aprendendo numa perspectiva instrumental, ou seja, mecanicamente, seguindo apenas algoritmos, aplicando regras, sem muita fundamentação, enfim, sem relacionar e sem compreender os fenômenos.

Finalizando essa pesquisa, ao analisar todos os grupos, a estratégia metacognitiva pareceu ter um papel central na aprendizagem, sendo eficiente para a reconstrução de ideias e para trabalhar ativamente para minimizar as concepções alternativas e dificuldades comuns ao ensino de eletroquímica, no sentido de ter uma melhora na qualidade da aprendizagem desse tópico. Isso porque, esses problemas demonstrados pelos alunos puderam ser, em alguma medida, retomados, redirecionados e superados. Entretanto deve-se lembrar que nem todos os alunos conseguem se autorregular sem auxílio direto do professor, pela dificuldade em conectar com suas ideias prévias, falta de compreensão em química, habilidades metavisuais ou outros fatores.

A partir desse estudo, há indícios de que as habilidades metavisuais possam estar associadas ao desempenho dos estudantes. Recomenda-se outros estudos que focalizem nesse aspecto especificamente, para compreender com maior detalhamento essa questão em outros tópicos de química como, por exemplo, nos estudos que se utilizam de modelos para serem compreendidos e que sejam relevantes para a área. A estratégia metacognitiva pareceu favorecer o aprendizado dos alunos, então recomenda-se também pesquisas sobre estratégias que sejam eficientes para aprender química, investigando-se também sobre sua efetividade. Partindo do pressuposto que a metacognição é importante na reconstrução de ideias, pode-se investir em mais estudos que comprovem a efetividade no ensino-aprendizagem de ciências, desde a educação infantil ao ensino superior e ainda, com relação ao conhecimento dos docentes sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-BALUSHI, S.M. The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v.9, n.1, p.3-10, 2013.

ARDAC, D.; AKAYGUN S. Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. **International Journal of Science Education**, v.27, n.11, p.1269-1298, 2005.

BAKER, L. Metacognition in comprehension instruction. In: BLOCK, C.C.; PRESLEY, M. (Eds). **Comprehension instruction: Research based best practices**. New York: Guilford, p.77-95, 2002.

BARKE, H.D. Two ideas of the redox reaction: misconceptions and their challenge in chemistry education. **African Journal of Chemical Education**, v.2, n.2, 2012.

BLOCK, C.C.; ISRAEL, S.E. The ABC's of performing think-alouds. **The reading teacher**, v.58, n.2, p.148-167, 2004.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução Maria João Alvarez. Portugal, Porto Editora, 1994. 355p.

BUCAT B.; MOCERINO M. Learning at the sub-micro level: structural representations. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p.11-29, 2009.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**, 3. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011. 264p.

CHENG, M.; GILBERT, J.K. Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 55-73, 2009.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. **Research Science Educational**, v.38, p.463-482, 2008.

COX, J.R.; JONES, B.W. External representations in the teaching and learning of introductory chemistry. **Creative Education**, v.2, n.5, p.461-465, 2011.

DAVIDOWITZ, B.; CHITTLEBOROUGH G. Linking the macroscopic and sub-microscopic levels: diagrams. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p.169-191, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

EILAM, B.; POYAS, Y. External visual representations in science learning: the case of relations among system components. **International Journal of Science Education**, v.32, n.17, p.2335-2366, 2010.

ERICSSON, K.A.; SIMON, H.A. **Protocols analysis, verbal report as data**. Bradford Book, United States of America, 1993.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In RESNICK, L.B. (Orgs), **The nature of intelligence**. Hillsdale, N.Y., Erlbaum, p.231-235, 1976.

_____. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. **American Psychologist**, v.34, p.906-911, 1979.

GARDNER, H. **Frames of Mind**. New York. Basic Books, 1983.

_____. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Artes médicas, 1993.

GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In GILBERT, J.K. (Ed.), **Visualization in science education**. The Netherlands: Springer, p. 9-27, 2005.

_____. Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. In: GILBERT J.K., REINER M., NAKHLEH M. (Eds). **Visualization: theory and practice in science education**. Springer, p.3-24, 2008.

GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 1-8, 2009.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. Em **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. MINAYO, M.C.S (Org). Editora Vozes, 5. ed. 1996.

GONZÁLEZ, S.; ESCUDERO, C. En busca de la autonomía através de las actividades de cognición y de metacognición en ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p.310-330, 2007.

HABRAKEN, C.L. Integrating into chemistry teaching today's student's visuospatial talents and skills, and the teaching of today's chemistry's graphical language. **Journal of Science Education and Technology**, v.13, n.1, p. 89-94, 2004.

HAMZA, K.M; WICKMAN, P. Describing and analyzing learning in action: an empirical study of the importance of misconceptions in learning science. **Science Education**, v.92, n.1, p.141-164, 2007.

JABER L.Z.; BOUJAOUDE S. A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. **International Journal of Science Education**, v.34, n.7, p. 973–998, 2012.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.9, p.701-705, 1993.

JONASSEN, D.H., STROBEL, J., & GOTTDENKER, J. Modeling for meaningful learning. In Learning Sciences and Technologies Group (Ed.). **Engaged Learning with Emerging Technologies**, Dordrecht, NL: Springer Verlag, p.1-28, 2005.

JUSTI, R.; GILBERT, J.K.; FERREIRA, P.F.M. The application of a 'model of modelling' to illustrate the importance of metavisualisation in respect of the three types of representation. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 285-307, 2009.

KABERMAN, Z.; DORI, Y.J. Metacognition in chemical education: question posing in the case-based computerized learning environment. **Journal Instructional Science**, v.37, p.403–436, 2009.

KOZMA, R. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. **Learning and Instruction**, v.13, p. 205–226, 2003.

KUNG; R.L.; LINDER, C. Metacognitive activity in the physics student laboratory: is increased metacognition necessarily better? **Metacognition Learning**, v.2, p.41–56, 2007.

LOCATELLI, S. **Tópicos de metacognição: para aprender e ensinar melhor**, Curitiba: Editora Appris, 2014. 75p.

LOCATELLI, S.; ARROIO, A. Desenhando moléculas e pensando sobre elas: habilidade metavisual no ensino de isomeria geométrica. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v.6, n.1 e 2, 2011.

_____. Metacognition and chemical education: an experience in teaching geometrical isomerism. **Natural Science Education**, v.37, n.2, p.18-26, 2013.

_____. Metavisual strategy assisting the learning of initial concepts of electrochemistry. **Natural Science Education**, v.39, n.1, p.14-24, 2014.

LOCATELLI, S.; FERREIRA, C; ARROIO, A. Metavisualization: an important skill in the learning chemistry. **Problems of Education in the 21st Century**, v.24, p.75-83, 2010.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Rio de Janeiro-São Paulo, Abrasco-Hucitec, 1992.

_____. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. Em **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. MINAYO, M.C.S (Org). Editora Vozes, 5. ed. 1996.

MOREIRA, M.H.; ARROIO, A. The complexity of representations in the chemistry teaching: an experience for atomic model. **Natural Science Education**, v.34, n.2, 2012.

NETO, O.C. O trabalho de campo como descoberta e criação. Em **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. MINAYO, M.C.S (Org). Editora Vozes, 5. ed. 1996.

OBOMANU, B. J.; ONUOHA, C.O. Students conceptual difficulties in electrochemistry in senior secondary schools. **Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies**, v.3, n.1, p.99-102, 2012.

PAIVIO, A. **Mental representations: a dual coding approach**. New York: Oxford University Press, 1990.

PENNER, D. E. Cognition, computers, and synthetic science: building knowledge and meaning through modelling. In SECADA, W.G. (Ed.). **Review of research in education**. Washington DC: American Educational Research Association, p.1-35, 2001.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5. ed. 2009.

RAPP, D.; KURBY, C. The 'ins' and 'outs' of learning: internal representations and external visualizations. In: GILBERT, J. K. et al. (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p. 29-52, 2008.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M.A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.4, n.1, p.65-78, 2009.

RICKEY, D; STACY, A. M. The role of metacognition in learning chemistry. **Journal of Chemical Education**, v.77, n.7, p. 915-920, 2000.

ROSA, M.I.F.P.S; SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n.8, p.31-35, 1998.

ROSENTHAL, D.; SANGER, M. Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation–reduction reaction. **Chemistry Education Research and Practice**, n.13, p.471-483, 2012.

SCHMIDT, H-J.; MAROHN, A.; HARRISON, A.G. Factors that prevent learning in electrochemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, v.44, n.2, p. 258–283, 2007.

SKEMP, R.R. Relational understanding and instrumental understanding. **Mathematics Teaching**, v.77, p.20-26, 1976.

STAKE, R.E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

TABER, K.S. Learning at the symbolic level. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 75-104, 2009.

TALANQUER V. Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v.33, p.179–195, 2011.

THOMAS, G.; ANDERSON, D.; NASHON, S. Development of an instrument designed to investigate elements of science students’ metacognition, self-efficacy and learning processes: the SEMLI-S. **International Journal of Science Education**, v.30, n.13, p. 1701–1724, 2008.

TREAGUST, D.F, CHANDRASEGARAN, A.L. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 151-168, 2009.

TREAGUST, D.F., CHITTLEBOROUGH, G., MAMIALA, T.L The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, v.25, n.11, p.1353-1368, 2003.

TSAPARLIS, G. Learning at the Macro Level: The Role of Practical Work. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D.F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**, v.4, p. 109-136, 2009.

WU, H.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education**, v.88, p.465-492, 2004.

ZOHAR A.; BARZILAIB S. A review of research on metacognition in science education: current and future directions. **Studies in Science Education**, v.49, n.2, p.121-169, 2013.

ZHANG Z.H; LINN M.C. Can generating representations enhance learning with dynamic visualizations? **Journal of Research in Science Teaching**, v.48, n.10, p.1177–1198, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 - ATIVIDADE REALIZADA E FILMADA COM OS ALUNOS.

ATIVIDADE METACOGNITIVA – QUÍMICA - 2015

Introdução: Você certamente já viu o ferro enferrujar. Por que isso ocorre? A eletroquímica estuda as interações químicas que ocorrem com transferência de elétrons. Nessa atividade você e seu colega vão começar a construir os conceitos relacionados a essas interações, investigando duas interações:

- 1) Entre o ferro e solução aquosa de sulfato de cobre (II).
- 2) Entre o ferro e solução aquosa de ácido sulfúrico.

Objetivo: Construir os conceitos iniciais de transformação química entre metal e cátions, considerando a transferência de elétrons.

Atividade: consiste de 11 partes, siga rigorosamente as instruções. Fale TUDO que estiver pensando em voz alta, todo o seu raciocínio...

EXPERIMENTO 01

Parte 1: PREDIZENDO...

Observe os materiais:

Pergunta: O que você acha que vai acontecer, quando o pedacinho de palha de aço (ferro sólido) for adicionado à solução de sulfato de cobre (II)? Discuta em voz alta com seu colega.

Parte 2: OBSERVANDO...

Vamos reconstruir ou aprofundar a sua ideia.

Assista atentamente ao vídeo - 1 minuto de duração.

Comente livremente suas impressões, comparando com o que vocês achavam na parte 1.

Responda: houve interação química? Entre quem? Como que você sabe?

Parte 3: EXPLICANDO – Simbólico

O átomo de ferro (Fe) transfere dois elétrons para o cátion da solução (Cu^{2+}). **Equacione a interação química** entre o átomo de ferro e o íon de cobre (II) da solução. Fale em voz alta o que estiver pensando:

Parte 4: EXPLICANDO – Submicroscópico

Utilizando-se do modelo de bolinhas, **construa (desenhe)** a melhor representação submicroscópica do início da reação (reagentes) e o estado final (produtos), colocando legenda. Procure representar várias partículas interagindo...

Fale em voz alta enquanto discute com o colega, explicitando o raciocínio utilizado.

Parte 5: REPENSANDO...

Observe por um minuto, atentamente, a figura (repensando 01 – anexo 2) e procure pensar sobre o que você tinha pensado, desenhado e/ou explicado, fale em voz alta, discutindo com seu colega, **comparando as semelhanças e diferenças** do seu desenho e do proposto pela professora. Você tinha acertado? Errado? Mais ou menos? Justifique detalhadamente.

EXPERIMENTO 2:

Parte 6: PREDIZENDO...

Observe os materiais abaixo:

Pergunta: O que você acha que vai acontecer, quando o pedacinho de palha de aço (ferro sólido) for adicionado à solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4)?
 Discuta em voz alta com seu colega.

Parte 7: OBSERVANDO...

Vamos reconstruir ou aprofundar a sua ideia.

Assista atentamente ao vídeo - 1 minuto de duração:

Comente livremente suas impressões, comparando com o que vocês achavam na parte 1.
 Responda: houve interação química? Entre quem? Como que você sabe?

Parte 8: EXPLICANDO – Simbólico

O átomo de ferro (Fe) transfere dois elétrons para os cátions da solução (H^+). Equacione a interação química entre átomo de ferro e o íon de hidrogênio (H^+) da solução. Fale em voz alta o que estiver pensando.

Parte 9: EXPLICANDO – Microscópico

Utilizando-se do modelo de bolinhas, **construa (desenhe)** a melhor representação submicroscópica do início da reação (reagentes) e o estado final (produtos), colocando legenda. Procure representar várias partículas interagindo...

Fale em voz alta enquanto discute com o colega, explicitando o raciocínio utilizado.

Parte 10: REPENSANDO...

Observe por um minuto, atentamente, a figura (repensando 01 – anexo 3) e procure pensar sobre o que você tinha pensado, desenhado e/ou explicado, fale em voz alta, discutindo com seu colega, **comparando as semelhanças e diferenças** do seu desenho e do proposto pela professora. Você tinha acertado? Errado? Mais ou menos? Justifique detalhadamente.

Parte 11: FINALIZANDO Esse exercício, de comparar sua hipótese com uma dada representação (desenho), ajudou? Justifique brevemente, pensando no que pode ter ajudado ou atrapalhado para chegar no resultado certo.

ANEXO 2 - REPENSANDO 01

Início	Final	Legenda
		Fe Fe ²⁺ Cu ²⁺ Cu

ANEXO 3 - REPENSANDO 02

Início	Final	Legenda
		Fe Fe ²⁺ H ⁺ H ₂

ANEXO 4 - REGISTRO DAS EQUAÇÕES QUÍMICAS E DESENHOS

GRUPO 1 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 2 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 3 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 4 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 5 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 6 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 7 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 8 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 9 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 10 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 11 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 12 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 13 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 14 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 15 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

GRUPO 16 – Experimento I

EQUAÇÃO:

DESENHO:

Experimento II

EQUAÇÃO:

DESENHO:

ANEXO 5 – TRANSCRIÇÕES DA ATIVIDADE E QUESTIONÁRIO I (PARTE 11)

GRUPO 1

Parte 1

A1: Tá bom. Então, a gente tem que discutir sobre o que vai acontecer... (silêncio)

B1: Quando um pedacinho de palha de aço for adicionado à solução de sulfato de cobre...

A1: Então...

B1: A gente acha...

A1: Que o ferro...vai se juntar com o SO_4 ...

B1: Porque o ferro... O ferro ele pode ter várias valências: 1+, 2+, 3+, enferruja.

A1: Enferruja. Como o SO_4 ...é SO_4^{2-} ...

Parte 2

B1: A gente acha que vai ter uma reação química entre o ferro e o íon de sulfato.

A1: O SO_4 é dois menos...

B1: E o ferro tem valência variada.

A1: É. Eles vão fazer uma ligação aí. E eu acho que o que a gente falou no vídeo anterior tem a ver... enferrujou.

B1: É e reagiu.

A1: É isso mesmo?

Parte 3

A1: Fe mais Cu^{2+} , é isso?

B1: Fe mais. Não! Eu acho que é tipo Fe mais CuSO_4 e aí o íon, é...

A1: Ah, é com aquele...com aquele ainda? Está bom, então vai. CuSO_4 .

B1: Aí vai reagir.

A1: Vai reagir. Vai ficar Fe.

B1: Junto com o Cu, mais SO_4^{2-} . Mas aí tem que colocar, tipo, o Nox. Tipo, aqui está falando que ele transfere dois elétrons, mas aqui, tipo, geralmente ele tem três, não é? Tipo, não é?

A1: Eu acho que é! Puts, é verdade! Tá, calma.

B1: Aqui a gente sabe que é dois mais e esse aqui é dois menos, o total disso. É, e aí o individual aqui é mais seis e aqui é menos dois. Não, mais seis não. Mais seis?

A1: Menos dois...não! Menos seis. Menos oito.

B1: Não, é mais seis porque vai juntar. Vai ser mais dois aqui.

A1: Ah, então está certo. +6.

B1: Tá. Daí então, aqui é +3! Né?

A1: +3.

B1: Ah sim, tá. Tipo mais...não, não, não, não! É zero!

A1: Tá sozinho! (referindo-se ao ferro reagente) É simples!

B1: Tá, entendi. Zero (referindo-se ao Nox do ferro reagente ser xero), e aí aqui vai ser,

é...continua 2+ (o cobre produto). E aqui é 2- (o ferro produto). Não é?

A1: Isso.

B1: Aí aqui é dois menos.

A1: Isso aí. É. Acabamos?

Parte 4

A1: Tá, aqui eu vou fazer o ferro. Não tenho lápis colorido, então vou fazer bonitinho assim. Aí, esse vai ser o Cu.

B1: Acho que tem que ser, tipo... de acordo com o raio atômico. Tipo, o raio atômico do...é...do Cu é maior do que o do ferro, daí a bolinha tem que ser maior.

A1: Tá, daí vai. Então vamos fazer maior.

B1: Mas calma, o raio atômico...não sei.

A1: Espera, vamos conferir. É para cá e para cá...então, cadê o Fe e o Cu (referindo-se a posição deles na tabela periódica)? É, do raio atômico do Cu é maior. Então vai, vou fazer uma bolinha.

B1: A bolinha tem que ser maior (do cobre).

A1: Tem que ser maior (do cobre).

B1: Também não tanto né mano!

A1: Não tem problema, é uma bolinha grande.

B1: O H é o menor. Não tem H nesse! Esquece!

A1: O S. O S. Cadê o S? Perdi o S.

B1: Aqui!

A1: Calma, aqui. Então o raio atômico dele é bem maior.

B1: É menor! Porque tá no segundo. Tá em um período a menos.

A1: Isso. Então aqui tá o S.

B1: Mas aí tá maior que o Fe

A1: Tá bom. Era para ficar igual.

B1: Mas não é igual! É menor.

A1: Não tem problema!

B1: Tá, tá bom.

A1: Tá bom?

B1: Esse é o S.

A1: Esse é o S. Qual falta?

B1: Pinta, tipo, inteirinho.

A1: Qual falta?

B1: Falta o O.

A1: Qual que é o tamanho da bolinha?

B1: O O tá aqui. Então é menor do que o S.

A1: Então é menor ainda.

A1: Então vou fazer a bolinha assim.

B1: Tá. Esse é o O, oxigênio.

A1: Pronto.

B1: Tá, aí no início...Tá. No início o Fe tá separado do...do...como é

o nome? Do cobre...sulfato de cobre! Tá, então a gente vai fazer aqui.

A1: Do sulfato de cobre. Aí depois eles juntam. Então primeiro o Fe sozinho.

B1: Fe sozinho.

A1: É o riscadinho. Isso.

B1: E o Cu.

A1: E o CuSO_4 . Então o Cu é o grandão.

B1: E o Cu tá com o SO_4 .

A1: Faz o S, a bolinha.

B1: Mas aí...

A1: Isso. E o O_4

B1: Só que aí, pode tá ligado só no S? Ou Cu?

A1: Eu acho que tá ligado em tudo. Pode colocar no cobre.

B1: É?

A1: Mas é porque...Coloca no S!

B1: Ah não, é!

A1: Eu acho que é no S mesmo.

B1: É no S.

A1: É no S. Por causa das ligações, senão não ia dar.

B1: Pronto.

A1: Aí depois. Aí início e final. Agora, aqui.

B1: E aí vem com o ferro.

A1: O ferro agora vai se juntar ao Cu.

B1: Junto com o cobre.

A1: Que é a bolona.

B1: E aí o SO_4 tá sozinho.

A1: Tá.

B1: Então a gente vê aqui, tipo, teve uma troca. Antes era essa aqui com essa daqui, e aí trocou só.

A1: Trocou. O Fe sozinho foi ficar com o Cu e o SO_4 ficou sozinho.

Parte 5

B1: É...

A1: Então, a gente colocou o sulfato. A gente errou. A gente colocou o sulfato, não era para colocar. Era só para...para perceber que...o Fe dá dois elétrons para o cobre.

B1: Vai ter tipo uma troca. Vai ter uma oxidação e uma redução. É...o Fe antes estava com o Nox zero e depois fica com 2+, e o...

A1: O Cu estava com 2+ e depois fica com zero.

B1: E a gente pensou... tipo, a gente incluiu o sulfato e aí...a gente até pensou...meio que fez essa troca, mais ou menos, mas não certo.

A1: A gente tinha colocado sulfato de cobre...é.

A1: A gente tinha colocado o sulfato de cobre mais o ferro, e aí

a gente, no final, se embaralhou um pouco. Na verdade, não era para colocar o sulfato.

B1: É. A gente não leu o enunciado. Porque no enunciado está aqui, ó: íons de cobre. Então, só que a gente não colocou íon, a gente colocou a substância inteira aquosa.

A1: A gente não colocou íon não. E acho que a gente errou. Não leu enunciado. É um probleminha isso né, na próxima a gente acerta.

Parte 6

B1: É...a gente acha que vai acontecer a mesma coisa que aconteceu antes: vai enferrujar.

A1: O ferro né.

B1: O ferro vai reagir com o sulfato e o H_2 vai se juntar com os oxigênios da água, porque é solução aquosa.

A1: Isso...acho que é isso.

B1: Ou o hidrogênio vai ficar sozinho e aí a solução vai ficar ácida...não, mas já é ácida!

A1: É. Não, mas H_2SO_4 é um ácido. Ácido sulfúrico.

B1: Então esquece!

Parte 7

B1: A gente acha que aconteceu uma reação química...

A1: Porque saiu gás de dentro do... como que chama?

B1: Palha de aço. Então, alguma substância que estava lá que saiu.

A1: Se desprendeu.

B1: A gente acha que teve uma reação entre o ferro e o sulfato.

A1: Isso!

B1: Porque eles têm a...

A1: Um é cátion, outro é ânion e é isso.

Parte 8

B1: O ferro, ele vai reagir com o H_2SO_4 . Aí vai ficar...

A1: Ferro que é um cátion.

B1: Cátion?

A1: Aham, cátion.

B1: E o ânion que é o SO_4 , e aí o H_2 vai ficar sozinho, aí a gente vai fazer os Nox.

A1: Aqui não vai ficar H_2O ?

B1: Não sei.

A1: É porque é estranho esse H sozinho. Ah não, mas será que não é isso que borbulha? É, eu acho que é isso que borbulha mesmo. Bom, esse vai ficar zero porque é elemento simples.

B1: Aqui é -2, aqui +1.

A1: Então vai ficar +6 é isso?

B1: É. Aí aqui -2, +6 e +2. E aqui é 0.

A1: O porque é substância simples.

B1: É, acho que é isso.

A1: Aqui ficou H_2SO_4 , porque é cátion, aí... aqui é ânion, juntou. E

a gente acha que o H_2 é aquilo que estava saindo da palha de aço que a gente viu aqui na sala, como que fala?

B1: Borbulhando?

A1: É... borbulhando, que tava saindo em forma de gás.

B1: É.

A1: É, é isso.

A1: Eu acho que...não sei se é Fe^{2+} aqui. Por que você tinha falado que achava que era Fe^{2+} ?

B1: Não, é que, tipo, tem a opção de ser a valência +1, ou +2...

A1: Ou +2. Sim, é verdade.

B1: É que fica tipo, $FeSO_4$ ou Fe_2SO_4 ;

A1: É se for 2 vai ter que ser...

Parte 9

A1: Uma bolinha listradinha.

B1: Aí o H é o que tem menor tamanho.

A1: Nossa espera aí, deixa eu fazer bem pequeninho.

B1: É o menor que tem, aí o S como ele tá no segundo período ele é maior que o oxigênio só que menor que o ferro.

A1: O ferro, tá menor? Tá bom?

B1: Tá bom.

A1: Aqui a gente fez pintadinho, vou fazer pintadinho.

B1: E o oxigênio, ele é...menor do que o S, porque o raio atômico...é porque ele é do primeiro período e não do segundo.

A1: Isso, tá, esquecemos algumas coisa dali?

B1: Não, acho que não esqueci nada.

A1: Não, é que aqui a gente fez o O menor que o S.

B1: É, mas é menor.

A1: Ah tá, mal, mas é menor que o H também?

B1: Não; não é menor que o H.

A1: Ah entendi, é que aqui não tinha H.

B1: É maior que o H e menor do que o S.

A1: Vou fazer diferente para aparecer, o que que eu posso fazer? Vou fazer um x no meio.

B1: Então no início vai ter o Fe. Que é sozinho.

A1: Bolinha listradinha, aí o H_2SO_4 .

B1: S no meio?

A1: S no meio: é o pintadinho. O_4 é a bolinha com x, são quatro O's.

B1: Mas os H's ficam ligados no S ou no O?

A1: No O acho, no O.

B1: Então O, O, O e O, ah é porque é a valência, então esse dá um para cá e um para cá, sobra um aqui.

A1: Vai precisar de dois hidrogênios.

B1: Um aqui e um aqui.

A1: Isso, e depois fica...

B1: Fica o Fe, o sulfato de ferro, então o ferro aqui, aí o S, S é menor né?

A1: O S é menor que o Fe e é pintado.

B1: Tá.

A1: S e aí os quatro O's.

B1: Mas...

A1: S pequeninho no Fe, não, no Fe não, no S né?

B1: O ferro tá meio que substituindo esses dois H's. Então eu acho que o ferro vai estar grudado nos O's.

A1: Nos O's, é isso! Deixa um pouquinho maior para enxergar o... xzinho dentro.

B1: É, vou aumentar um pouco.

A1: Aí o H..

B1: Não, mas aí o...porque ele é $2+$, então ele teria meio que estar dividindo dois oxigênios, então acho que tem que ser monovalente o ferro, não é?

A1: Hum...

B1: Tipo, porque como ele tá substituindo o H, aqui na fórmula deu certo, mas no desenho teria que ter um ferro para dois oxigênios, então acho que é monovalente aqui.

A1: Sim, vamos trocar.

Parte 10

B1: Estamos decepcionadas.

A1: Totalmente, sério!

B1: Porque a gente leu aqui, tá ácido sulfúrico.

A1: Entre palha de aço e ácido sulfúrico.

B1: Então a gente colocou ácido sulfúrico, mas eram só os íons de novo, de novo!

A1: A gente fez a mesma coisa que a gente fez no anterior, só que dessa vez a gente leu o enunciado. E o enunciado nos levou ao erro.

B1: Estava bem ambíguo assim...

A1: É esse enunciado me confundiu um pouco, eu ainda não entendi muito bem porque o enunciado tá ácido sulfúrico. Bom, mas acho que a gente tem que aprender. Vem mais para frente, porque tá todo mundo falando muito alto.

B1: É, mas a gente acertou que o H_2 que vai sair no desenho.

A1: É aquele gás que sai... é o H_2 mesmo, a gente tinha pensado nisso e realmente é. O Fe faz ligação só com o H e aí...

B1: Mas a gente errou a valência do ferro porque a gente colocou que era monovalente.

A1: E ele é 2+, e aí não tem aquele dois na fórmula e nem no desenho (aponta para o Fe_2SO_4).

B1: Estamos decepcionadas.

A1: Totalmente decepcionadas, porque esse a gente achou que ia acertar.

B1: Mas não acertamos.

A1: Não acertamos, não deu certo.

Parte 11

A1: Então. A gente acabou se confundindo com o desenho. Risos. A gente tá meio...

B1: Decepcionadas.

A1: Decepção, porque a gente achou que a gente tinha acertado e não deu certo.

B1: E na verdade, quando a gente desenhou... antes de desenhar a gente falou que o ferro, ele era bivalente, mas com o desenho a gente colocou monovalente e estava errado.

A1: E estava errado. Nossa primeira hipótese estava mais certa sabe?

B1: Antes de desenhar, então de certo modo o desenho atrapalhou, mas, tipo, em geral o desenho ajuda a entender como a reação, ela realmente acontece.

A1: Sim.

B1: Porque antes estava só número e tal, fica mais visual, mas... risos. O vídeo ajudou a gente a perceber sobre o H_2 .

A1: Que o H_2 seria liberado então ele ficaria sozinho. Não formaria água ou nada do tipo. É... Vamos falar mais. Eu acho então que o desenho ele atrapalhou a gente no começo porque a gente percebeu que não encaixava no desenho direitinho, ia ficar faltando ferro para o oxigênio.

B1: Mas o desenho ajuda você a refletir mais, sobre a equação que você tá fazendo, tipo se a gente não fizesse o desenho a gente não ia nem pensar na...

A1: Nas trocas e tudo mais. Dá para entender onde encaixa um, onde saiu para o outro encaixar.

B1: É, dá para entender a transição assim sabe?

A1: A lógica. Acho que é isso.

B1: Mas a gente não chegou no resultado certo, então...

A1: É. A gente se atrapalhou um pouco com o ácido que...

B1: Novamente a gente colocou os íons.

A1: Na água ele libera H^+ . Tá chega, então é isso.

GRUPO 2

Parte 1

B2: O que você acha que vai acontecer?

A2: Uhm, sulfato de cobre...não sei, eu acho que vai soltar...

B2: Os íons?

A2: Não, vai soltar alguma coisa...

B2: Alguma coisa?

A2: Não, visível, tipo...

B2: Você acha que vai reagir?

A2: É...vai reagir, mas vai soltar... sei lá, tipo...não sei explicar. Me fala, o que você acha?

B2: Eu acho que vai acontecer a mesma coisa, vai borbulhar, alguma coisa do tipo.

A2: É, é isso, sim.

B2: A gente acha que vai borbulhar.

A2: E a cor do ferro (Fe) vai mudar.

B2: É?

A2: É.

B2: Tá.

Parte 2

A2: Tá, teve uma reação, a gente achou que ia borbulhar alguma coisa, mas não borbulhou, mas a parte de mudar a coloração...a parte de mudar a coloração do ferro a gente acertou...ele adquiriu uma coloração avermelhada, a reação ocorreu, a gente acha, quer dizer, pelo menos eu acho que ocorreu entre o sulfato de cobre, e como a gente sabe disso é porque houve coloração, uma mudança no ferro. É isso...

B2: É isso... você falou que ele aumentou de tamanho?

A2: Não, fala.

B2: É...ele aumentou de tamanho além de mudar um pouco a coloração e essa parte a gente não imaginava, a gente pensou que fosse ter (inaudível) ...

A2: Não, mas eu acho que isso não faz parte da reação.

B2: Mas ele aumentou.

A2: Mas ele pode ter aumentado porque entrou líquido no meio e inchou, será?

B2: Tipo uma (inaudível)...

A2: Não, velho, tipo quando você joga uma esponja na água.

B2: É...bom, então, a gente não sabe se faz ou não faz parte da reação, se é uma... se é um efeito da reação ele aumentar de tamanho.

A2: É isso que a gente acha.

Parte 3

B2: Tá...é...

A2: Não é melhor a gente escrever, tipo, primeiro a reação que é Fe mais sulfato de cobre que é...

B2: CuSO_4 .

A2: É e isso, mas eles não vão se ligar, ele só vai transferir elétron.

B2: Uhum...

A2: Calcular o Nox...

B2: Se transfere dois elétrons para um cátion...tá, então tem a oxidação do ferro.

A2: Sim, pode escrever?

B2: E a redução do...

A2: Cobre?

B2: Cobre.

A2: Você não quer escrever?

B2: Não.

A2: Minha letra é feia... e o que vai ser o resultado disso (reação)? Vai ser a mesma coisa, né? A única diferença vai ser a mudança (elétrons) ...ou vai ter...

B2: Não sei velho...será que junta esses dois aqui e fica só esse?

A2: É porque se for...se tiver aqui (aponta para os reagentes) igual ao produto não vai ser uma reação.

B2: É então...é...então tem que juntar esse com esse, é a única coisa que dá...tem que juntar o ferro com ...

A2: Cobre, é isso?

B2: Então esse... esse dois mais... o cobre dois mais, o ferro dois mais.

A2: O ferro também é dois mais?

B2: Acho que é, não é?

A2: Pera...e aqui é dois menos, então a gente não pode juntar com os dois? Tem que juntar o ferro com esse.

B2: Então, foi o que eu falei.

A2: Ah, tá.

B2: O ferro junto com o SO_4 .

A2: Mais cobre...então vai ficar: ferro reagindo com sulfato de cobre, dando...

B2: Sulfato de ferro.

A2: Sulfato de ferro e cobre... tá já?!?

Parte 4:

B2: Bom...agora a etapa é fazer o desenho, né? É...construa melhor...bom, a gente vai desenhar então, o início e depois da nossa reação... que a gente acha que é. Você que desenhar ou eu desenho?

A2: Desenha, tá?

B2: O ferro é a bolinha vazia.

A2: Vazia.

B2: Uhm...o cobre vai ser o xizinho... o S vai ser o quê?

A2: Põe um ponto no meio.

B2: Tá, vai assim.

A2: Não, tá encostando um no outro.

B2: Ahn? Tá não tá?

A2: Isso é um quatro, né?

B2: Uhum.

A2: Ah, tá!

B2: Entendeu? E o oxigênio vai ser a pintadinha.

A2: Entendi o que você fez.

B2: Entendeu?
 A2: Entendi. Será que isso tá certo?
 B2: Por quê?
 A2: Porque o Fe, ferro dois mais.
 B2: Esse aqui dois menos.
 A2: SO_4^{2-} ...mas será que é assim?
 B2: Não sei...tá...é isso que a gente acha...sei lá...
 A2: Tomara que seja isso, o que a gente tá pensando.
 B2: Assim né... acho que deve tá errado...
 A2: Eu também acho.
 B2: Mas o importante é a tentativa.
 A2: Eu acho que tipo, não é uma coisa tão fácil assim para...
 B2: É, eu também acho que não.
 A2: Tipo, esse é dois mais, esse dois menos, liga o cátion e o ânion.
 B2: Mas o ferro pode ser dois mais ou três mais.
 A2: Não, sim...é que eu não tô conseguindo relacionar, tipo, com a oxidação sabe... aqui ele perdeu dois elétrons.
 B2: Sim, ele transferiu esses dois elétrons para ele, assim ficou zero.
 A2: Ah...tá!
 B2: Entendeu?
 A2: Mas aqui... tá...
 B2: Bom, o ferro tá oxidando e o cobre tá reduzindo.
 A2: Sim...não é melhor a gente escrever aqui... escrever o que a gente pensou?
 B2: Tipo fazer um esquema assim?
 A2: É...então... e aqui o ferro, aqui ele vai tá dois mais e aqui também, não vai?
 B2: É...
 A2: Será que tem que calcular o Nox? Alguma coisa assim? Esse é menos oito, esse aqui é dois mais...não, vai ser a mesma coisa. Escreve aqui então rapidinho... oxigênio...enxofre.
 B2: (Inaudível).
 A2: Cobre...quer falar o que a gente pensou nisso aqui então? Fala... vamos falar o que a gente não tá conseguindo entender.
 B2: É porque tá escrito que o ferro vai transferir dois elétrons para o cobre, só que na hora que a gente faz a reação de oxirredução, o ferro não...não acontece nada com ele apesar dele tá dando, apesar dele tá oxidando...
 A2: Tá, como se fosse uma reação normal, né? Ligando...
 B2: É isso que a gente não tá entendendo.
 A2: A gente não tá sabendo relacionar...

B2: Na verdade, a gente não sabe qual é o produto dessa reação e se tem outra coisa nos reagentes. Pronto.

A2: É isso.

B2: Tem a água também, né? Ou aquilo lá era puro?

A2: Não sei... é isso.

Parte 5

A2: Tá, a gente errou.

B2: Não, a gente não errou completamente, a gente pensou que fosse ferro mais sulfato de cobre e não só ferro e cobre.

A2: É.

B2: A gente confundiu, porque na fotografia e no vídeo era sulfato de cobre junto com ferro.

A2: Só que o sulfato não reage, não é isso?

B2: É, o sulfato não reage. Bom, então a gente errou, porque a gente pensou que reagia...

A2: É, a gente foi mais ou menos, porque...é...no final tá separado também, mas o que a gente fez foi ligar o ferro no sulfato.

B2: É, a gente pensou que tivesse sulfato, mas não tinha A2.

A2: E o sulfato na verdade, eu acho, que ele não vai tá reagindo na reação, ele vai ser o meio para a reação entre o ferro e o cobre acontecer.

B2: E o desenho...o desenho ficou bem errado, né... o que faltou?

A2: É, não tem sulfato no meio e...

B2: E tem muito mais partículas de ferro do que a gente imaginava ...

A2: Eu não consegui entender ainda direito... o Cu^{2+} vem e se liga com o ferro, é isso?

(pausa)

B2: É.

A2: Daí ele (aponta para o ferro) transfere e aí fica o douradinho?

B2: Acho que é isso, na hora que ele (aponta para o íon cobre) recebe...

A2: Ele fica...

B2: É, ele fica...

A2: Não sei se é neutro, sei lá ...

B2: Não né...é...não...é...ele fica neutro.

A2: Ele (aponta para o átomo de ferro) transfere os elétrons.

B2: E o ferro fica positivo....

A2: E depois vira o Fe^{2+} ... e...antes não...

B2: Não, antes ele transfere elétrons.

A2: Ahh, ali ó, vem o cobre, porque ali ó, ele tá saindo?

B2: Ahn?

A2: Ali, tem o cobre e daí ele vem e se liga ali, no ferro normal...daí tá vendo ali? Tem tipo o íon do ferro ali, fora e o cobre agora tá ligado com...

B2: Ahhh.

A2: Ah, pode ser por isso também que o ferro ficou com coloração avermelhada, por causa do cobre.

B2: Sim.

Parte 6

B2: Bom...aqui na primeira tava reagindo com sal né? E não aconteceu nada, agora vai reagir com ácido...

A2: E o SO_4 tá aqui junto.

B2: É, com SO_4 de novo.

A2: Você acha que só vai fazer entre o H_2 e o ferro?

B2: Eu acho que vai acontecer de novo né?

A2: Porque se tá aquoso, ele tá misturado com água, não é? Se ele tá misturado com água, vai ter o íon H^+ na...solução.

B2: Uhum A2. No líquido... na solução.

B2: É, mas a gente acha que vai reagir ou não então? Vai reagir?

A2: Vai reagir.

B2: Vai reagir.

Parte 7

B2: Bom, dessa vez a gente acertou, a gente tinha o palpite que ia reagir...

A2: Afinal é um ácido.

B2: A única coisa que a gente não apontou no vídeo, foi a mudança de coloração do ferro, que ficou um pouco mais escuro só isso?

A2: Só.

Parte 8

B2: Bom...

A2: Vai ser $\text{Fe} + \text{H} \dots \text{H}$.

(pausa)

B2: Sim.

A2: Por que ali você colocou zero (no H_2)?...hein?

B2: Quando ele tem dois, tipo..

A2: Ah...Nox.

B2: Vai zerar.

A2: Tá..

B2: Bom...o que acha?

A2: O que eu acho? Não, eu acho que é isso. Ele transfere 2 elétrons para a solução H^+ . É que eu não tô entendendo por que aqui é zero e aqui não, porque aqui também é 1 e 1, substância simples, substância simples.

B2: É porque tem 2, né.

A2: Mas quando tá sozinho também, não é?

B2: É, mas tá falando que tá transferindo elétrons, então ele tá oxidando...

A2: Tá, então é isso.

B2: É...

A2: Fala aí o que você acha.

B2: A gente acha que o ferro vai reagir com o hidrogênio, transferindo...então fica: $\text{Fe} + \text{H}$, e forma $\text{Fe} + 2\text{H}$ porque oxidou.

Parte 9

A2: Tá...como era naquele slide?
 B2: Tinha um monte de ferro.
 A2: Um monte de ferro...será que vai acontecer a mesma coisa? Ele vai perder elétrons para o hidrogênio e por perder elétrons ele oxida. (pausa) Hum...será que isso não tem a ver com as bolinhas? Quando há transferência de elétrons do ferro para o hidrogênio não faz o hidrogênio, tipo... expelir? Tá, isso não importa agora.
 B2: Hahaha, não sei, pode ser também.
 A2: Tá, como a gente vai desenhar isso?
 B2: Coloca um monte de ferro.
 A2: Vamos usar a mesma legenda... Assim.
 B2: Hidrogênio. Já tem legenda? Tem que inventar outra...aí tem mais ferro.
 A2: Só que o hidrogênio vai tá aqui no meio né?
 B2: Solto.
 A2: Tipo aqui?
 B2: Não, separado.
 A2: Ah tá B2. Faz mais sentido.
 A2: Porque no outro ele tava aqui né?
 B2: Ele aparecia chegando. Acho que você tem que colocar ele aqui encostado.
 A2: Porque vai ser a hora que vai transferir elétrons.
 B2: Tem que criar uma legenda nova...faz ele listradinho. O hidrogênio... (Inaudível)
 A2: Espero que a gente não erre senão vai ser frustrante, sabe?
 B2: Pode desligar.

Parte 10

A2: Isso é triste. A gente errou.
 B2: A gente acertou as moléculas etc, só erramos a ordem. A resposta certa é: $\text{Fe neutro} + 2\text{H}^+$ formando cátion $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ gasoso...e...a gente fez ao contrário...a gente fez $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ virando $\text{Fe} + 2\text{H}^+$. O erro não foi grave dessa vez.
 A2: Só uma questão de referencial...a gente só inverteu.
 B2: É. E o desenho.
 A2: Inverteu também.
 B2: O desenho também tá invertido.
 A2: A gente foi quase.
 B2: Dessa vez foi bem perto.
 A2: A gente absorveu a ideia.
 B2: Eu fiquei em dúvida porque você falou que o ferro transferiu elétrons para o hidrogênio, então na minha cabeça o cátion deveria vir antes da reação, mas acho que entendi agora...
 A2: Eu não (aluna B2: sorri).

B2: Ah...o importante é que a gente absorveu a ideia.
 A2: Sim, mas por que o nosso não tá certo? Como é que ele vai transferir elétrons se ele tá neutro ali ó?
 (pausa)
 B2: É, na verdade a gente trocou os produtos com os reagentes...é, não entendi nosso erro.
 A2: A gente errou, mas não entendeu por que a gente errou.
 B2: É, porque faz sentido o que a gente colocou. Ahh, lógico...ele tá neutro, o ferro...ele perde elétrons e fica 2-... 2+, quer dizer. É isso.
 A2: Ahhhh.

Parte 11

B2: O que você achou?
 A2: Eu achei que foi um bom exercício porque aprendemos a matéria com os nossos próprios erros, para não cometermos de novo. Eu acho que foi bom, teve um bom rendimento. Ele quebra nossa hipótese errada e que não é esse jeito que a gente deve pensar.
 B2: Esse modelo de atividade contribuiu bastante para nossa vontade de aprender, foge um pouco do modelo normal de aula. Eu acho que ainda falta um pouco de teoria para fixar bastante o que a gente aprendeu. Foi mais produtivo do que ter feito algo diferente.
 A2: Para um conteúdo que é mais curto vale a pena.
 B2: Discutir com o colega...
 A2: Potencializou nosso aprendizado.
 B2: O que poderia ter ajudado a gente fazer a primeira reação era saber que o sulfato não reagia. Só isso.
 A2: A comparação do desenho ajuda bastante porque...
 B2: Não é tão simples quanto a gente imagina, é mais complexo.
 A2: É, não trabalha só um lado, é o visual também... Ajuda.

GRUPO 3:

Parte 1

A3: Mano, ela não falou algum negócio de enferrujar? Por que enferruja? Então, eu acho que vai enferrujar. Não sei por que. Acho que só porque faz parte do tema.
 B3: Você só pensou isso?
 A3: Ah, é isso. Ela falou que enferrujar faz parte do tema, acho que vai enferrujar.
 B3: É, eu também acho. Não porque eu sei alguma coisa sobre isso, mas porque ela falou no começo da aula.

A3: Por que enferruja? Acho que é isso.

B3: O sulfato de cobre também tem oxigênio, então eu acho que o oxidado tem alguma relação com o oxigênio, não sei.

A3: Não faço ideia do que é.

B3: É, o ferro...ele...enferruja com água e oxigênio. Eu acho que o oxigênio tem alguma coisa a ver.

Parte 2

B3: A gente achava que iria enferrujar e realmente enferrujou, porque a gente não sabe direito, mas teve uma reação química.

A3: É, porque mudou de cor. Isso é um indicador de reação química.

B3: E a reação química provavelmente deve ter sido com o ferro e com o...

A3: Oxigênio.

B3: Oxigênio, é o que a gente pensa.

A3: Como você sabe? Mano, o negócio de enferrujar ela falou no começo da aula que tem a ver, daí a gente chutou. Mas a do oxigênio é porque....

B3: É porque eu sempre penso que a água e o ar enferrujam o ferro.

A3: Meio...conhecimentos gerais assim.

B3: É. E nesses dois tem oxigênio. Então acho que o oxigênio do "Cu alguma coisa" deve ter reagido.

A3: Eu acho que reagiu com o oxigênio, tipo oxidou. Sempre que oxidar o ferro, é enferrujar.

Parte 3

A3: Jurava que era do oxigênio...

B3: Eu também, mas tudo bem. Equacione a interação química entre o ferro e o íon cobre 2.

A3: É Fe^{2+} que fica ou Fe só? Que é metal, é Fe né?

B3: É que tem ferro 3, ferro 2... só que como ele transfere dois elétrons eu acho que ele é ferro 2.
 A3: É ferro 2, equaciona aí.

B3: Fale em voz alta o que estiver pensando.

A3: Tô fazendo: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ ... faço, sei lá: Fe^{2+} ? Não. Fe^{2+} .

B3: Fe é zero no começo, e esse é 2+ (referindo-se ao produto).

A3: Nox.

B3: Como assim? Não entendi, foi mal.

A3: O que você tá fazendo?

B3: Tô falando o Nox das substâncias, dos reagentes. Zero e esse, aqui é 2+. Só que aqui você não pode colocar só Cu né? Tem que colocar CuSO_4 ?

A3: Calma aí. Vai ser o que... ferro 2+?

B3: É...se ele transfere dois elétrons, ele fica dois mais. Isso.

A3: (Escreve nos produtos) $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu} \dots$

B3: E o Cu como ele é cátion 2+ e recebe dois elétrons, ele vai ficar zero.

A3: Daí tipo Nox faz? Daí tipo 2.

B3: É. O ferro foi de 0 para 2 e o Cu foi de 2 para 0.

A3: Vai ser dois e dois e fica um. Vai ser isso a equação?

B3: Sim

A3: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ vai resultar em $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$? (Para de escrever e pergunta).

B3: Sim é isso mesmo. $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ vai dar $\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ...acho que é isso...deve ter oxigênio e água aí no meio, só que não representados. Aqui tá pedindo com os íons de cobre então...é isso.

Parte 4

B3: Tem que procurar representar várias partículas interagindo.

A3: Mano...a interação...véio...não faço ideia de como fazer. Eu acho que a gente fez errado, porque acho que é sulfato de cobre.

B3: Ao invés de ser o íon cobre? É que aqui tá escrito: interação entre a palha de aço (ferro sólido) e o íon de cobre.

A3: Eu acho que tipo, o sulfato de cobre ele separa... aí você tem os íons de cobre livre que reagem com o ferro. Acho que essa é a reação.

B3: Como assim? Vai fazendo o desenho inicial ali.

A3: Você tem o ferro, aí você tem o sulfato de cobre. Sei lá, sulfato deve ser CuSO_4 .

B4: Sim.

A4: Se você separa ele vira o íon Cu^{2+} acho que é isso que eu quis dizer aqui (aponta para a equação feita). Que agora nessa atividade não sei se a gente pode mudar.

B3: Sim.

A3: A gente pode mudar mano, porque é importante o jeito que a gente tá aprendendo, então eu vou colocar CuSO_4 aqui, tá ligado?

B3: Sim, sim... CuSO_4 . Mas aí coloca S. Cu, aí um S...

A3: Não sei onde ficam os O (s).

B3: Tudo no S, tudo no S. Dativa, deve ser...

A3: Aí eu acho que separa, tá ligado?

B3: O SO_4 do Cu?

A3: É. Daí fica Cu^{2+} aí fica...sei lá... Fe_2Cu ? Acho que precisa de dois, tá ligado?

B3: Porque precisa de dois ferros?

A3: Cu é 2+. Ah não, mas ferro é dois também né? Tipo valência do ferro véio?

B3: Mas lembra no slide anterior falava que ele cedia dois elétrons, o ferro. Então acho que um só já dá dois elétrons.

A3: Eu acho que ficaria tipo: FeCu . Se é que dá para fazer isso...

B3: Fe fica com Cu e o SO_4 ...

A3: SO_4^-

B3: Menos? No final?

A3: Eu acho velho.

B3: Mas aí ficaria Fe_2Cu né??

A3: Então isso que você falou, ele cede dois elétrons. Se acha que se ele cedesse um iria precisar de dois?

B3: Ah, entendi.

A3: Sacou?

B3: É...mas no slide anterior falava que...

A3: Ele cedia dois?

B3: É, ele cedia dois. Mostra o desenho aí.

A3: Vamos pegar aqui, a gente faz outra aqui...com o que a gente acha que é. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$ ...calma aí...vai ser FeCu ou CuFe ?

B3: CuFe . Sempre o cátion antes. Pensa no NaCl que a gente mais conhece.

A3: Na é +.

B3: Então ele é antes. $\text{CuFe} + \text{SO}_4^{2-}$.

A3: Estranho né, dá para ligar Cu e Fe?

B3: Não sei.

(pausa)

A3: Puts e agora? SO_4 é...não como clara só pão...

B3: H_2SO_4 .

A3: Tem oxigênio? Será que é isso velho? Não seria tipo óxido de ferro?

B3: É então, eu penso muito no oxigênio. Não sei se é o cobre se...não sei mesmo.

A3: Vou colocar aqui o que a gente pensou antes e o que a gente pensou depois. Um negócio que eu não sei só, não sei se tá certo ou errado tipo...

B3: Põe uma setinha ali do Fe para o Cu com um símbolo de + só pra mostrar que eles tão em contato. Só para ficar melhor representado.

A3: Legenda(?)

B3: Legenda é tipo: bolinha com Fe dentro é o ferro. Mas eu acho que seria mais legal a gente fazer uma bolinha pintadinha é ferro, uma bolinha com coisinha...

A3: Ah, mó role. Já fiz.

B3: Tudo bem, deixa assim. Fe o ferro, bolinha com...

Parte 5

A3: Nossa mano! É assim que é? Ah velho, na primeira a gente acertou. Deixa eu mostrar para as câmeras.

B3: A gente acertou que o Cu ligava no ferro né?

A3: Na primeira a gente acertou, mas aí a gente ouviu de sulfato de cobre e a gente não sabia o que era.

B3: É, a gente se confundiu com os oxigênios essas coisas.

A3: Mas a gente acertou que as duas vezes...não.

B3: Pode ser que esteja certo...

A3: Se misturar os dois tá certo. Porque...ó...nessa eles juntam. Nessa a gente fez que eles não juntam na primeira só que na segunda eles juntam.

B3: Sim, o ferro e o cobre juntam e aí alguns íons de...o que a gente não escreveu é que alguns íons de ferro "despreendem" ali, tá vendo que tem umas bolinhas saindo?

A3: É então, a gente confundiu com sulfato de cobre, só que a gente acertou nesse que a gente se confundiu: que o ferro e o Cu se juntam.

B3: Se juntam, é.

A3: O outro a gente acertou os reagentes

B3: A gente acertou o 2+, 2-...

A3: A gente acertou os reagentes, só não acertou que eles se juntam. E no desenho a gente acertou mais ou menos.

Parte 6

A3: Com ácido sulfúrico.

B3: Um pedacinho de bombril com ácido sulfúrico. Ácido sulfúrico é H_2SO_4 . Tão falando muito alto a gente vai ter que gritar aqui.

A3: É, porque a sala não tá colaborando!

B3: H_2SO_4 ...tá. O Fe...o Fe cede dois elétrons.

A3: Vamos pensar praticamente no que vai acontecer. Não, Fe mais, certo?

B3: É, Fe mais H_2SO_4 .

A3: Será que forma FeSO_4 ? Tipo, sulfato de ferro?

B3: Não, mas calma, vamos pensar primeiro quem perde elétron, quem ganha elétron.

A3: Quem tem elétron a mais é o SO_4 .

B3: SO_4 é dois menos...e o Fe é dois mais. Não.

A3: O Fe é dois mais. Acho.

B3: Não, não.

A3: O Fe é metal, tem isso para metal?

B3: O Fe, como ele é metal ele vai ceder elétrons, quantos não sei.

A3: É. Vai ceder. Eu acho que, ó... o que pode...pelo que a gente sabe pode formar sulfato... FeSO_4 e eu não sei o que aconteceria com o H. Mas o que você acha que vai acontecer com a palha de aço, tipo corroer, o que é que vai acontecer?

B3: Ah, o que vai acontecer com a palha de aço? Ah, essa é a pergunta. A gente já tá pensando na reação. Não.

A3: É, é... Vamos pensar no que vai acontecer.

B3: O que vai acontecer com a palha de aço no ácido.

A3: Mano, eu ia falar corroer, mas eu não sei...

B3: É, se for concentrado demais.

A3: É, dependendo da concentração.

B3: Eu acho que vai corroer, não vai enferrujar, vai corroer.

A3: Ah, é?

B3: Eu acho.

A3: Beleza.

Parte 7

B3: Tá, parte 7.

A3: É...não corrói.

B3: O que vocês acham que...é, não corroeu. Quer dizer, se foi, foi muito pouco.

A3: Mano, parece que não aconteceu nada. Parece que não aconteceu nada.

B3: É, parece que não aconteceu nada. O que a gente percebe é liberação de gás.

A3: Não sei se é liberação de gás ou tipo...que você tem ar...o bombрилzinho, aí tinha ar dentro.

B3: Que tem vários buracos. Ah, entendi.

A3: Eu acho que não liberou nada, mano.

B3: Mas você viu que quando virou, tipo, ela virou de ponta-cabeça tinha várias bolinhas? Parecia que tipo...

A3: Não sei se é de... de dentro.

B3: Mas acho que não seria tanto, entendeu? Isso que eu quis dizer. Por que estava boiando, que tinha ar dentro, aí ela jogou lá dentro, tipo, colocou dentro do ácido sulfúrico. E aí começou a sair bolinha á de dentro tipo...sabe? Acho que tinha liberação de gás.

A3: É que não parece ter tido reação com o SO_4 , sabe? E tipo, só soltar o H_2 e o SO_4 ficar suave eu acho muito estranho.

B3: Eu acho muito estranho sair H_2 .

A3: Eu acho que é do ar da... do Bombril. Não sei se é H_2 .

B3: Eu ainda acho que é gás.

A3: É porque, tipo, sai bastante né?

B3: É que sai muito, tipo, se fosse ar da palha de aço acho que sairia pouquinho.

A3: Não sei mano, essa é...essa é a incógnita aí.

B3: Tipo, dá para reagir o ferro, né, da palha de aço com o SO_4 e sair H_2 , mas sair H_2 eu acho meio estranho, não sei se sairia oxigênio, mas aí como reagiria não tenho ideia.

A3: Mano, o que parece que aconteceu com a palha de aço ... calma aí...parece que aconteceu com a palha de aço é nada.

B3: É, tipo...

Parte 8

B3: Tá, deixa eu...o ferro então...o ferro transfere dois elétrons...manda um lápis ae. Segura. Segura aí, segura aí. Então, Fe...só entre o ferro...equacione a interação química entre o ferro e o íon de hidrogênio, tá. Ferro, mais H mais...

A3: Não mano, faz o... que nem a gente fez, lembra que estava certo?

B3: Sim.

A3: Do SO_4 , faz H_2SO_4 .

B3: Ah, H_2SO_4 ?

A3: Lembra que a gente fez da última vez com o...

B3: É que aí a gente não vai, tá equaciona... é...vai ficar diferente o balanceamento se colocar H_2SO_4 , entendeu?

A3: Verdade.

B3: Deixa o H^+ .

A3: Não, mas não é H^+ e Fe, não pode dar...mas então seriam dois elétrons para o H mais, tem que ter dois Hs. Obrigatoriamente.

B3: Então, H_2SO_4 , é isso?

A3: Porque não estava certinho no outro deixar o SO_4 suave?

B3: Sim sim. É...

A3: Acho que seria H_2Fe ou FeH_2 , sei lá como se escreve.

B3: Quer fazer o Nox? De todos?

A3: Acho que não precisa.

B3: Não? Vai ficar o Fe...H, né?

A3: Dois. Dois Hs acho.

B3: Acho que é 2 FeH, não?

A3: Não, porque o H é mais e o Fe perde dois elétrons...

B3: Ah, então Fe...tá certo... FeH_2 , mais SO_4 dois menos, é isso?

A3: É, acho que é a mesma coisa... do outro. E não é para desenhar agora não, é depois?

B3: Não, agora é só a equação.

A3: Ah, então...

B3: Equacione a interação química entre o ferro e os íons de hidrogênio.

A3: Deixa eu só pegar um *close* aqui. Tá gravando áudio?

B3: Sim.

A3: Tá bom.

B3: Só... se fosse tipo, só com o íon... vamos fazer só para...só o íon, entendeu?

A3: Aham.

B3: Ferro, mais H mais.

A3: Precisa de 2 H^+ . Porque tá ali, ó. O ferro transfere dois elétrons.

B3: Para os cátions...é. É, isso mesmo. Ferro, vai ser, Fe...Opa. FeH_2 , né?

A3: Aham.

B3: FeH_2 .

A3: Calma aí... é, pronto. É isso.

Parte 9

A3: O...desenha?

B3: Agora eu desenho. Utilizando-se o modelo de bolinhas.

A3: Vamos fazer a mesma coisa que a gente fez no outro. Ou você quer fazer legenda bonitinho?

B3: Tanto faz. Ah, já que são só dois vamos fazer legenda bonitinho.

A3: Não, é que tem o... SO_4 .

B3: Ah não, vamos fazer bonitinho, é melhor.

A3: Faz bonitinho, faz bonitinho.

B3: Bonitinho que eu digo é com desenho, não, sem escrever tipo, Fe, tal...

A3: Sim sim.

B3: É...

A3: Bolinha branca vai ser o O, porque tem mais, daí poupa trabalho.

B3: Bolinha branca, ah então tá.

A3: Não, deixa essa bolinha, deixa essa bolinha.

B3: Bolinha branca é o O e bolinha pintada é o Fe.

A3: Bolinha com X no meio pode ser o H.

B3: Beleza.

A3: Vai fazendo que depois a gente tem que fazer legenda.

B3: Deixa eu fazer legenda já de uma vez.

A3: É, á faz a legenda, né? H... Fe...

B3: E o oxigênio.

A3: Hum. Haha.

B3: Como é que vai ficar?

A3: Ah, isso aqui.

B3: Fe, mais...

A3: Daí faz um H_2SO_4 . Ih, não tem S. Faz a... o S uma... com uma bolinha no meio, sei lá.

B3: Vou fazer... assim. Mais agora o H_2 , né? Deixa eu fazer o S no meio. Ah... S... Aí o H_2 deve tá...

A3: H_2 ... o H tem o X... no meio.

B3: O H deve tá em um dos oxigênios, né. Não sei exatamente onde tá.

A3: (Som assoprando) Não sei também.

B3: Dois, três, quatro. Deve tá tipo aqui. Aí isso aqui vai ficar... um Fe... FeH₂, né?

A3: Aham. Será que a gente tem que desenhar os elétrons? Não né?

B3: Acho que não. H₂... FeH₂, mais...

A3: Ah, o SO₄.

B3: Mas, vamos pensar, tipo, no que estava no outro desenho, que é... lembra que tinha uma barreira de ferro, e aí entrava o cobre e saía um...

A3: A gente pode fazer embaixo.

B3: Sim, sim.

A3: É, porque o metal eles... os... os átomos ficam tudo juntos né?

B3: É. Então, tipo, ia ficar vários ferros.

A3: Tipo, o ferro é a bolinha pintada.

B3: Tá. Vários de ferro...aí ia chegar o H₂, né? Ia entra H₂ e sair...

A3: Ferro. Daí faz um... a... H₂SO₄ aí do ladinho. Ou só um H₂ se quiser.

B3: Não. Ia entrar, tipo, íons H⁺ isso que eu quis dizer entendeu?

A3: Aham.

B3: Vou fazer assim, íons H⁺ e aí, tipo, ia ficar as bolinhas de ferro, aqui: uma, duas, três... quatro. Aí dois de H mais aqui.

A3: Mas eles não vão vazar? Eles não vão sair do ferro?

B3: O ferro vai sair. O H vai entrar. É igual ao outro.

A3: Ah, é tipo, eles trocam? Tipo, sai um ferro, entram dois Hs?

B3: Sim. Foi o que aconteceu com o cobre na outra.

A3: Sério? Ficou um ferro sozinho no nada?

B3: Sim, um íon ferro dois mais no outro. Esse aqui é um íon ferro... dois mais também.

A3: Nossa, não sabia. Acho que eu não prestei atenção.

B3: Oh. Calma. Precisa de dois Hs para um ferro, então só... só um ferro faz... sai.

A3: Desenha mais uma bolinha na parede. Isso. Não sabia que era assim.

B3: Foi o que eu entendi da última.

A3: Achei que o ferro saía junto com o H, tá ligado?

B3: Ferro... dois...menos.

A3: Tipo...não, dois mais, dois mais acho.

B3: Não, se o H é mais.

A3: Não, mas o ferro tem aquela brincadeira de...

B3: Cede dois elétrons.

A3: Então é mais.

B3: Ah, é. Verdade.

A3: É que quando você tinha falado na outra eu achei que tipo, ferro saía e, tipo, formava FeH₂ fora, aqui fora.

B3: Não, não, não, não. Tipo, no outro o cobre ficava no... no metal mesmo. Por isso que fica meio avermelhado...é, a cor do cobre.

A3: Isso ae tio.

B3: Deixa eu fazer a legenda para o H mais aqui que não ficou claro, eu acho.

A3: Faz aí, faz aí. Mano, o colega falando, velho...isso vai tá no trabalho, tá ligado?

B3: O que que ele falou?

A3: Cadê a confiança dentro de você?

B3: Hahaha.

A3: Faz do Fe dois mais também.

B3: Faço.

A3: Não pode, tô filmando, não pode.

B3: Acabou né? É isso. Deixa eu finalizar aqui.

Parte 10

B3: Vai ter que filmar essa parte.

A3: Filmar o que mano? Não é para filmar.

B3: É para filmar esse bagulho para ver o que a gente errou. É... a gente acertou a parede de ferro, né, nessa segunda representação. O H mais chegando aqui...mas a gente errou a parte final. A gente falou que o H...

A3: Entrava no negócio do ferro...

B3: Na verdade, ali, o que eu entendi é que, tipo, o H só serve como...desprender o...só serve para desprender o...o...o ferro.

A3: Isso é a mesma coisa no cobre ou no cobre é diferente?

B3: Não, no cobre é diferente. No cobre ele ficava aqui. Aí no a...nesse caso o H⁺ só serve para tirar partículas de ferro. Então ele...ele...corroeu, pouco mas corroeu.

A3: Porque era gás... gás era H₂ acho... então né?

B3: Siiim. O gás era H₂.

A3: Isso ae.

B3: A gente acertou de não ter enferrujado e pensou que tinha corroído.

A3: É a gente errou na... aqui.

B3: Não, tá certo.

A3: Não fica FeH₂, Fica Fe²⁺, mais H₂.

B3: Ah.

A3: Não fica junto.

B3: Ah, porque... ah é verdade.

A3: É, porque na outra ficava junto, nessa não porque formou gás que vai embora...

B3: A gente pegou o exemplo da outra e pôs nessa, mas na

verdade essa que é a diferença, que...

A3: Eu acho que ó... Minha opinião, eu acho que esse era o intuito dela, querendo fazer isso. Que a gente ia tipo assimilar um com o outro. Ela queria ver. Tem tudo a ver com esse negócio.

B3: Também acho.

A3: Pode parar de gravar, né?

Parte 11

B3: Ah, beleza. Não é difícil.

A3: Não, eu sei. É que tipo, seu celular, sua câmera.

B3: Ah, sim. Beleza, beleza. É... tá.

A3: Se desse para você me passar de algum jeito eu fazia.

B3: Eu mando, eu mando. É... beleza. (sussurros muito baixos). Eu acho que o que pode ter atrapalhado a gente foi, tipo, ter comparado esse exemplo com esse daqui e ter...já vendo a resposta desse, sabe?

A3: É, tipo, e achar que é a mesma coisa.

B3: Vendo a resposta desse e foi...fazendo esse aqui a gente pensou que era igual e acabou fazendo parecido e errar. E... o que mais que é para falar?

A3: O que ajudou.

B3: Ah, o que ajudou foi a... os vídeos, né? Que dava para ver o arzinho saindo. Mesmo a gente não tendo, representando a gente sabia que liberava alguma coisa.

A3: Eu achei o que ajudou foi tipo, esse negócio mesmo da gente tentar antes de saber o que é, tá ligado? Por que quando você sabe o que é depois de você tentar fica bem mais claro.

B3: Como assim?

A3: Tipo, a gente tentou agora e não sabe o que é... sem saber o que é. Para mim, tipo, quando você vê depois o que realmente é, o que realmente acontece, aí fica bem mais claro. Do que só saber o...aprender o que acontece.

B3: Tentar antes de saber é melhor do que...

A3: É, nesse caso pareceu...

B3: Ah, sim. Eu também acho melhor por que você percebe os seus erros e vê tipo o que acontece

A3: É, tipo, é bem claro o que acontece, do H que ele só tá para desprender o ferro.

B3: Faz sentido, né? Ele... ele... o ácido corrói e sai arzinho.

A3: É isso ae.

B3: É isso aí. Mais alguma declaração aí, último vídeo do canal?

A3: Mandar um beijinho para minha mãe, para o meu pai, minha família que tá me apoiando aí, Sol também, beijo. Agradecer aos fãs. Ah... e é isso aí.

B3: É isso né?

A3: A gente não comparou a hipótese com o desenho. A gente até filmou, mano.

B3: Ah, e a gente nem usou a tabela periódica, né?

A3: Não.

B3: A gente nem viu, nem olhou para ela. Mas tudo bem.

A3: Isso ae. Metacognição, valeu.

GRUPO 4

Parte 1

A4: Um pedacinho de Bombril foi adicionado ao sulfato de cobre, tá. B4: Tá, o que você acha que vai acontecer?

A4: Na equação, o ferro sólido mais sulfato de cobre...

B4: O ferro fica sozinho, e ele quer...

A4: Será que é igual a aula que a gente teve ontem? Que troca? Por exemplo esse aqui está neutro (Sulfato de cobre) e esse aqui 2+ (Ferro) e esse 2- (Sulfato).

B4: E seria tipo...ia ter depois sulfato de ferro e cobre sozinho?

A4: Sim.

B4: É pode ser.

Parte 2

B4: Beleza, acho que teve reação química porque o ferro mudou de cor.

A4: A reação foi entre ferro e sulfato de cobre.

B4: É, acho que vai ficar avermelhado porque o cobre é vermelho haha. Mas, e o que a gente achava antes?

A4: Pensamos que o ferro ia reagir com o sulfato de cobre formando o sulfato de ferro.

B4: Isso deve ser sulfato de ferro, mas é estranho que a solução não muda de cor né? Só o Bombril...

A4: É.

B4: Desenha aí... alguma coisa inteligente.

A4: Alguma coisa inteligente?

B4: É só escreve "alguma coisa inteligente."

Parte 3

A4: Tá, o ferro transfere dois elétrons para o cobre.

B4: É, o cobre queria pegar dois elétrons, e ... isso é óbvio.

A4: Ele não estava neutro.

B4: Quem, o cobre?

A4: Sim, então aqui eu tenho o cobre, um ferro e o cobre da solução.

B4: É então, o Nox do cobre vai zerar, porque ele queria dois

elétrons e pega eles. E o ferro vai ficar com dois a menos.

A4: E vai virar um ion. E atrair o ânion sulfato.

B4: Beleza e aí dá nessa equação. Coloca o Nox do cobre, do ferro e do sulfato. Boa.

A4: Parece que é isso.

B4: E esse desenho (na lousa)?

A4: Não sei...

B4: A gente mandou bem hein?

A4: Nossa mandamos muito bem.

B4: Hahaha. Acho melhor desenhar um bequerzinho.

A4: Será que tem alguma reação do ferro com o oxigênio? Porque ele fica avermelhado então enferruja.

B4: Hum...pode ser.

A4: Aí vai formar óxido de ferro, se é que existe isso.

B4: Deve existir, existe óxido de tudo por que não teria o de ferro?

A4: Óxido de ferro...

B4: É...mas aí ia ficar...continuar o sulfato de cobre lá ainda de boa?

A4: Não sei...

B4: Ah será que o sulfato ia virar um...o outro lá, sulfeto? É...pode ser, porque talvez ia precisar de um oxigênio para estabilizar o ferro né?

A4: E o SO_3 é o que?

B4: Deve ser 2- porque ó...

A4: É H_2SO_4 né?

B4: Sim H_2SO_4 ...deixa eu ver...deixa eu escrever aqui...

A4: Depende, o sulfeto também é 2-?

B4: Calma aí, vou fazer um desenho...

PARTE 4

A4: No início temos o béquer e nele uma solução de sulfato de cobre. Tá, na legenda a bolinha preta é o cobre...e a bolinha branca...é o sulfato...E o quadrado o ferro.

B4: Beleza...e aí a gente representa antes, o que a gente achava que ia acontecer? Ou...

A4: No início é a gente colocando o ferro dentro. E no final...é quando ele tira o ferro.

B4: Sim, mas então a gente faz o que achamos antes ou essa aí que você falou que tem o sulfeto de ferro, droga sulfeto de cobre e óxido de ferro? O que você acha?

A4: Deixa eu ver...como a aula é de oxidação deve ser esse. (demonstram indecisão).

B4: Hahaha, esse último?

A4: É.

B4: Ah então beleza.

A4: Aqui a solução com sulfato de cobre...vai ter que ter mais uma legenda.

B4: Dá para fazer o quadrado escuro também.

A4: Ah depois eu faço. O triângulo vai ser o oxigênio e o quadrado escuro o sulfeto.

B4: Beleza, coloca uns quadradinhos aqui em cima, tipo sem estar na água. Faz um pratinho aqui com quadrados.

A4: Por que?

B4: Ué, porque é o ferro.

A4: Ah e tem que colocar o ferro entrando aqui.

B4: Hahaha, tá parecendo um interruptor.

A4: Haha então ponho mais um, não tem interruptor assim.

B4: Boa, agora parece uma tomada.

A4: A gente põe ferro entrando na solução. Aí o béquer cresce.

B4: Ahaha.

A4: E a gente faz saindo daqui o ferro com o oxigênio.

B4: Mas ele não tem que ficar lá embaixo?

A4: Não, ele põe e tira o ferro.

B4: Ah pode crer. Faz aí uma bolinha escura com um quadrado escuro.

A4: Mas não são todos que vão reagir.

B4: Então deixa alguns sem reagir.

A4: Tá...então no béquer vai sobrar sulfato de cobre e sulfeto de cobre.

B4: É e fora do béquer o ferro reagiu e se transformou em óxido de ferro.

A4: É e por isso fica com a cor avermelhada.

B4: Beleza, você não acha melhor mudar a equação?

A4: Deixa eu ver...

B4: Se bem que é melhor não porque essa equação é a parte 1. A gente terminou, não quer acabar o vídeo?

A4: Tá.

PARTE 5

A4: Bom, a gente errou feio.

B4: Pô mano, como é que? Ah tá entendi eram íons de cobre que estavam lá.

A4: Íons de cobre?

B4: É o que o desenho tá dizendo acho, não consigo ler direito tem uma cabeça na frente.

A4: Ah, eu achei que tinha sulfato de cobre.

B4: É, eu também.

A4: Então se eram íons teve transferência de elétrons.

B4: Isso mudou o Nox dele, olha na equação. O cobre era íon aí depois o ferro chega e satisfaz a vontade iônica dele e já era.

A4: Então o cobre é mais eletronegativo?

B4: Sim, porque ele fica com os ferros da camada de valência, não, espera haha, ele fica com os elétrons da camada de valência do ferro. E aí, conclusão a gente errou ou acertou?

A4: Erramos feio. Ah e também quando tem a reação, a reação que muda de cor é o cobre, ele que muda de cor não o ferro. O cobre quando ele tá neutro ele fica com a cor avermelhada.

B4: Ah entendi.

A4: É, o ferro também muda de cor, vê no desenho, lá antes tá mais azul e no final fica prata, não sei se é a cor real mas...

B4: Hum, mas é estranho porque o bombril fica avermelhado. Tipo, o que acontece, o cobre sobe para o bombril.

A4: É, ou a cor ali não tem nada ver, só mostra que tem mudança de cor só que o ferro é o que muda de cor para avermelhado. É o ferro mesmo que fica avermelhado, então o cátion de ferro fica avermelhado.

B4: Beleza. Mas a solução mudou de cor no vídeo?

A4: Não, mas é porque tem pouco ferro para muita solução

B4: Ah pode crer. Tanto que no desenho só algumas bolinhas da solução mudaram de cor.

A4: Sim.

B4: Bora acabar?

A4: Sim, só tinha isso.

B4: Por hoje é só pessoal;

PARTE 6

A4: Tá, o ferro sólido e ácido sulfúrico.

B4: Tá o ferro sólido tá sozinho né? Como íon?

A4: O ferro sólido acho que não é íon.

B4: Ué, mas no outro ele era, não?

A4: Não, o cobre era íon.

B4: Ah pode crer. Então ele tá neutro...mano o que vai acontecer?

A4: Ácido sulfúrico devia desidratar, mas não tem água. Será que agora fica o sulfato? Ou é como o outro que não reage?

B4: Será que vai ficar HFe?

PARTE 7

B4: Vai, vai, vai.

A4: Pelo vídeo o ferro reage com o oxigênio, porque dá para ver que ele vira FeO...e tem liberação de gás, as bolhas que saem da água.

B4: Ah então será que o gás que sai é o H?

A4: Se fosse assim ia sobrar o que? Sulfato de ferro? Óxido de ferro?

B4: É verdade.

A4: Ou ferro e enxofre?

B4: Ou...HF...e, Hahaha. HFe.

A4: Hahaha.

B4: Não sei, vamos pensar.

A4: A gente sabe que tem liberação de gás, e eu acho que o ferro reagiu com o oxigênio.

B4: Com o do ácido sulfúrico?

A4: Isso.

B4: Aí fica H_2SO_3 ?

A4: Não, acho que...não sei se muda isso.

B4: Ué, mas se saiu...

A4: Ah, não sei. Agora não adianta nada.

PARTE 8

B4: Ah então ó.

A4: O ferro transfere dois elétrons para os cátions da solução.

B4: Então vai ficar sulfato de ferro...ué calma aí.

A4: Tá depois da reação fica SO_4^{2-} (Nox dele = -2).

B4: É pode ser né...escreve aí...

A4: Na equação, o ferro reage com o hidrogênio do ácido sulfúrico e forma o sulfato de ferro com a liberação de gás, o gás hidrogênio.

B4: É, o H_2 . Beleza, e já está balanceada.

A4: É, já está.

B4: Será que é só isso?

A4: Acho que é.

B4: Deve ser, porque trocou os cátions e é só tipo, troca né, só substitui.

A4: Tá, e será que ele reage com o sulfato ou de novo não acontece nada?

B4: Verdade né? Ela falou que o sulfato não reagiria. Mas aí ele ia reagir com quem? H? Tipo HFe?

A4: Não olha, lá fala que ele transfere elétron para o hidrogênio, então aonde muda é no hidrogênio, tem a liberação de hidrogênio também.

B4: Entendi.

A4: Não acontece nada com o oxigênio.

B4: É, então a configuração do sulfato continua a mesma, tipo, tem o mesmo Nox, e não sai nem S nem O.

A4: Então, provavelmente é isso.

B4: Vou parar a gravação.

PARTE 9

B4: Beleza, desenha aí o...

A4: Tá agora vamos fazer de novo a legenda, agora o ferro é a bolinha preta, e o hidrogênio é uma bolinha sem nada e o sulfato...

B4: Uma bolinha meio preta meio nada? Hahaha

A4: Hahaha, é um Yin-Yang.

B4: Hahaha.

A4: Então tá, o sulfato é um triângulo. Inicialmente tem o béquer com ácido sulfúrico.

B4: Um triângulo e duas bolinhas brancas.

A4: Um triângulo e duas bolinhas. Tá e é adicionado o ferro à solução em forma de bombril.

B4: Ok e o béquer cresce haha.

A4: Hahaha, produz água ahah.

B4: Hahah.

A4: Deixa eu ver, inicialmente o ferro fica no fundo e ainda tem ácido sulfúrico, mas o hidrogênio do ácido sulfúrico vai reagindo com o ferro.

B4: Isso, faz uma setinha.

A4: Mas o ferro fica mais leve, como se ele tivesse perdido alguma coisa, porque ele boia, só que ele não tem nada para perder.

B4: Ou será que a água fica mais pesada?

A4: Haha, acho que não.

B4: Aumentou a densidade da água, solução.

A4: Ah tem que pôr os hidrogênios saindo.

B4: Eles tão em dupla, H_2 .

A4: Tá saindo o gás hidrogênio.

B4: Sim e lá embaixo fica ferro com sulfato...é né?

A4: É, o ferro provavelmente vai reagir com o sulfato.

B4: E no final ele tem que estar com o sulfato né? Não pode ficar sozinho.

A4: É, mas por que ele boia?

B4: Não sei.

A4: Não tinha o que liberar no ferro, e o peso do elétron não faz diferença, não pode ser porque ele perdeu elétron. Será que a liberação de gás faz ele subir?

B4: Como se levasse ele junto? Hahah.

A4: Haha não sei mano, é uma coisa para pensar.

B4: E se realmente muda a densidade da solução, por exemplo estava H_2SO_4 misturado...

A4: Tá e reagiu e diminuiu a densidade? Não, aumenta densidade da solução e o ferro boia.

B4: Aumenta densidade da solução e o ferro boia. É. E aí o que você acha?

A4: É uma hipótese.

B4: Haha é uma hipótese.

PARTE 10

B4: Ahh, pode crer mano.

A4: De novo a gente errou.

B4: Aha, de novo a gente caiu na pegadinha do sulfato. Mas agora que eu tô vendo a equação e faz sentido é que, lembra no cursinho que a gente viu que íons não... por

exemplo, aqui olha quando joga na água vai dissociar e vai ficar H^+ , vão ficar íons livres boiando lá. Aí faz sentido.

A4: Tá, tem os íons livres.

B4: Mas por que o sulfato não muda?

A4: Então, o ferro ioniza e reage com o oxigênio e...

B4: Não, com o hidrogênio.

A4: Isso, reage com o hidrogênio que é liberado do ácido sulfúrico.

B4: Sim porque os H precisavam de elétrons, estavam H^+ e eles pegam esses elétrons do ferro para ficarem de boa.

A4: Tá depois da reação, aquelas bolhas lá eram mesmo hidrogênio.

B4: É isso a gente acertou.

A4: Ok única coisa que acertamos. E o ferro não reage com o sulfato e fica livre como uma substância simples.

B4: É, só que como íon.

A4: Isso, fica ionizado, carga positiva.

B4: Então a gente obtém no final o cátion ferro.

A4: Ferro 2.

B4: Cátion bivalente, e H_2 sendo liberado em forma de gás. Acabou?

A4: Mas a gente ainda não explicou porque ele estava boiando.

B4: É verdade... ah sei lá mano.

A4: Não tem como explicar, será que tem a ver com a carga do ferro?

B4: Não faz sentido, porque como você falou o elétron não muda, não é significativo na massa.

A4: É o ferro já estava separado então não pode ser porque se separou mais, estava mais junto antes. Não sei pode ser até, porque tem aquele negócio da ligação metálica.

B4: Que negócio da ligação metálica?

A4: Que fica todos os átomos juntos...

B4: Ah tá, mas...

A4: Aí com a reação tem uma separação e o ferro, ah não sei.

PARTE 11

A4: Comparando nossa hipótese com o desenho de verdade, certo...

B4: Acho que esse negócio de fazer uma equação e tentar fazer um desenho...

A4: Não acho que ajuda muito, porque se você erra a equação erra o desenho.

B4: Haha, é verdade. E ainda temos dúvida nesse negócio do ferro boiar, do porque ele boia.

A4: E ainda não sabíamos que estava em água, para começar.

B4: Verdade, a gente não sabia que era uma solução aquosa.

A4: E que tinha ionizado o ácido sulfúrico e tinha hidrogênio lá em forma de cátion liberado, então a gente não tinha ideia de que ele ia reagir com o ferro.

B4 - Sim. Mas... sei lá. Acho que tentar chegar a uma conclusão a partir do vídeo foi uma boa.

A4: É, o vídeo ajudou bastante. Não, na verdade acho que a imagem.

B4: A imagem do final?

A4: É, porque mesmo no vídeo não dá para ver o que está acontecendo. Só que está tendo liberação de gás.

B4: No outro caso, na interação 1, não conseguimos perceber a mudança de cor né.

A4: Ah teve, mas também não sabíamos explicar. E o que atrapalhou a gente, chegamos no resultado errado por causa do sulfato de novo.

B4: É, esse negócio do sulfato não reagir... O que ficou na nossa cabeça foi tentar encaixar o sulfato na equação e...

A4: E como tinha carga igual, uma neutralizava a outra e a gente achou que ele reagia. E também como falamos no começo não sabíamos que estava em meio aquoso.

Grupo 5

Parte 1:

A5: É...então, que que você acha que vai acontecer?

B5: Eu não sei...cobre é um metal. Não é?

A5: É...

B5: Mas não faz sentido tipo...você colocar ferro, que é um metal, com...cobre que é metal, como é que pode dar alguma coisa?

A5: Calma...Oi?

B5: O ferro sólido e o sulfato de cobre líquido, mas o ferro é um metal, o cobre também é um metal...

A5: Então eu acho que vai tipo... vai dar alguma coisa! Acho que alguma coisa acontece, não sei... será que ele tipo oxida, sei lá?

B5: Mas...como ele ia oxidar? Tipo...ele ia pegar...

A5: Ali ó...tem o oxigênio! No SO_4 ...hahaha.

B5: É! Hahaha só se fosse, mas aí ia ficar...é... SO_3 é o que? Sulf... continua sendo sulfato ou...muda de nome?

A5: Acho que...eu acho que oxida!

B5: Você acha que oxida?

A5: É!

B5: Não sei o que acontece! Não tenho uma ideia do que acontece...talvez oxide por causa do óxido do...do oxigênio que tem no sulfato... de cobre.

A5: É...

Parte 2:

B5: E aí? Houve um...uma alteração de cor!

A5: É...o bagulho ficou avermelhado...

B5: Então, mas a mudança de cor é um sinal de oxidação?

A5: Eu acho que...acho que... acho que a oxidação é quando começa a ferrugem assim...talvez ferrugem seja quando...não sei né...é...dois metais...entram em contato e acontece alguma reação entre eles...

B5: É, mas...verdade, mas por exemplo, quando você pega...um metal e põe em contato com a água...ele...o metal, esse metal enferruja...

A5: Então talvez seja pelo...pelo oxigênio, eu acho que é pelo oxigênio! Quando...fica...em contato com o oxigênio acaba... oxidando!

B5: Entendi, então se tivesse, apenas, só um metal com outro metal não aconteceria nada, mas como tem o oxigênio...

A5: É eu acho que o oxigênio ele...acaba reagindo, a reação seria entre o...o ferro sólido e o oxigênio que tá com o $CuSO_4$.

B5: Então...é...esse avermelhado pode ser considerado uma ferrugem de acordo com nossos... nossa linha de pensamento.

A5: Eu acho...é, eu acho que é porque é uma cor avermelhada, característica da ferrugem...e geralmente as coisas enferrujam quando você...deixa ela... assim, um pouco molhada assim, deixa exposto assim no ar que, tem oxigênio, que oxida ele.

B5: Boa...hahahaha é mas acho que é isso mesmo, tipo...é, quando ele...é a única explicação para isso...

A5: Sim, sim...

Parte 3:

B5: Então o ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução Cu^{2+} , aí o ferro transfere...faz embaixo aquela demonstração que os professores sempre fazem, Fe^{2+} Cu^{2+} e cruza.

A5: Fe é 2+?

B5: É, olha, o ferro transfere dois elétrons para a solução Cu^{2+} .

A5: Transfere 2?

B5: Transfere dois elétrons então ferro é 2-.

A5: É está certo!

B5: Transfere dois elétrons para o cátion de solução Cu^{2+} .

A5: O ferro vai ficar 2+.

B5: Sim ele recebe.

A5: Porque o ferro vai passar e vai ficar positivo.

A5: Tá, mas o que eu faço agora?

B5: Não faz sentido porque ficaria $\text{FeCu} + \text{SO}_4$?

A5: Então não sei se junta ou se separa.

B5: Ou junta tudo ou separa o Fe do Cu do SO_4 .

A5: Não sei, e agora? Será que junta tudo?

B5: Eu não sei se junta tudo haha, acho que $\text{FeCu} + \text{SO}_4$

A5: Acho que é $\text{FeCu} + \text{SO}_4$! Acho que vou colocar isso!

B5: Isso!

Parte 4:

A5: Ok, então vamos lá.

B5: Tem que representar várias partículas.

A5: Então Fe vai ser quadradinho.

B5: Faz um formato para cada um e depois faz uma legenda. Ah não, precisa tem a legenda embaixo.

A5: Ali ele fala para usar o modelo de bolinhas.

B5: Então faz uma bolinha com um x.

B5: Aí você faz uma bolinha simples.

B5: Falta o SO, faz uma bolinha com um triângulo dentro.

B5: E o O você faz um O dentro de outro o.

B5: Tem que fazer como ele junta, se ele junta com o Fe ou se ele junta Cu na representação. Para fazer a representação do S com o O e o Cu...olha aqui.

A5: Então vou desenhar mais bolinhas.

B5: Porque você fez um monte de Fe?

B5: Eu achei que era de acordo com a reação que a gente tá fazendo em cima.

A5: É que aqui já está balanceada, mas...

B5: Os O ficam juntos e não se separam do S né?

A5: Eu não sei, eu acho que faz dativa na verdade, não sei.

B5: Então juntou com o S né?

A5: Eu acho que ele faz dativa na verdade! Não sei...

B5: Tá fazendo um ferro para cada CuSO_4 né?

A5: Oi?

B5: Você tá fazendo um ferro pra cada... CuSO_4 ...ou não?

A5: É porque tipo, o...calma, deixa eu ver...o ferro...o ferro faz...e o

Cu que é 2, então tipo...é proporcional, 1 para 1, então tipo vai ficar bonitinho, eu acho...

B5: Tá bom...faltam só 5...quer que eu faça um pouco?

A5: Tá...nosso desenho...

B5: Vai, e o final?

A5: O final eu acho que...é eu acho que vai... a gente acha que vai ficar... é...vai juntar o Cu com o ferro e vai ficar o SO_4 ...

B5: Sozinho! Sulfato...sulfato...aí fica um f...um Fe, ferro, Cu...X é...perai...

Parte 5:

B5: E o SO? Onde está o SO_4 ?

A5: Calma. A gente fez quase certo haha.

B5: Quase...

A5: A gente pensou que tinha que colocar o SO_4 também mas...enfim tá errado.

B5: É está errado.

A5: Porque a gente pensou que juntava...

B5: É juntava...

A5: Ferro + CuSO_4 . Aí a gente colocou que o ferro se juntava com o Cu e sobrava o SO_4 . É...foi mais ou menos, mas a gente conseguiu acertar que o ferro fica positivo, porque o ferro vai doar dois elétrons para o Cu que vai receber dois, isso a gente acertou, já é alguma coisa...

B5: É a gente só não considerou o fato de Cu ir para algum lugar.

A5: (Nesse momento a aluna A5 aproxima a folha de atividade da câmera para mostrar melhor como a dupla realizou o exercício, e explica) Olha como a gente fez, está vendo? A gente achou que tinha que fazer com CuSO_4 , e sobrava o SO_4 mas não foi, mas foi quase, e acertamos que ferro passa dois elétrons, foi quase...

B5: Mas o Fe recebe do Cu dois elétrons? Dois cátions?

A5: Não, o ferro vai passar dois elétrons para o Cu.

B5: E porque o Cu...e o Cu passa dois?

A5: Não, o Cu está aqui (aponta para o íon de cobre, gesticula com as mãos explicando com firmeza) e o ferro (aponta para o ferro metálico) aqui, aí o ferro tem dois elétrons, aí ele vai e passa para o Cu^{2+} , o Cu vai ficar com dois a mais e o Fe com dois a menos, entendeu? E ninguém passa mais nada.

B5: Tá...

A5: Boa explicação né?

B5: Foi quase, só que a gente juntou o SO_4 , não era para juntar.

A5: Na verdade, não era para juntar...

B5: Eu considero a linha de raciocínio meio certa...

A5: É foi quase...mas olha ali o desenho, o ferro junta com o cobre sim...

B5: E agora A5, junta ou não junta?

A5: Não sei, fiquei na dúvida...

Parte 6:

B5: Bom, a minha opinião sobre o pedacinho de bombрил com o H_2SO_4 , ácido sulfúrico é que ele vai sumir! Vai acabar com o ferro, não vai ter ferro no final do experimento, essa é minha opinião. A5, qual a sua opinião?

A5: É, eu acho que ele vai acabar, corroendo...

B5: Sumindo, explodindo! Puff

A5: Porque o... H_2SO_4 é um ácido forte e...é...isso aí!

B5: Tá, então a gente tem opiniões parecidas, nós duas achamos que vai acontecer alguma coisa, que ele vai sumir...

A5: É, eu acho que talvez não sumir assim...ainda vai sobrar um pouco mas vai...vai reagir, talvez...corroer um pouco, enfim...

B5: Boa parte dele vai... vai ser corro...corro...corroído?

A5: Corroído.

B5: Corroído...é...

A5: Faz uma pose!

Parte 7:

B5: Estou desapontada, muito desapontada, porque eu achava que ia acabar com o bombрил, o ferro no caso.

A5: Eu pensei que fosse acontecer alguma coisa a mais, mas eu sabia que ele não ia desaparecer. Eu pensei que fosse acontecer alguma coisa a mais. Eu acho que houve uma pequena reação química, mas não tão forte como a que foi com o CuSO_4 ...

B5: Teve uma pequena alteração na cor...

A5: É teve uma pequena alteração na cor, mas nada muito grande. Talvez aconteça uma reação entre o ferro e o hidrogênio, porque o SO_4 a gente sabe que ele só é espectador, ele não faz nada, ele fica no cantinho dele. Ele não reage com nada. E é...é isso aí né, acabei!

B5: É isso que a gente acha. Estou muito desapontada.

Parte 8:

B5: Bom, vai ser igual a outra reação, eu acho que.... É, e dessa vez a gente vai fazer certo... então fica Fe transfere 2 elétrons, e aí fica Fe^{2+} ...

A5: Fe vai transferir 2?

B5: Aí fica H_2 né?

A5: É eu acho que fica. $\text{Fe} + \text{H}_2$ ou FeH_2 ?

B5: Eu acho que separa...

A5: Separa? Então agora fica $\text{Fe} \dots$?

B5: $\text{Fe} \dots$ e a mesma coisa que deu no outro.

A5: $\text{Fe} + \text{H}_2$.

B5: Só que aí vai ter balanceamento né.

B5: Põe um 2 nesse H^+ , para ficar 2 H^+ igual a 2 H do outro lado... balanceamento igual.

A5: Eu acho que é isso né.

B5: Eu também acho que é isso.

A5: É porque se o ferro transfere 2, veja... o H^+ precisa de 1, precisa de 2 H^+ para transferir tudo que tem né. É isso aí.

B5: Bom é o que eu acho... eu acho que é isso.

A5: Vamos ver se tá certo né.

Parte 9:

A5: Vamos desenhar agora.

B5: Vamos fazer a legenda. Fe sendo...bolinha com x, várias bolinhas com x, H.

A5: Vou fazer só 4 porque no outro eu fiz várias. Faz só H ou faz HSO_4 ? Faz com SO_4 para ficar completo né?

B5: Eu acho que é só o H.

A5: Só H ou HSO_4 ?

B5: Olha a reação aqui! A gente tem que desenhar a reação.

A5: Então é só H então...e o H é a bolinha sem nada...

B5: Não, já tem bolinha sem nada, o H é bolinha com quadrado dentro.

A5: Mas tanto faz, a legenda é outra.

B5: Ah tá...

A5: O exercício é outro, entendeu? Então tem que ter 8 porque tem que ter o dobro de Fe, porque Fe vai estar 2 e H só tem 1. Se eu desenhasse oito teria que desenhar dezesseis bolinhas, não ia ser legal. Ficou assim olha: (aluna aproxima a folha da câmera para que seja observado o desenho feito e explica) Aqui podemos ver a proporção de uma para dois. Tem que juntar, não tem?? Se não as bolinhas ficarão soltas...

B5: Verdade...se não, não faz sentido. Muda aqui na...para 1 x duas bolinhas de...H.

A5: A gente vai mudar aqui em cima para ficar certinho.

B5: Se não é a mesma coisa antes e depois, aí não tem alteração nenhuma na reação.

A5: (aluna aproxima a folha da câmera para que seja observado o desenho feito e explica) eu acho que fica assim... $\text{Fe} + 2\text{H} \dots$ e no

desenho fica 4 Fe, 8 H, por causa da proporção 1 pra 2, e aí no final vai juntar e ficar 4 moléculas e FeH_2 , e é isso.

B5: Eu gostei da aula, achei muito interessante.

A5: Foi muito interessante né.

B5: Mas é engraçado você pensar em tudo que você está pensando.

Parte 10:

B5: Está quase igual...se a gente não tivesse mudado...

A5: Calma, calma! Mas...foi quase.

B5: Foi a mesma coisa que a gente tinha, só que a gente juntou.

A5: Mas foi quase, foi quase! A gente melhorou.

B5: Foi quase porque a gente tinha feito só que a gente juntou.

A5: Eu só não entendi o porquê quando junta o ferro com H_2 ...faz uns negócios, não entendi, não fez sentido não, mas tudo bem né. Mas foi quase e a gente acertou sobre o H_2 , soubemos balancear...

B5: Foi melhor que o outro.... Foi quase...Só não faz sentido, o que acontece antes, acontece depois da reação (aponta para o ferro antes e depois), não faz sentido isso.

A5: Sim...mas foi quase, tá vendo, aqui é separado (aponta para o FeH_2) mas fica H_2 . Balanceamento certinho aqui.

Parte 11:

B5: Ajudou, porque assim pelo menos você tem uma noção se você tem o mínimo de noção sobre a matéria. Para saber se você acerta pelo menos um pouco, por exemplo, o exercício 2 a gente teve mais facilidade que o exercício 1. O exercício 2 ajudou bem mais a gente a refletir.

A5: Eu achei bem legal esse esquema de aula, de gravar o vídeo, escrever e depois comparar o que você escreveu. Ajudou muito, ficou bem dinâmica a aula. A gente chegou muito perto, ajudou muito os exercícios que a gente fez de balanceamento, a única coisa que a gente errou foi não saber como juntar os elementos, se Fe juntava com H ou não.

B5: Mas foi bom para ter uma noção né, porque as vezes a gente não tem noção nenhuma.

A5: Não teve que se preocupar se estava certo ou errado, a gente podia fazer do jeito que a gente pensava.

B5: Quando a gente faz preocupado em acertar ou errar, tem uma outra preocupação porque você não faz pensando em

entender, mas sim em acertar. Quando não importa o certo ou o errado tanto faz.

Grupo 6

Parte 1:

B6: O que que vai acontecer quando o Bombril for adicionado em sulfato de cobre 2? Vamos lá...

Bombril é $\text{Fe} \dots$ Fe pode ser muita coisa, e no sulfato de cobre (II) é o $\text{Cu}^{2+} \dots$ então eu acho que vai ter uma simples troca, vai entrar o Fe no lugar do Cu^{2+} . Não vai?

A6: É acho que vai. Então vamos colocar isso na fórmula.

B6: Vai ficar sulfato de ferro...

A6: Então é...vamos colocar as fórmulas primeiro...

B6: Tá.

Parte 2/3:

B6: O Fe na palha de aço estava 0. Aí ele vai oxidar e virar 2+ para reagir com o Cu. Né?

A6: (Balança a cabeça confirmando que sim), o ferro vai oxidar?

B6: É, o ferro oxida.

A6: O cobre que oxida.

B6: Não, o Cu vai reduzir. Porque o cobre já estava 2+, então vai para o 0.

A6: É mesmo.

B6: Era ferro sólido.

A6: Ah é, cobre 2+.

B6: Põe aí: $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 + \text{Fe} \dots$ vai dar... $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{Cu}$.

A6: $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, mais o cobre fica sozinho?

B6: É, Nox zero.

A6: Então, o ferro oxida.

Parte 4:

A6: Vamos fazer a representação. A legenda primeiro.

B6: Tá, então para o Cu^{2+} faz uma bolinha preta.

A6: Mas e para o Cu^0 ?

B6: Pode pá. Precisa fazer para o Cu^0 . Faz uma bolona com uma bola preta dentro. Agora faz para o SO_4 .

A6: Faz um só para o SO_4 , ou faz o S e o O separado?

B6: Não sei... sei lá...faz um para o S e um para o O.

A6: Tá, o S vai ser bolinha com X dentro, e o O uma bolinha branca. E o Fe...

B6: O S vai ser 7+?

A6: Eu acho que sim, tá sobrando 1-.

B6: Para fazer o Fe tem que diferenciar o Fe 2 e o Fe 0.

A6: Beleza.

B6: Então, coloca lá no início o $\text{CuSO}_4 + \text{Fe}$.

A6: (Fazendo a representação) Então é isso, agora no fim só trocamos o Cu com o Fe...

B6: Sim, só não esquece de trocar de acordo com a legenda.

A6: A dúvida é: se troca ou não a bolinha para Fe e Fe^{2+} .

B6: É não sei se precisava trocar, porque ainda é o mesmo elemento.

A6: É mas é preciso mostrar, diferenciar os 2 (Finalizando a representação).

Parte 5:

B6: Então, a gente acertou a parte de que um oxida e o outro reduz para que aconteça a reação...

A6: Mas a gente colocou o sulfato?!

B6: É verdade, até a legenda a gente fez igualzinha, mas não tinha o sulfato na reação.

A6: Mas por quê a gente colocou o sulfato?

B6: Então, eu não sei por quê ele não aparece, sendo que era sulfato de cobre. E justamente pelo cobre estar ligado ao sulfato ele estava +2 e aí acontece tudo aquilo do cobre reduzir e o ferro oxidar...mas tirando isso do sulfato acho que a gente pegou bem a ideia.

A6: Tá, então o ferro, Fe, oxidou, perdeu 2 elétrons, e o Cu, o cobre reduziu, ganhou 2, tá tudo certo.

B6: Sim, eu acho que é isso. A gente só não sabe por quê o SO_4 não está na equação.

A6: Ahhhh! Eu acho que é porque a reação é entre a palha de aço (ferro sólido) e o íon de cobre. Não tem nada de sulfato.

B6: Nossa! Boa A6, verdade!

Parte 6:

B6: O que que vai acontecer? O H_2SO_4 é o que? Ah! Já sei, vai liberar hidrogênio!

A6: Hidrogênio?

B6: É...o Fe vai oxidar e vai ser igual a outra, porém, mudam os elementos Cu e H.

A6: É vai ser igual a outra mesmo, só vai trocar o Cu por H.

Parte 7:

B6: Então vai liberar hidrogênio mesmo, e o ferro oxidou... e vai ficar Fe^{2+} ...ligado com o SO_4^{2-} e ...o hidrogênio foi liberado! Isso aí!

A6: Então a gente põe só o íon H^+ mesmo e Fe, e tira o SO_4 ?

B6: Não, agora o ferro vai reagir com o ácido...agora sim...então coloca SO_4 ...então vai ficar FeSO_4 no final e o hidrogênio sozinho em forma de H_2 que vai ser liberado.

A6: (Fazendo a equação) H_2SO_4 .

B6: H_2SO_4 ...isso (Olhando B6 escrever).

A6: Vai formar água?

B6: Não, vai FeSO_4 e liberar gás hidrogênio...

A6: H_2 .

B6: Que são as bolinhas que a gente viu...

Parte 8:

A6: Coloca os Nox aí, +1, -2, 0, +2, -2 e zero no H_2 ...então o ferro oxidou de novo...

B6: O dois menos é do SO_4 ?

A6: É...põe um parênteses aí, não sei se pode...

B6: Fe^0 , H^+ , fechou, o átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução...

A6: Então, o ferro estava zero, ficou 2+ porque transferiu 2 elétrons e aumentou a carga...

B6: Logo o hidrogênio reduziu.

A6: É o hidrogênio reduziu...

Parte 9:

B6: Tá agora vamos fazer as bolinhas... Agora sabemos que é para fazer mesmo diferente o Fe e Fe^{2+} .

A6: Então, H vai ser uma bolinha branca, H^+ uma bolinha preta e S bolinha com xizinho mesmo.

B6: E o resto coloca os mesmos da atividade passada...não esquece de fazer diferente o Fe e o Fe^{2+} (...) Duas bolinhas brancas: H_2 , ligadas a uma bolinha com xizinho(S) e 4 bolinhas de oxigênio(...) O Fe junto com o SO_4 e hidrogênio liberado.

A6: Olha o tamanho das bolinhas, está bem desproporcional.

B6: Tudo bem, a professora sabe que você é especial.

A6: No fim a gente se baseou muito na primeira atividade.

Parte 10:

B6: Vamos ver o que a gente fez aí! De novo a ideia da oxidação está legal, porém, erramos colocando o SO_4 que não precisava.

A6: Outra coisa, na representação a gente fez uma única molécula enquanto no desenho têm várias.

B6: Verdade, o desenho não era da equação, era para ser uma representação do que acontecia. Mas pelo menos a gente acertou a liberação do gás hidrogênio e as oxidações e reduções. Porém de novo erramos a mesma coisa, do SO_4 que não entrava na reação.

Parte 11:

B6: E aí A6, o que achou da atividade?

A6: A representação com desenho principalmente, ajudou muito a entender aquilo que a gente fez de errado.

B6: Eu achei legal que a gente pensou na reação como ela ia acontecer, ao invés de ser dada

de cara, e o pensamento em dupla, apesar da conclusão não estar 100% certa, a ideia em si foi boa.

A6: O que pode ter atrapalhado?

B6: Talvez alguns momentos de distração com os outros, e também o fato de estar estudando e ao mesmo tempo se olhando na câmera, algo que é novo e por isso gerou alguma falta de atenção.

B6: Mas o trabalho em si foi legal.

Grupo 7

Parte 1

B7: Começa fazendo a equação: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$, vou fazer rapidão tá?

A7: Tá, mas eu acho que não precisa fazer isso por enquanto, primeiro a gente tem que saber o que acontece.

B7: Então, é só para fazer, tipo, para saber. Se a gente fizer a equação a gente pode saber o que acontece depois.

A7: Eu acho que o ferro pode ficar meio...meio que se desfazer por causa do SO_4 , eu não sei. É, vai reagir né, acho que vai transformar em cobre.

B7: Acho que vai transformar em cobre e sulfato de ferro.

A7: É, eu acho que sim. Vai transformar o ferro que a gente vai colocar lá e...

B7: Sim, é por isso que fica alaranjado quando enferruja.

A7: É, pode ser, é isso mesmo. Ele vai se juntar com o SO_4 , formar o cobre né, que tem uma cor característica.

Parte 2:

A7: Depois do vídeo eu acho que realmente teve a reação química. O ferro acabou reagindo com sulfato de cobre, formando o cobre, e por isso que deu uma cor vermelha, meio avermelhada né, e por isso que conseguiu ter essa reação química. A gente achou que ia reagir mesmo e reagiu porque mudou né e que mais?! O que você acha? É, a reação aconteceu com o ferro e o sulfato de cobre e a gente acha que formou o cobre e o sulfato ferroso/sulfato de ferro.

B7: Sim, e no desenho como que faz aqui? Tipo...

A7: Não, depois a gente faz o desenho, ela vai pedir. É, mas eu acho que reagiu mesmo, foi a reação entre os dois.

B7: É, porque mudou de cor né então...

A7: Como mudou de cor já é indício de reação química. O que mais?

Parte 3:

A7: Vamos lá, a reação vai ficar: o ferro que ele vai reagir com o sulfato de cobre.

B7: E vai formar cobre e o sulfato ferroso.

A7: Sim...mas, se o ferro vai transferir 2 elétrons para o cobre...aí...calma...aí, se ele transfere os dois elétrons daqui para o cobre, ele vai ficar, como que fala, estável, neutro né, porque o cobre é 2+.

B7: Para completar a camada de valência!

A7: É, então ele fica certinho aqui, e o ferro, ele tem que colocar o 2: Fe_2SO_4 , porque se o sulfato é 2- o ferro tem que ser 2+, e os elétrons que foram transferidos, porque ele doou 2 elétrons.

B7: Ele vai receber 2 elétrons - o cobre vai receber 2 elétrons.

A7: Exatamente, e daí como vai faltar dois ele precisa acrescentar na fórmula. Então...deixa eu mostrar.

B7: A gente vira assim, para ficar assim bonitinho né: (mostra para o vídeo: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}_2\text{SO}_4$)

A7: Você precisa igualar aqui os íons, escreve aí: é Fe^{2+} e SO_4^{2-} ...

B7: Fe^{2+} , não... Fe^{2+} , é isso?

A7: É, eu não sei se esse é 2-, tô em dúvida agora. Apaga aí... Ah, tá! É substância simples então é 0.

B7: Então Nox é 0.

A7: Isso, aí o Cu é 2+ o SO_4 é 2-. Aí a gente sabe que o Cu, ele vai receber, isssooooo, ele vai receber 2 elétrons do Fe, então vai ficar 0 porque vai virar substância simples né, e aí vai ficar Fe...eu não sei se tem esse dois aqui.. Tem né?

B7: Se aqui é 2-.

A7: É que o Fe pode ser 2+ ou 3+, deixa eu ver.

B7: Pega a tabela, pega a tabela ali...

A7: É então, é que o Ferro tem/pode ser 2+ ou 3+, a valência, lembra, é diferente, não tá falando no texto qual que é o ferro, entendeu? Esse pode ser o 2+...então tudo bem, eu acho que não vai ser ó, por exemplo, pensa assim, se ele doou 2 elétrons para o Cu que vai ficar 0 no final, ele vai ficar faltando 2 elétrons, certo? Então vai ficar 2+, e como esse (o sulfato) é 2-, vai ficar 2+ e 2- (ferro e sulfato) entendeu? Então apaga, apaga. O Fe é 2+ e o SO_4 é 2-, então consegue ficar 0 a soma.

Parte 4:

A7: Beleza, então bota uma bolinha de ferro, hum... tem uma

molécula né de sulfato de cobre, eu não sei como a gente vai representar isso. É, e eu acho que quando tipo, isso daqui está no estado aquoso ele separa né, fica o íon, então a gente tem que desenhar separado e não uma molécula, para poder reagir com o ferro.

B7: Sim.

A7: Então, eu não tenho certeza, mas vamos fazer desse jeito. Agora a gente vai ter que colocar, é...mas então, como é que a gente vai ter que colocar no final, porque se não vai ficar igual né?

B7: Não, mas aqui elas estão separadas, no estado aquoso, aí quando juntar, isso vai juntar com isso aqui, o ferro vai juntar com o sulfato.

A7: Ah, mas esse daqui não estaria junto, para depois ter que separar?

B7: Calma, mas isso daqui já não estaria junto? Eu acho, não sei...

A7: Não sei, porque eles já estão lá né, na solução de sulfato de cobre.

B7: Se tá no estado aquoso é porque já está separado, em forma de íon, então...

A7: Tá, então vai formar um composto sólido né, faz junto o FeSO_4 .

B7: Aqui ou aqui?

A7: O que vai sair é o sulfato de ferro ou o cobre?

B7: O que vai sair é o cobre! "Aí quebra"...é isso?

A7: Acho que sim, fica uma molécula esquisitinha.

B7: Faz uma setinha aqui?

A7: Não, vai interpretar né, porque a gente colocou legenda. Não sei, tô confusa agora. Porque se esse aqui estiver junto, o que vai fazer com que eles separem? Será que é só um contato com o ferro ou com o cobre? Entendeu? Eu não sei o que vai separar eles.

B7: Sim, eu entendi, mas acho que eles já estão separados mesmo, porque tipo, o sulfato de cobre já está em estado aquoso, então ele já está separado aqui. Então acho que tipo, quando o ferro entra...

A7: Aí vai modificar a substância que tá lá, é isso?

B7: Sim.

A7: Aí a gente vai conseguir tirar só o cobre.

B7: Só o cobre, exatamente.

A7: Ahh, beleza.

B7: Então a palha de aço que põe lá, reage com o sulfato de cobre e a gente tira só o cobre...

A7: Hum...por isso que muda de cor...

Parte 5:

A7: A gente errou a equação. A gente achou que o ferro reagia com o sulfato de cobre e a gente achou que formava o cobre e o sulfato de ferro.

B7: Só tem a troca de elétrons, porque só tem o ferro o cobre na reação, e o sulfato nem está participando da reação.

A7: Eu não sei porque a gente errou, porque o sulfato não está participando da reação.

B7: É, então, não faz sentido.

A7: É, se ele está no estado aquoso né..

B7: É, ele está lá também né, não é só o ferro e só o cobre.

A7: Ai, eu acho que eu entendi. Está a molécula lá de sulfato de cobre toda junta no esquema, daí acho que quando você coloca o ferro, ele transfere os elétrons para cobre e o sulfato fica lá.

B7: É que não faz sentido porque o sulfato não está ali na equação e ele está aqui na reação.

A7: É, eu não sei porque só os dois reagem entre si, eles realmente vão transferir os íons, os elétrons, nossa!

B7: Acho que o sulfato pode estar lá, mas ele não participa da reação, entendeu?

A7: Vai ver porque ele não vai trocar os elétrons.

B7: O que acontece é só uma troca de elétrons entre o Fe e o Cu.

A7: Até porque a transferência de elétrons vai ocorrer entre eles, e o sulfato vai continuar com a mesma quantidade. A conclusão que a gente chegou é que só os dois reagem entre si.

B7: Então foi uma conclusão errada dos elétrons que a gente pôs aqui. Olha ali, o início está substância simples então o Nox aqui é 0.

A7: Aí o cobre já é um íon por ele estar associado ao SO_4 , não é?

B7: É, porque ele não tem a camada de valência completa.

A7: Mas ali não tem nada de SO_4 .

B7: Exatamente, é porque está no estado aquoso, então já está separado.

A7: É isso mesmo, porque quando você está no estado aquoso, quando você separa ele, realmente fica só o íon lá, e daí quando transfere os elétrons, o Cu passa a ser uma substância simples, ou seja, como ele ganhou os elétrons que ele precisava, ele passa a ser uma substância

simples e não é mais um íon, aí ele passa a ser sólido né? Por isso que a gente consegue retirar ele. Acho que foi isso, aí o íon de Fe fica lá na água, lá na água não, lá na solução.

B7: É, no estado aquoso. Então foi essa nossa conclusão.

Parte 6:

A7: É, beleza. O ferro... ele vai reagir com a solução de ácido sulfúrico. Eu acho que vai corroer por causa do ácido.

B7: Tá, mas se vai corroer vai formar outra substância, então...

A7: Tá, eu não sei, mas eu acho que vai mudar a cor também.

B7: Porque tipo, no negócio anterior, no exemplo anterior que foi do sulfato de cobre e o ferro, o sulfato não apareceu na reação.

A7: Então provavelmente o sulfato aqui também não vai aparecer, então acho que só vai formar o Ferro com tipo, H_2S , não, H_2Fe . Mas eu acho que vai corroer, o que você acha que vai acontecer?

Porque o ácido corrói o ferro né, pode ser isso. Pode mudar a cor; pensa no que vai acontecer mesmo quando o ferro estiver lá, vai ficar meio corroido. Acho que muda de cor, será que a forma muda também?

Parte 7:

B7: Tá saindo gás ali da reação, tipo, botou Bombril dentro do ácido sulfúrico daí começou a sair bolha. O Bombril estava ali no fundo e daí ele subiu.

A7: Então reagiu, corroeu e eu acho que provavelmente deve ter diminuído a massa do ferro que a gente pôs, porque para ele subir né, ele tem que ser, por exemplo, o meio menos denso do que a solução, então foi uma das evidências que ocorreu a reação. Eu ainda acho que deve ter corroído mesmo o negócio porque se transformou né, saíram algumas bolhinhas do sólido que a gente pôs (o ferro), o que mais?

B7: Você falou H_2S , não sei se é isso.

A7: H_2Fe !!!

B7: H_2Fe , mas acho que não é isso.

A7: Eu também acho que não é, mas sei lá.

B7: É que tipo, sei lá, formou um gás, é que ser for H_2Fe .... Tipo, eu concordo com a sua linha de raciocínio, pode ser isso, mas acho que isso (o H_2Fe) não é um gás entendeu? Eu pensei em ser o hidrogênio, o gás hidrogênio, H_2 . A7: Sim, mas você concorda que está liberando gás?

B7: Então, o H_2 sai e entra o Fe aí sim forma o sulfato de ferro.

A7: É, pode ser. Mas a gente tem que saber que teve liberação de gás, ou seja, teve uma reação lá, e a cor ficou mais ou menos igual também né, só agiu o ácido.

Parte 8:

A7: Eu acho que a transferência de íons, nesse caso, ocorrerá entre os hidrogênios e o ferro, certo?!

B7: Sim.

A7: Tá, então vamos fazer a equação: é o ferro...

B7: Fazer já?

A7: Aham...ele vai transferir dois elétrons...escreve aí ele é zero, substância simples...transfere dois elétrons para a solução de ácido sulfúrico, só queeee o SO_4 não reage, será que reage nesse caso?

B7: É, teve reação, estava formando bolha, formando gás, então como só tem eles dois na reação....

A7: Eu sei, mas, então, mas no outro caso, o SO_4 não reagiu aqui.

B7: É que tipo, sei lá, eu não sei se são parecidas as reações, porque, às vezes, ela pode colocar um exemplo assim, sei lá.

A7: Sim, ó o que a gente tem certeza é que como ele vai perder, ele vai transferir 2 elétrons para os hidrogênios, então ele vai ficar $2+$, ele vai transferir 2, porque são 2 hidrogênios é H_2SO_4 , você concorda?

B7: Sim.

A7: Então faz aí, Fe^{2+} , porque ele vai transferir 2 elétrons, e vai ficar $2H^+$, tá certo? Não?

B7: Sim...é que tipo, sei lá, na última reação era um metal aqui no lugar do H_2 (do ácido sulfúrico), então tipo, eu não sei se vale a mesma regra sabe...

A7: Ahammm

B7: Porque é o íon sulfato...eu não sei.

A7: É, mais é estranho porque se...acho que não tem esse + (referindo-se ao $2H^+$ do produto), porque se ele vai dar o elétron para o H, ele não fica neutro? Ele não é mais o íon H^+ . Tanto é que, issoooo, ele sai as bolhinhas, aí vira o gás Hidrogênio. (apaga o + e deixa $2H$ no produto).

Parte 9:

A7: Vai, vamos desenhar, é o ferro...

B7: Vamos lá...sabe o que eu acho que a gente deu uma errada? Como é uma substância simples, não pode ter um átomo sozinho, tipo sei lá..

A7: Não, mas é sólido, então pode sim ter um átomo sozinho.

B7: Pode?

A7: Pode, por exemplo, quando é gás, tem elementos que não podem aparecer sozinhos, tipo, H, não existe H sozinho, existe H_2 ...tipo O, não existe O e sim O_2 . São substâncias que andam sempre em conjunto, então o Fe pode sim que é o ferro. E agora vai ter os dois H, representa o SO_4 ? B7: Tava falando ali que é em estado aquoso? Porque se não tiver....eu não vi....

A7: O H_2SO_4 ? É, é aquoso.

B7: Tá. O H_2 é junto ou separado?

A7: Esse aqui é junto...mas não faz sentido.

B7: É, mas não faz sentido, porque isso daqui é gás e o gás iria embora. É que tipo assim, pensa assim, se fosse no estado aquoso, tipo, lá quando a gente estava no laboratório nos anos passados, tipo, quando a gente colocava os ácidos no estado aquoso não saia bolha, então acho que o H_2 não deve estar junto, se não formaria gás, e o gás sairia.

A7: Então deixa separado!!! Eu acho que aqui junta, porque se ele recebe os elétrons, não é? Aí junta, aí fica o H_2 .

B7: Ok, então aqui a gente faz como?

A7: Você desenha o ferro né? Será que a gente tem que desenhar Fe^{2+} e tal? Não né?

B7: Não, acho que não precisa.

A7: E agora o H_2 junto.

B7: É que tipo, agora eu não sei se o sulfato entra também na equação né...

A7: É então, porque na outra não entrou.

B7: Se for isso a equação que a gente colocou não é essa.

A7: Eu acho que não tá errado a gente colocar o SO_4 , só que...não é o que vai reagir.

B7: Você quer escrever as duas equações que a gente acha que é?

A7: Eu não sei.

B7: É, porque ia ficar $Fe + H_2$ né...quer dizer, mais H^+ .

A7: Calma, deixa eu tirar esse (+) daqui porque está errado...

B7: Pode, pode...só escrevi o que você mandou...

A7: Então faz aqui, tipo, a gente faz do jeito que a gente acha que só reage o ferro e o hidrogênio, porque só os dois reagem...não, não, não, eles não se juntam, só sofre a ação do ácido, vai ficar tipo, $2H..Fe^{2+}$.

Eu não sei se é 2+ aqui, porque se ele perde 2 elétrons, ele vai doar 1 elétron para um H e 1 elétron para o outro H, aí vai ficar normal, entendeu?

B7: Não sei...vou terminar o desenho...aí faz o SO_4 aqui?

A7: Não, não faz...eu acho que ele não vai reagir, é muito difícil...

B7: É que é diferente, tipo, se fosse o mesmo exemplo da outra, tipo, se fosse um sulfato de ouro, dava para saber que é metal né, então a gente pensaria através do outro exemplo com o sulfato de cobre, aí a gente já teria uma ideia mais ou menos.

A7: Então vamos deixar sem, para ficar diferente do outro que fizemos.

Parte 10

A7: A gente quase acertou. Tá. Vamos lá: como era H_2SO_4 eram 2 íons H^+ certo? Nossa, a gente só errou isso.

B7: Forma o gás que evapora, evapora não, que saí...

A7: Ah, e ele forma realmente o gás que vai sair da substância, e o ferro a gente acertou antes e depois, só errou o H no fim. Tinha que ser H_2 e não 2H, que é o gás né. Mas a gente pensou certo, eu acho, a gente só escreveu errado, porque o princípio do íon a gente escreveu certinho, a gente colocou esse como íon. O desenho eu não sei, na verdade o desenho tá certinho, tá perfeito, o H_2 fica junto no final porque é um gás né e no começo fica separadinho, é tá certo! O desenho a gente acertou, só escrevemos errado a equação.

B7: É que tipo ali, tem diferença do Fe^{2+} e do ferro substância simples.

A7: Sim, mas não tem como você representar isso no desenho, entendeu? A gente acertou, o problema está aqui nesse hidrogênio, que no desenho a gente acertou também, porque no começo ele tá separadinho – que é o íon né, que separou lá na solução, daí quando ele entra em contato, ele junta para formar o gás hidrogênio, por isso que fica H_2 , então a gente desenhou certinho, só errou mesmo na hora de escrever o 2 antes ou depois, mas a gente pensou certo, até os elétrons que a gente colocou.

Parte 11:

A7: Ajudou a perceber que tipo, independentemente de qual – sulfato - o íon aqui, o ânion ele sempre não reagiria, eu acho, pelos experimentos.

B7: É, nossa conclusão é essa.

A7: Aí vai ter também os indícios da reação, que reage né o metal com o gás e tal, com outro metal, enfim.

B7: É que a gente só fez exemplo com ferro né, se fosse outro metal também a gente teria outra conclusão dos reagentes, não só os que têm sulfato, não só sobre os ânions.

A7: Acho que a nossa segunda hipótese foi a que chegou mais perto do resultado, que a gente conseguiu perceber que o SO_4 não reagia quando refletimos sobre o 1.º experimento. Acho que a gente conseguiu entender o princípio de que a transferência de elétrons ocorre sempre entre os reagentes e eles se conservam, porque o que você vai doar para algum elemento né, outro vai perder, você consegue ver na equação. O desenho acho que ajudou também a perceber também que junta os átomos.

B7: E o que separa...

A7: O que mais: O que atrapalhou a gente? Ah, eu acho que atrapalhou mesmo a influência desse SO_4 , porque a gente não sabia que ele não reagia.

B7: A gente pensou que ele tinha alguma influência na reação.

A7: Então, isso mesmo que atrapalhou a gente, porque não sabíamos como por no desenho, ou não colocar no desenho...o que mudava...

Grupo 8

Parte1

B8: Então a gente tem o Fe, mais...

A8: Sulfato de cobre.

B8: Mosquito teimoso te bato te bico...

A8: CuS ...

B8: SO_4 eu acho.

A8: CuSO_4

B8: Mas Cu é o que? Um mais, dois mais?

A8: Cu é dois mais.

B8: Certeza?

A8: Sim.

B8: E SO_4 é dois menos.

A8: Então, exatamente...Cu é mais, Cu_2SO_4 .

B8: Mais Cu_2SO_4 .

Parte 2:

B8: Eu acho que teve reação entre o ferro e o oxigênio, porque quando enferruja você fala que oxidou, aí a gente viu lá que estava mais "marronzinho", cor de ferrugem, então eu acho que teve reação entre o oxigênio e o ferro,

formando óxido de ferro. Só que aí o que aconteceu com o resto?

A8: Com o cobre?

B8: Com o cobre o com o...

A8: Enxofre? Boa pergunta... o que você acha que aconteceu? Com o cobre o com o...

B8: Eu acho que eu não sei... calma...se a gente tirar um O daqui e passar para cá...

A8: Fe_2O ?

B8: Fe_2O ou é FeO ?

A8: Não sei...Fe é dois mais também...

B8: Fe pode ser dois mais ou três mais

A8: mas aqui vai ser dois, então é FeO ...

B8: Porque vai ficar FeO ...e CuS , existe isso???

Parte 3:

B8: Se o ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução, que é o Cu...o Cu é dois mais, então aqui é CuSO_4 , não tem dois! (ela arruma a fórmula que eles colocaram Cu_2SO_4)...calma... se transfere dois elétrons para o Cu, então isso aqui está certo ainda ou não (referindo-se ao produto, o FeO)? O FeO ?

A8: Sim

B8: Tá, mais... aí transfere dois elétrons para o íon Cu. Se ele transferiu dois elétrons...é porque ele puxou um O. Entendeu? Tipo, esse ferro fica com dois elétrons (o ferro do produto) porque ele é zero né, o Nox dele é zero (o ferro reagente).

A8: Sim.

B8: Aí como ele vai puxar um O, o Nox do O é dois menos, então ele vai ficar dois mais, então quer dizer que ele vai tirar do Cu (tirar o oxigênio do sulfato), entendeu, então vai ficar CuSO_3 .

A8: Faz sentido...qual o Nox desse?

B8: É então... aqui é dois menos né...

A8: Então menos oito...

B8: Eu não sei o resto não...

A8: Vê aqui...Cu é dois mais ou não? Sim, porque se aqui não tem nada é dois mais.

B8: Não, mas só o O que é dois menos. O S normalmente é dois menos também, mas não quando ele tá com o O. Calma, vamos fazer aqui...Cu...não, o S é no meio né?

A8: Não sei

B8: S...o Cu é dois mais e o O é dois menos, aí Cu aqui, S, O...

A8: Mas são quatro Os, aí fica menos oito, você quer achar o Nox disso?

B8: É, eu queria achar a fórmula estrutural, porque aí a gente consegue achar o Nox fazendo aquele negócio lá do...

A8: Cu faz quantas ligações?

B8: Cu tá no...

A8: Faz uma, não...

B8: Cu é dois mais, então faz dois.

A8: O S também...o Cu falta uma ainda.

B8: Não, porque eles compartilham elétrons.

A8: Tá, ligação iônica...

B8: Quando tirar um O, só vai tirar uma dativa...aí, calma, se aqui é dois menos, entre Cu e o S, qual o mais eletronegativo? O flúor é o mais eletronegativo, o Cu tá aqui e o S tá aqui.

A8: Então S.

B8: Então vai ficar para cá. Entre S e O, o O é mais eletronegativo, vai para o O e vai para o O.

Parte 4:

B8: Cu ligado com o S que tá ligado com quatro Os, O, O, O, O.

A8: Tá, e daí?

B8: É o que a gente fez aqui ué, Fe vai se ligar com o O e o Cu e o S ficam com três Os.

A8: E o estado final...precisa colocar legenda. Põe ferro.

B8: E esse é o ferro, esse aqui é o cobre...

A8: Tem que fazer mais de uma? Porque ela falou "procure representar várias partículas interagindo".

B8: Acho que sim, a gente coloca outro Fe aqui, outro Cu aqui, o S aqui ligado com quatro Os. Aí a gente coloca outro aqui. Fe ligado com o O e o Cu ligado com o S que vai estar ligado só com três Os, porque o outro O foi para o Fe.

A8: Sim.

B8: E esse é cobre.

A8: O S é enxofre e O é oxigênio. Não tem que balancear?

B8: Mas acho que está balanceado olha. Quatro, um mais três são quatro. Um Fe e um Cu.

A8: É isso.

B8: Calma, tem mais alguma coisa? (lendo o enunciado) Ah, o modelo de bolinhas é fácil quando se tem a equação, esse foi nosso raciocínio utilizado.

A8: Uhum, a partir da equação...

B8: A gente colocou as bolinhas.

A8: Vamos mostrar aqui o que a gente fez?

B8: Vamos, a nossa equação...

A8: Equação.

B8: As bolinhas, a gente fez com as letras dentro porque é mais fácil, tem que pensar menos...

A8: Já pode parar de gravar?

B8: Aqui ó.

A8: A gente vai editar esse vídeo? O ferro oxidou ou não?

B8: Oxidou, mas calma a gente não conseguiu fazer mesmo, será que aqui a gente consegue com as bolinhas?

A8: O Nox?

B8: É, o S vai para o Cu, entre eles vai ficar com o S porque ele é mais eletronegativo. Aí entre o S e o O...nesse aqui o S vai ganhar um e perder 4 então ele vai ficar com menos 3. Não, está errado isso, aí o Cu vai ficar com muito.

A8: Vai ficar tipo, com 11.

B8: Ah, mais três porque é elétron né?

A8: Mas ele perde ou ganha?

B8: Ele perde três elétrons, aí ele fica mais três.

A8: Só põe o mais aqui e cinco Cu.

B8: Aí aqui, o O é menos dois, o S vai ganhar um e perder três, então vai ficar mais dois.

A8: Cu é mais quatro, é isso...

B8: Mas será que aqui deu certo? Porque lembra...acho...que o S perde dois elétrons para o cátion, não o O, não o ferro! O ferro.

A8: Perde dois elétrons.

B8: Para o Cu, o Cu tinha que perder dois. Três vezes menos dois, menos seis, mais dois fica menos quatro e mais quatro, tá certo. Quatro vezes menos dois, menos oito, mais três...será que o S não muda? Se a gente deixar o S mais dois aqui...quatro vezes menos dois menos oito.

A8: E tinha que ser mais seis aqui.

B8: E vai dar certo...o cobre perdendo dois...mais seis para mais quatro, dois elétrons.

A8: Sim.

B8: Acho que agora está certo, vamos mostrar de novo a nossa equação que agora tá com o Nox certo, então acho que tá certo inclusive tá balanceado porque esse daqui o delta Nox vai ser dois, e esse aqui também, aí corta né.

A8: É, aí já tá balanceado, tá certo.

Parte 5:

B8: A gente achou que o SO_4 ia reagir e isso confundiu a gente.

A8: É só a reação do ferro e do cobre. Mas eles não fazem ligação né, são separados, é isso?

B8: Não olha, ali tem o ferro, tinha ferro solto...

A8: Só muda o Nox? É isso?

B8: É porque o ferro estava na forma de íon antes, e quando você coloca o cobre na forma de íon na solução, o cobre entrou na liga...

A8: É ligação metálica isso?

B8: É.

A8: Ahhh tá!

B8: Por isso que tem várias bolinhas juntas, aí ele entrou na ligação e ficou com o cobre. Aaah, o cobre tem cor mais marronzinha que o ferro, não é o que oxidou.

A8: Então o que aconteceu?

B8: Quando você colocou o ferro na solução de íons livres de cobre o ferro saiu e ficou na forma de íon e o cobre entrou na forma de ligação metálica.

A8: Hum...então esse SO_4 devia estar na setinha porque ele é o meio, é isso, tá no meio.

B8: É, porque eu acho que como é solução e o CuSO_4 tem ligação iônica, aí ele faz ionização, Cu dois mais e SO_4 dois menos, que nem acontece quando tem HCl, que fica mais e menos, eu acho que acontece isso, e o sulfato só tá no ambiente, ele não tá reagindo e não tá nem aqui porque não é o meio, o meio é aquoso...

A8: Então foi só isso que a gente errou...

B8: Só isso tudo? Hahaha.

A8: Tudo bem.

B8: No próximo a gente acerta.

Parte 6

A8: Acho que vai ter reação...

B8: Sim, parecida com a anterior.

A8: Deve sair gás...por causa do hidrogênio.

B8: Sim.

A8: Só?

Parte 7:

B8: Eu acho que teve reação entre o ferro e o H^+ e como o H ganhou um elétron, ele não é mais íon, então ele pode ficar mais livre para sair da solução e aí a gente o vê borbulhando.

A8: Por isso que a gente vê ele saindo.

B8: Exatamente, acho que é isso, eu acho que a gente acertou.

A8: Então houve reação química.

B8: Houve entre o ferro e o H^+ , o ferro deu um...Se ele é H^+ , ele quer um elétron, H^+ é que ele perdeu um elétron não é?

A8: Não é Fe^{2+} ?

B8: Então, aí a gente tem que balancear essa.

A8: Tá.

B8: Eu acho, o H é mais, então ele quer um elétron, ele perdeu um elétron e aí vem o ferro que vai dar um elétron ele fica só H e sai da solução, pode sair...

A8: Só que o ferro quer dar dois então é Fe...

B8: Então, um ferro vai dar um elétron para um H e esse mesmo ferro vai dar para o outro, aí vai ter

que balancear a equação, mas tudo bem. Mas aí vai ficar H_2 ?

A8: $H_2Fe...$?

B8: Não, H_2 . Porque se for para balancear a equação... porque tipo, Fe e H (mostra os reagentes), aí H e Fe (mostra os produtos), aqui é dois mais (mostra o ferro no produto) e aqui é mais (mostra o H no reagente). Não, aqui é zero (H no produto) e aqui é mais mesmo (H no reagente).

(A equação fica: $Fe^0 + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2H^0$)

Parte 8:

B8: O ferro vai transferir dois elétrons para o cátion da solução, que é o que a gente falou. Aí o Fe vai ficar dois mais e o H vai ficar sem Nox, não é?

A8: Mas isso quer dizer que ele ganhou um elétron?

B8: Então, tem que ser 2 H e aqui 2 H também para balancear.

A8: É, o que faz sentido porque o ferro faz duas ligações.

B8: Sim, deixa eu mostrar aqui o que a gente fez. Então aqui o Fe, que estava na ligação, e o H^+ que estava na solução. Então um Fe vai reagir com dois Hs porque ele quer dar dois elétrons e o H quer receber...

A8: Um elétron

B8: Aqui é menos ou é mais?

A8: O Fe?

B8: Sim.

A8: É mais.

B8: Está certo, é isso...

Parte 9:

B8: Vai ser que nem aquela outra reação, aqui vai ter vários ferros, que estão na ligação metálica.

A8: Faz agora bolinha colorida, que vai facilitar na legenda.

B8: Vai fazendo as bolinhas de ferro que e vou fazendo as de H.

A8: Onde?

B8: Aqui, tipo aquela que a gente viu no outro sabe, que são várias?

A8: Não vai dar né?

B8: Vai sim.

A8: Faz ali no final.

B8: Tá, então eu vou fazer aqui. Aí aqui vai estar incrustada na ligação.

A8: Você quer que eu pinte dentro?

B8: Hã? Não, só faz o contorno. Ah não, o H vai ser liberado. Nesse o H vai ser liberado, ele não vai entrar na ligação, porque o cobre era metal, ele entrava na ligação, mas o H não, ele vai pegar o elétron e vai sair. Como eu represento isso?

A8: Desenha um béquer, sei lá.

B8: Aí a gente coloca os Hs aqui, o Fe vai ter alguns na ligação aqui.

O Fe vai ter alguns na solução aqui, como ligação...

A8: Eles ficam juntos ainda?

B8: Os que não reagiram com o H sim. E vão ter alguns que vão estar livres, porque eles deram o negócio para o H. Tem que fazer a legenda.

A8: Deixa eu melhorar aqui, vou ficar com a parte artística.

B8: Vou filmar sua parte artística.

A8: Vai explicando agora mostrando.

B8: Aqui a gente pensou em desenhar sem o béquer porque não precisa. A gente representou os ferros juntos e os H^+ separados na solução. Aqui a gente representou alguns ferros juntos, alguns separados que foram os que doaram elétron, só que aqui a gente tem que arrumar porque para cada um ferro a gente libera dois Hs, então se a gente liberou três ferros, a gente vai liberar 6 Hs

A8: Mais três.

B8: Exato. Agora a gente tem que fazer legenda. Quer gravar enquanto eu faço a legenda?

Parte 10:

A8: A gente teve primeiramente um erro de escala né?

B8: O H é muito menor que o ferro. E aqui também, a gente tinha que ter colocado H_2 , quase que a gente colocou lembra? A gente tinha que ter colocado H_2 porque ele sai né, ele não ia sair só H.

A8: É, ele sai como gás né, aquele sete ali né?

B8: É, a gente nunca ouviu H andando na atmosfera.

A8: Sempre H_2 né?

B8: E ela não representou o H_2 saindo, e a gente representou isso, mas não sei se era necessário.

A8: Verdade olha, H_2 saindo.

B8: Aí aqui seriam duas bolinhas. Se esse tamanho fosse nessa figura, a escala estaria certa, mas olha isso.

A8: Mas foi só isso, acho que o conceito, o essencial a gente entendeu.

Parte 11:

B8: Eu acho que como no primeiro foi uma coisa muito aberta, só faz.

A8: A gente se perdeu um pouco. Mas a partir do momento que a gente viu o exemplo...

B8: É que na segunda, a gente já conseguiu ter uma...

A8: Noção.

B8: Sim. Eu acho que se tivesse dado a imagem antes, o primeiro a gente já teria feito encaminhado, assim direito.

A8: Concorde. Mas eu gostei porque a gente tenta fazer a coisa que a gente acha certo, às vezes tá certo, às vezes não né? Mas...

B8: E a gente percebe também que às vezes o que a gente tá pensando não tem nada a ver...

A8: É, e aí dá para comparar.

B8: E também vai ajudar a lembrar né, tipo quando a gente estiver fazendo exercício sobre essa matéria, a gente com certeza vai lembrar que estava totalmente errado.

A8: Esse jeito não pode fazer, tem que fazer do jeito que ela ensinou. BA8: E já vai encaminhar para o caminho certo, pelo menos um meio certo já está garantindo.

A8: É isso, foi bom.

B8: Foi legal. A interação com o parceiro também foi boa, porque mesmo com o desenho, sem o parceiro nesse aqui não ia chegar em lugar nenhum.

A8: Porque não ia ter discussão, então é importante.

B8: O que mais? Os vídeos achei meio desnecessários...se bem que o vídeo ajudou nesse aqui porque soltou H_2 .

A8: Então, o do H foi importante sim!

B8: Mas no primeiro a gente só viu que oxidou, foi o vídeo que fez a gente pensar errado, no FeO.

A8: Realmente, mas o segundo vídeo foi muito importante.

Grupo 9

Parte 1:

B9: Tá, é...cadê a tabela?

A9: Eu acho que a gente já fez esse experimento em laboratório, não fizemos?

B9: Fala mais alto.

A9: Desculpa. É...

B9: Eu acho que a gente já fez esse experimento em laboratório.

B9: Não, é sério. Eu não sei. Eu não faço ideia do que vai acontecer.

B9: Sulfato de cobre... vai virar...

A9: Vai enferrujar, não vai?

B9: Por que você acha isso?

A9: Porque eu me lembro de alguma coisa assim, de fazer uma ferrugem, assim, de ficar meio amarelado de ferrugem, sabe?

B9: Aham não, eu não lembro mesmo. Porquê...eu lembro de mexer com bombril e sulfato de sódio, sulfato de cobre não, de sódio.

A9: Mas por que enferrujou? Se for isso mesmo.

B9: Porque vai acontecer oxidação?

A9: Tá, ele vai dar elétrons, certo? Para quem?

Parte 2:

B9: É, então a gente estava certa sobre enferrujar.

A9: É, só que eu não sei ainda muito bem como explicar o porquê disso.

B9: É, eu também não. Eu acho que é porque o...quem reagiu com quem? Você acha que foi o cobre com...não sei...

A9: Não sei, mas é uma reação de ambos. Não é tipo.... Acho que não tem como falar: tal coisa reagiu com tal coisa. Eu acho que os dois reagiram entre si, não é?

B9: Ah, acho que sim.

A9: Mas, eu não sei o porquê ainda.

B9: Não tem aquele negócio que a gente faz no balanceamento? Que perdeu elétrons?

A9: Ah, sei.

B9: Deve ter alguma coisa a ver com isso.

A9: Com o do Nox?

B9: É, sei lá. Alguém perdeu elétrons e alguém...se sofreu oxidação, o ferro deve ter recebido, porque é oxidação.

A9: Dá. OxiDA, dá elétrons.

B9: Isso, dá elétrons. Então o ferro deu elétrons e ficou mais positivo.

A9: Isso.

B9: E o cobre recebeu elétrons e ficou mais negativo.

A9: É.

B9: E aí se formou alguma coisa aí.

Parte 3:

A9: O ferro é 2- né?

B9: Sim, mas acho que só vai ficar depois.

A9: Não sei, mas não lembra que tem ferro II, ferro III, sabe?

B9: Eu acho que todo ferro tem que vir em dupla, assim. Não tem? Que tem, tipo, dois ferros.

A9: F_2 ?

B9: Fe_2

A9: Aah.

B9: Eu acho...tá, vamos deixar assim.

A9: Faz o sete.

B9: É, o sete. Eu acho que o ferro está incluso, você não acha? Cadê a tabela?

A9: Ah, a tabela aqui.

A9: Tá sim, tá sim.

B9: Então, Fe_2 + cobre. É, então vai ser sulfato de cobre, vai ser $Cu(SO_4)_2$? Porque, tipo, vai ser assim, eu acho.

B9: Vai ser assim, não vai? É? E aí vai virar...

A9: Mas o SO_4 é - só? Não é 2-?

B9: Eu acho que não.

A9: Faz o "não como clara só pão"... Eu faço, espera.

A9: Ai meu Deus. É... É -2, então aqui fica dois também. Só que aí... não, mas corta, porque se os dois tem dois, corta. (consertaram a fórmula $Cu(SO_4)_2$ para $CuSO_4$)

B9: Tá, então fica assim.

A9: Calma, aqui...

B9: Agora, tipo, troca, sei lá, simples troca...essas coisas. Eu sei que vai dar CO, não CO não pode ter, vai dar O.

A9: O_2 ?

B9: Eu acho. Porque tipo, quando tem com...

A9: Segura.

B9: Ah, não. Isso não é combustão.

A9: Olha, o ferro é 2+ porque ele transfere dois elétrons... (apaga o Fe_2 e escreve Fe^{2+}).

Parte 4:

B9: Mas, tipo lembra aquele "bagulho" de formar ferrugem? Mas para mim formar ferrugem era C só. Só que não tem C nessa fórmula.

A9: Verdade, e agora? Não tem C aqui. Só se surgir. Só se isso...e se isso...

B9: Tudo isso com C?

A9: Me ajuda, rápido.

B9: Tá, calma. Os reagentes estão ali. Tá, Fe... Cu...troca o primeiro desse com o último.

A9: Tá, mas isso aqui é 2+ ou 1+?

B9: É normal. Eu acho que é só +.

A9: Não B9...é sim....não...a gente estava vendo errado sabia?

B9: Eu não sei olhar direito.

A9: O que a gente está fazendo?

B9: Não sei.

A9: Não louca, está errado, eu estava vendo o flúor. Tá certo.

B9: Então não tem nada a ver.

A9: Acho que aqui é 2+. Porque ele transfere 2 elétrons.

B9: Então ele vai dar elétrons.

A9: Não, tinha que ser 2-. Se um é cátion, o outro tem que ser...

B9: Não sei, você acha que o ferro é 2-? Põe 2- então.

A9: Será? Eu não sei.

B9: Eu acho que é 2+.

A9: Vamos fazer o símbolo do ferro. Vai ser assim.

B9: E o cobre vai ser assim. E SO_4 . SO vai ser...

A9: Dá para a gente fazer SO_4 como um símbolo só ou a gente tem que fazer S... um símbolo...

B9: Acho que não, vamos fazer um símbolo só.

A9: Mas quando...

B9: No início vai ter o ferro...e... como vai estar isso?

A9: No final?

B9: Não, tá...mas... vai estar só assim?

A9: Aí, eu não sei. A gente tinha que pensar no produto aqui primeiro, né?

B9: É, eu sei. Mas eu não sei o que pode ser. É...eu não sei, tipo, só tem um ferro e um SO_4 ?

A9: Aqui não ficaria, tipo, sulfato de ferro mais cobre?

B9: É, eu acho que sim. Então vai ficar tipo, ferro...

A9: Eu vou escrever só para a gente entender, tá?

B9: Mais...sulfato é pequeno. Mais cobre. Isso que vai ficar? Eu acho que aqui tem que pôr várias bolinhas e a gente só pôs três em cada.

A9: Então B9, eu acho que a gente não pode usar isso só para um, tem que usar um para cada.

B9: Então tá, tipo, a gente faz um símbolo para o SO, tipo, são quatro coisinhas em volta. Como a gente desenha isso?

A9: Faz aí primeiro a legenda.

B9: O vai ser..

A9: Qual é a diferença? Ah, tá.

B9: Aí tem um S e quatro Os aqui. Tá ligado pelo S ou pelo O isso?

A9: O S é no meio não é? Os oxigênios em volta.

B9: Está parecendo uma flor.

B9: Só isso? Tipo, eu não sei, só ficou um de cada assim?

A9: Acho que sim. Tá condizendo com a equação.

B9: A legenda é aqui embaixo.

A9: Opa, faz de novo.

A9: Apaga. Por favor. Será que tá certo? A gente não fez tantas bolinhas assim.

B9: É, então... mas mano, eu acho que tá condizente com a equação.

A9: Tá, pronto. Acho que é isso né?

B9: Está parecendo uma flor.

B9: Tá, vamos continuar pensando nas possibilidades aqui. Porque...

A9: Você acha que se esse tem que ter 2+ esse aqui também? Tipo, eu sei que eles são 2+, só não sei se equação tem que representar.

B9: Não, vai ter que balancear.

A9: A gente balanceou?

B9: Não...

A9: Não, tá certo. Calma, não vamos nos confundir agora.

B9: Tá, mas eu só não sei se tipo, a gente representa um ou vários desse...

B9: Eu só não sei se tipo, a gente representa um ou vários desse. Porque é tipo uma mistura, sei lá. Mas só tem um sulfato de... não,

sulfato de cobre não. Só tem um ferro?

A9: Palha de aço? A gente tem que pensar que com...

B9: São várias que compõe... tem vários átomos de...

A9: Ferro? De ferro que compõe.

B9: Então vamos fazer mais que um? É que eu não sei explicar, tipo.

A9: A gente também tem que pensar que dentro do béquer que tá essa solução, vão ter várias partículas né? Várias moléculas.

B9: É, então... vamos fazer mais.

A9: Você acha melhor fazer mais?

B9: Acho.

A9: Então faz.

B9: Para entrar no contexto da história.

A9: Continua com as flores.

B9: Agora que a gente já começou... eu vou ter que apagar tudo.

A9: Então faz mais um.

B9: Só que do outro lado.

A9: Sim.

B9: Vão ficar quantos desse? Eu fiz três né? Não vai dar para fazer tudo. Vou apagar uns aqui.

A9: Isso, apaga. Deixa quatro.

B9: Três né?

A9: Sei lá. Um, dois, três... ah, então sim.

B9: Tá, e agora eu tenho que fazer mais três desse.

A9: Você fez um a mais?

B9: São quatro.

A9: Tá, estou louca.

B9: Tá muito feio.

A9: Rápido B9.

B9: Já acabou.

A9: Já acabou? Muito bem.

Parte 5

B9: A gente errou bastante na equação, mas o que vale é a intenção. A gente pelo menos acertou o $2+$ e essas coisas.

A9: É, mas a gente colocou do lado errado da equação. O Ferro $2+$ deveria ficar na parte dos produtos e colocamos na dos reagentes. A gente inverteu o cobre também. O sulfato de cobre não é um reagente e nem o sulfato de ferro é um produto, deu meio errado.

B9: E no desenho a gente se baseou na nossa equação, então deu tudo errado. Eu não entendi direito o desenho (projetado no telão).

A9: Olha, tem muito ferro no começo e...

B9: Poucas partículas de íon cobre, e depois o cobre...o cobre não fica mais $2+$, porque ele ganha elétrons e deixa de ser um íon, e aí o ferro passa a ser um

íon. Tudo faz sentido agora, porque o ferro oxida, então ele dá elétrons.

A9: É seria legal, mas eu acho que nosso pensamento foi até que coerente com a nossa equação. Então se a nossa equação estivesse certa, nosso "sistema" de bolinhas estaria também.

B9: Eu não sei, porque olha, a gente disse que o ferro oxida, então ele dá elétrons, e aqui ele deu. Então foi coerente, só que a gente escreveu de maneira errada, e desenhou também porque a gente se baseou na equação, mas eu acho que nosso pensamento foi bom.

Parte 6:

A9: Eu acho que...

B9: Ele vai ser corroído.

A9: Isso.

B9: Porque mano, ácido sulfúrico corrói tudo.

A9: Eu acho que é. Então ele vai sair com...menor sabe?

B9: É, eu acho também que vai diminuir a massa, sei lá. Ou...

A9: A massa.

B9: É, a massa dele vai ser reduzida porque um ácido... O ácido sulfúrico é um ácido muito forte.

A9: Sim, mas você acha que vai acontecer redução ou oxidação nesse caso? Eu acho que se fosse um dos dois seria redução. Mas você acha que tem? Ele recebe elétrons?

B9: Não sei, oxidação é mais fácil porque a gente sabe o que acontece, mas eu não sei o que acontece quando uma coisa é corroída.

A9: Tá, então por enquanto vamos dizer só que a gente acha que vai corroer né?

B9: Sim.

A9: Então tá.

B9: Só que a gente vai ter que falar no próximo vídeo o que vai acontecer e a gente não sabe.

A9: A gente vai ver.

B9: Quando a gente desenhar a equação.

A9: Calma, vai passar o vídeo, a gente vai entender.

Parte 7:

B9: É, então não foi isso que a gente pensou, mas eu não sei o que aconteceu. Liberou algum tipo de gás, não foi corroído.

A9: Mas tem como saber que tipo de gás? Não né?

B9: Tipo quando oxida não acontece isso, fica com ferrugem. O que acontece para liberar gás?

A9: Tô pensando...será que isso não é uma característica da redução?

B9: Acho que tipo quando acontece oxidação, acontece redução do outro, então não acho que seja um fenômeno separado sabe?

A9: É verdade...ai, eu não sei. Mas você viu que primeiro ele afundou e depois subiu de novo, não foi?

B9: Subiu, porque acabou de perder o oxigênio que tinha. Tipo, o único oxigênio que tinha era o do ácido sulfúrico.

Parte 8:

B9: Vamos lá... $\text{Fe} + \text{H}^+$, $\text{Fe}^+ + \text{H}$. Você acha que é isso? O que vai acontecer é o H^+ vai receber elétrons? O H é um íon aqui, um cátion?

A9: Cátion é um íon.

B9: É, então tá. O H é um íon e vai receber elétrons, por isso ele fica assim?

A9: Isso, isso. Porque aqui ele tá com um elétron a menos certo? Aí o ferro vai dar um elétron, o H vai deixar de ser um íon e o ferro vai se tornar um cátion como ele deu um elétron.

B9: Tá, mas quando ele deixa de ser um íon, ele vira gás? Eu acho que vai sair na forma de gás, porque alguma coisa saiu dali.

A9: Ah, só que gás hidrogênio não é H_2 ?

B9: Possivelmente. Mas não tem outro H para formar...

A9: Diz que o átomo de ferro transfere dois elétrons 2 elétrons para os cátions. Esses 2 elétrons, a gente tem que colocar essa informação em algum lugar?

B9: Acho que vai ficar $2+$ no ferro...não, deixa assim...

Parte 9:

B9: Acho que é a mesma coisa né? Ops, fiz uma bolinha tipo nada a ver. Tá, tem o ferro aqui e vai ter o H aqui. Calma, vou fazer outro símbolo para o H .

A9: Acho que tá bom né? Aí no outro vai ter ferro só que muda o símbolo porque vai estar ionizado.

B9: Ah é né. Mas todo ou só que nem no outro que era só uma parte?

A9: Acho que é só uma parte, mas não lembro como estava representado no outro.

B9: Eu lembro que estava tipo, aqui de uma cor e aqui de outra. Então acho que é só um pedaço que muda de cor. Tem que ter o mesmo número?

A9: Não, não. Acho que não.

B9: Esse aqui troca, vai ser pintadinho. Esses 6.

A9: Isso, muito bem B9. E aqui vai ficar outro para o H não ionizado? Faz sei lá, uma estrela.

A9: Você não sabe fazer estrela? Tá faltando uma perna.

B9: É que fica mais bonito sem.

A9: Tudo bem, eu estava brincando...

B9: Tá, vou fazer a legenda. Só assim vai ser o ferro, sem nada. Assim é o H^+ . Assim é o Fe^+ e assim é o H. Só. Bom trabalho. Zuera, não sei, a gente vai descobrir.

A9: Acho que eu tenho toc. Tem que ter um padrão, se você coloca uma coisa aqui, tem que colocar aqui também. Sério, é preocupante. Mas acho que tá bom.

B9: É sei lá, podia estar mais caprichado talvez a estrela, mas tá bom. Tá, mas você acha que tá certo? Não são todos? Porque não tem quantidade para todos aqui.

A9: É que eu não sei...bom, a gente vai descobrir depois. Eu acho que é isso, mas a gente também achava que era isso no outro.

B9: Mas esse a gente já tá usando o mesmo raciocínio do outro. Só que como a gente tinha feito a equação errada, então o desenho ficou errado. Se a gente usar o raciocínio assim nesse, talvez dê certo.

A9: Tá bom, vamos ficar confiantes né. A esperança é a última que morre!

Parte 10:

B9: A gente foi seguir o exemplo anterior e não consideramos essas duas partículas de hidrogênio.

A9: A gente até falou que hidrogênio era H_2 , mas não colocamos esse pensamento em prática né, e isso que era importante.

B9: É, mas a gente considerou que o ferro vai dar elétrons e que o hidrogênio vai receber elétrons. A primeira parte a gente acertou, só que o final como a gente não tinha considerado o H_2 , ia ter 2 de cada (no desenho). E o íon de ferro vai se soltar daqui e o hidrogênio vai ser H_2 e colocamos só H. Mas eu não ia saber que o ferro sai.

A9: Que o ferro sai não, mas a gente tinha capacidade de saber o H_2 e a gente até falou.

B9: Mas então é o ferro que tá sendo liberado naquela hora?

(Referente ao gás saindo da palha de aço)

A9: Para mim seria o H_2 , que é o gás, certo?

Parte 11:

B9: Tá, eu acho que ajudou bastante as imagens, porque quando a gente fez o primeiro, a gente sabia, mas estamos acostumados a fazer a equação de um jeito então a gente não fez exatamente o que era para fazer.

A9: Mas quando veio aquela imagem certa, a representação meio que ajudou a gente a fazer o segundo.

B9: A gente chegou mais perto da resposta na segunda vez, então acho que a imagem ajudou bastante.

A9: Acho que o que atrapalhou foi que ficamos inseguras com alguns conceitos que nem são desse ano, mas que são básicos.

B9: Acho que é isso mesmo, é bom dar uma estudada em Química agora, né.. Mas também acho que ficamos muito presas na resposta do primeiro experimento então ajudou, mas atrapalhou em algumas coisas porque você fica muito preso naquele modelo e você quer fazer igual.

A9: É, eu concordo..

Grupo 10

Parte 1

A10: Então, eu acho que o ferro vai substituir o cobre nessa reação, vai formar sulfato de ferro.

B10: Provavelmente, numa reação de simples troca.

A10: Simples troca, exatamente.

B10: Isso faria com que se forme o...

A10: Sulfato de ferro.

B10: E cobre sólido.

A10: E cobre sólido, sim.

B10: O que tiraria o tom azulado.

A10: É...sim, vai mudar de cor.

B10: Essa é a única afirmação que eu posso garantir, vai mudar de cor.

A10: É vai mudar de cor. E o que mais?

B10: Só isso também.

A10: Acho que é só né.

B10: É, mas pode ser que tenha alguma reação exotérmica, eu duvido.

A10: Sim. A valência desse cobre é dois né?

B10: A valência do cobre é...sim.

A10: Esse ferro é dois também?

B10: Ferro...cobre dois e ferro sólido.

A10: É, mas a gente não sabe se esse ferro é dois ou três, porque

se ele for três a gente vai ter que balancear isso aí.

B10: Sim.

A10: Se ele for dois não.

B10: A gente descobre daqui a pouco.

A10: Sim.

Parte 2

A10: Então...é, agora que a gente viu o vídeo a gente acha que o ferro foi oxidado, ele virou o óxido de ferro, que é a ferrugem que a gente viu no vídeo, ele mudou de cor, ficou avermelhado...são características da ferrugem. E a gente acha que o sulfato de cobre vai ser o agente oxidante.

B10: Portanto o ferro vai ser oxidado.

A10: O ferro vai ser oxidado e o sulfato de cobre vai sofrer a...

A10: Redução.

A10: Sim.

B10: Numa equação que a gente teria que balancear.

A10: Sim.

B10: E a gente tem tempo livre.

A10: A gente ainda não chegou nessa parte do trabalho B10. A reação química é entre quem? Vai ser com o ferro e o oxigênio?

B10: É, reação entre o ferro e o oxigênio.

A10: Sim.

B10: E o sulfato vai virar... Ele vai perder um oxigênio?

A10: É...não sei, talvez.

B10: Provavelmente.

A10: É.

B10: Muito provavelmente.

A10: Sim.

B10: Então é isso.

A10: É acho que vai virar...

B10: Mas a questão é o oxigênio veio do ar ou veio do sulfato? Provavelmente do sulfato que sofreu redução.

A10: Sim, o sulfato vai ser o agente oxidante.

B10: Então a gente tem que balancear essa reação depois.

A10: Sulfato.

B10: Vai virar sulfeto não é?

Parte 3:

A10: Tá, vamos lá, como vai ser isso, você vai ter o ferro.

B10: Tira a mão, não dá para ver direito.

A10: É porque o brilho tá baixo, mas vai dá para ver depois.

B10: Tá, continua então.

A10: Você pode se aproximar, se você quiser dar um zoom.

B10: Vamos gravar daqui, pode ir.

A10: É mais o sulfato de cobre, isso vai dar...vamos calcular o número de oxidação de cada um né, isso vai ajudar. Oxigênio é menos dois.

B10: O cobre vai ser dois mais.
 A10: Dois mais né, menos oito aqui, mas dois mais, esse enxofre vai ser mais seis né.
 B10: Sim, pelas minhas contas vai. O ferro tá zero.
 A10: O ferro vai ser zero.
 B10: Ótimo.
 A10: Isso vai formar o que?
 B10: Vai formar óxido de ferro, FeO.
 A10: Sim...mais o que sobra, vai sobrar o cobre o enxofre...
 B10: E o oxigênio.
 A10: E oxigênio. E o ferro vai transferir dois elétrons para o cobre, então se ele vai transferir dois elétrons para o cobre...o cobre vai ficar zero.
 B10: Não houve sinais de precipitado naquela equação, o que ele vai fazer, ele vai formar CuSO_3 ?
 A10: Porque CuSO_3 ?
 B10: Porque é o que sobra.
 A10: É, mas o estado de oxidação do cobre vai ficar zero.
 B10: Vai ficar zero.
 A10: Ele tá dois mais, ele vai ganhar mais dois vai ficar zero. O ferro vai ficar dois mais. É exatamente o que a gente observa, que o oxigênio tá dois menos aqui e o ferro ficou dois mais, então ele (ferro reagente) perdeu esses dois para o íon cobre. O cobre vai ficar zero, mas não teve precipitado naquela reação.
 B10: Então provavelmente, ele manteve a condição de sulfato, só que não como sulfato como sulfeto.
 A10: Sim, provavelmente.
 B10: Então provavelmente como Sulfeto, CuSO_3 .
 A10: Não, é...sulfito.
 B10: Sulfito?
 A10: É acho que é.
 B10: Qual é a cor do cobre? Ele é meio bronzeado né?
 A10: O cobre? Ele meio bronzeado, alaranjado. Será que aquilo que se formou em cima do ferro era cobre não...
 B10: É isso que eu tava considerando. Daí formaria o íon SO_3^{2-} .
 A10: Sim.
 B10: E o cobre sólido.
 A10: Eu não acho que aquilo era cobre, não tinha característica de cobre, era muito escuro para ser cobre. Eu acho que a outra possibilidade tá certa que ele vai formar o sulfito, é sulfito?
 B10: É, é sulfito, perigoso, mosquito, o erro foi meu, a gente só tem que balancear isso depois.

A10: Sim, sulfito de cobre.
 B10: A gente só tem que balancear isso daí depois.
 A10: Sim, e o estado de oxidação do cobre vai ser zero.
Parte 4:
 A10: Então, desde o vídeo a gente mudou um pouco de ideia.
 B10: Só falta o balanceamento.
 A10: Sim, ele vai formar cobre e o ânion sulfito e foi essa a principal mudança.
 B10: Ótimo, agora vamos para o desenho.
 A10: Vamos para o desenho, sim.
 B10: O desenho antes tem que fazer a molécula de ferro.
 A10: Sim, vamos desenhar com bolinhas?
 B10: Com bolinhas, modelo de bolinhas de Dalton.
 A10: Ferro...
 B10: Escreve, escreve Fe.
 A10: Tá pequeno né?
 B10: Tá pequeno, aumenta.
 A10: Agora melhorou.
 B10: Fe e o seu SO_4 consegue fazer?
 A10: Acho que sim. Isso é uma ligação iônica né? Ah mais, não vamos nos preocupar com isso agora. Pronto, ferro e o CuSO_4 .
 B10: Tá. Vamos fazer a camada eletrônica?
 A10: É, você quer?
 B10: Seria útil, camada de valência. O problema é, é ferro dois?
 A10: É ferro dois.
 B10: Certeza?
 A10: Dá para deduzir que é ferro dois.
 B10: Tá, então continua.
 A10: Como a gente pode apresentar a camada de valência?
 B10: Com elétrons, bolinhas e x.
 A10: Tá, o ferro era zero, mas ele é...
 B10: Ele tem uma valência de dois como átomo neutro.
 A10: Quer dizer ele vai querer perder esses dois para ficar neutro.
 B10: Não, ele é neutro, ele quer perder esses dois para ficar estável, não confunda.
 A10: É verdade. E o CuSO_4 , esse Cu vai ser dois mais.
 B10: É que assim, está tudo entorno do SO_4 , então a gente tem os dois átomos do Cu no SO_4 .
 A10: Eu vou separar eles para fazer os dois SO_4 . Os dois do Cu vão tá aqui, eles vão vir para o SO_4 que vai completar oito né.
 B10: Coloca como x se você preferir. Não é que vai completar oito, porque ele não um átomo lembra, você está tratando ele

como um átomo, não é teria que ser dividido, mas tudo bem. Teria que ser o SO_4 separado.
 A10: Acho que a gente tá complicando demais B10.
 B10: Então a gente continua assim, tem seis...só no SO_4 .
 A10: Sim, vou colocar como x os dois que vieram do cobre.
 B10: Daí o que vai acontecer, no final vai ficar o ferro com o oxigênio, vai ter um desmembramento da molécula de SO_4 , que é formada por quatro átomos de oxigênio e um enxofre.
 A10: Agora esse aqui vai ter oito, ele vai receber dois do ferro, pronto.
 B10: O cobre vai ficar sozinho, com dois elétrons orbitando. E o SO_3 com dois elétrons a mais. Tá continua.
 A10: É que a gente não sabe representar direito os elétrons no ânion né.
 B10: É tem isso. Creio que seja isso.
 A10: Como a gente vai deixar o SO_3 ?
 B10: SO_3 menos dois. Acho que a gente tá errando na conta de elétrons.
 A10: É que a gente não balanceou.
 B10: Parece que dois elétrons vieram do nada.
 A10: Parece que vieram do nada, mas se olhar a equação vai fazer muito sentido, esse aqui vai ser menos seis e esse enxofre vai ser mais seis, igual do outro lado, mesmo Nox, é o que vai mudar realmente são o cobre e o ferro, os únicos que se trocam elétrons, eu acho que está certo isso aqui B10, agora a gente só teria que balancear. Eu acho que já está balanceado.
 B10: Tem que colocar legenda ali em baixo.
 A10: Sim. Vamos apagar essa camada eletrônica do SO_4^{2-} ?
 B10: Na verdade, a gente teria que dividir isso.
 A10: Faz aí então eu filmo.
 B10: Representando com quadradinho para poder diferenciar.
 A10: A gente faz a legenda da representação ali em baixo.
 B10: Ok, a gente vai ter uma troca entre esses... São dativas aqui.
 A10: Sim.
 B10: Aqui é uma simples né? É uma dupla?
 A10: É uma dupla.
 B10: Eu inverti aqui, mas tudo bem.
 A10: E outra dativa.

B10: E outra dativa, sim.
 A10: É SO_4 , falta mais uma dativa.
 B10: São três dativas ótimo, o enxofre é estranho. E aqui a gente tem uma ligação... (Fim da Gravação).

Parte 5:

A10: Então comparando com o da professora, vamos ver B10.
 B10: Acho que a gente acertou na equação...
 A10: A gente acertou na equação embora a gente tenha...
 B10: Não, a gente errou, a gente errou porque a gente colocou um oxigênio com o ferro.
 A10: É verdade, o cobre só vai substituir o ferro.
 B10: É.
 A10: Aquilo era cobre na palha de aço.
 B10: Então era uma reação de simples troca e nossa ideia original estava correta.
 A10: Nossa ideia original estava correta.
 B10: É, a gente é meio burro.
 A10: Não, tudo bem.
 B10: É, houve uma troca de ferro por cobre, só. Não houve oxidação exatamente do ferro, não há reação com o oxigênio...
 A10: Não, houve uma oxidação...
 B10: Não há reação com o oxigênio.
 A10: Não há a reação com o oxigênio que a gente tinha pensado tipo, não vai formar óxido de ferro, é só uma troca entre o ferro e o cobre foi esse nosso principal erro, nós pensamos que o composto avermelhado formado seria ferrugem, FeO , mas na verdade era cobre.
 B10: O que causou a confusão foi que só a camada mais externa se acumulou cobre então isso deu uma tonalidade mais escura para mistura, foi esse o erro.
 A10: Sim, só a camada mais externa.
 B10: Por isso que ficou escuro e com cor de ferrugem.
 A10: Sim.
 B10: Isso explica bastante coisa.
 A10: Sim. É na parte da oxidação mesmo a gente tendo...
 B10: A ideia do ferro com o cobre...
 A10: É, essa ideia a gente acertou, a do ferro e a do cobre, que o cobre vai reduzir o ferro e vai sofrer oxidação.
 B10: É, exatamente.
 A10: Isso a gente acertou.
 B10: Então é isso.
 A10: Basicamente isso.

Parte 6:

A10: Então agora a reação dois é ferro sólido e ácido sulfúrico, o que você pensa que possa ocorrer?
 B10: Como?
 B10: Olha muito provavelmente, o ferro vai substituir o H_2 .
 A10: Também acho que vai substituir o H_2 , vai formar sulfato de ferro e vai liberar hidrogênio na reação, vai sair o gás hidrogênio da reação formando o sulfato de ferro. Então provavelmente a gente vai ver o surgimento de um gás.
 B10: Sim, o surgimento de um gás, só que ele não será visível porque é o hidrogênio, gás hidrogênio não é visível, mas provavelmente vão haver borbulhas...
 A10: É bolhas.
 B10: Bolhas.
 A10: E se acha que vai ocorrer mudança de cor?
 B10: Se não me engano o sulfato de ferro tem uma cor.
 A10: Se eu não me engano ele é amarelo, amarelado...
 B10: É exatamente isso que eu estava pensando.
 A10: Então é isso que a gente acha que vai ocorrer.
 B10: É.
 A10: Nada mais a adicionar?
 B10: Nada mais a adicionar.
 A10: Então (Fim da Gravação).

Parte 7:

A10: É nós acertamos.
 B10: Houve uma troca entre o hidrogênio e o ferro.
 A10: O hidrogênio foi liberado...
 B10: Em forma de bolhas.
 A10: Sim. O ferro tomou o lugar dele. Nós observamos as bolhas no vídeo e acreditamos que provavelmente é hidrogênio como a gente pensou. A solução ficou levemente amarelada que foi o que a gente pensou que iria ocorrer também.
 B10: Sim.
 A10: Que indica a formação de sulfato de ferro. O pedaço de ferro, o bombril, aparentemente não houve muita mudança, mas a gente acredita que possa haver um pouco de sulfato de ferro na superfície também.
 B10: Embora não haja muitos indícios disso.
 A10: É, embora não haja muitos indícios disso.
 B10: De uma maneira geral, é isso.
 A10: De uma maneira geral, a gente acertou.
 B10: É.

Parte 8:

A10: Então vamos lá, vamos equacionar B10.
 B10: Posso equacionar?
 A10: Equaciona você dessa vez que eu equacionei da outra.
 B10: Tá, mas sem falar que esse ângulo vai ser melhor para você.
 A10: Sim.
 B10: A gente vai ter o ferro...
 A10: Em estado de oxidação zero.
 B10: Zero. Mais dois, na verdade ia ficar...
 A10: Apaga, eu tenho a borracha aqui. Depois a gente balanceia.
 B10: Ia ficar H_2SO_4 , com aqui mais cada um deles mais, e aqui dois menos, o enxofre vai ficar quanto?
 A10: Oito mais...mais seis.
 B10: Mais seis?
 A10: É.
 B10: Isso vai formar uma coisa que a gente pode garantir: H_2 , zero, com elétrons vindos do ferro e Fe ...
 A10: FeSO_4 .
 B10: Fe^{2+} .
 A10: Sim.
 B10: Mais dois na verdade.
 A10: Sim.
 B10: SO_4^{2-} e o enxofre vai tá...
 A10: Mais seis. Exatamente. Já está balanceada?
 B10: Sim, está balanceada.
 A10: Então é essa equação que a gente acha que você vai ter no final. Passa a câmera aí. E é isso.

Parte 9:
 A10: Tá, então vamos fazer antes de colocar no ácido.
 B10: Sim. A gente vai ter o ferro.
 A10: Faz bastante bolinhas.
 B10: Vou fazer uma camada de ferro.
 A10: É uma camada de ferro, tipo a camada mais externa do bombril.
 B10: As duas camadas mais externas.
 A10: Sim.
 B10: Colocar legenda depois.
 A10: Isso vai entrar em contato com H_2SO_4 que está em solução.
 B10: A gente vai colocar só o H_2 , seriam vários H^+ na verdade.
 A10: São vários H^+ . E o depois vai ficar como?
 B10: O depois vai ficar a fileira, sem alguns membros.
 A10: Sim, vai perder alguns membros. Coloca umas falhas nela, apaga uns aí. E H_2 liberado.
 B10: Vai ter H_2 e o Fe^{2+} .
 A10: Coloca ele ligado num...num precisa, não precisa. Coloca o Fe^{2+} e H_2 , bastante H_2 .
 B10: Tem que tá junto, cola, pronto.
 A10: Agora só terminar a legenda.

B10: H, a gente tem aqui o Fe^0 , calma aí isso aqui é H^+ certo...

A10: Então tá errado nosso H_2 , porque ele deveria ser diferente né. Vai bolinha pintada, com pontinho dentro, ótimo, parecem duas células.

B10: Nada de biologia no momento, aqui é química filhão. Fe^{2+} , mais dois né. E hidrogênio zero.

A10: Sim. Então é isso.

Parte 10

B10: A gente tá com o conceito correto, só desconsideramos completamente o tamanho das partículas.

A10: É...nós não consideramos o tamanho das partículas, o raio atômico, mas o conceito tá correto, o que tá ali é exatamente o que tá aqui. Com exceção do fato que a gente não considerou o tamanho das partículas, esse foi o único erro conceitual que a gente cometeu nessa representação.

B10: Sim. Só um comentário sobre a equação ali em cima, como está em estado aquoso os íons vão ficar separados, ou seja, os íons H^+ vão ficar separados do SO_4^{2-} . Então a gente colocou ali...tudo junto...só para representar todos os elementos...

A10: O H^+ na verdade.

B10: Vai ficar H^+ separado do SO_4^{2-} . A gente só colocou para representar todos os elementos para ficar mais claro nesse aspecto.

A10: Sim. Então nosso único erro conceitual foi à questão do tamanho.

B10: Só isso, apenas.

Parte 11:

A10: É o que você acha B10?

B10: Eu acho que com o primeiro desenho a gente conseguiu entender muito melhor a dinâmica e conseguiu fazer o segundo exercício muito melhor.

A10: Também acho que depois que a gente viu o que a gente tinha errado...

B10: No primeiro exemplo.

A10: A partir do primeiro exemplo, a gente conseguiu acertar o segundo. E o fato de ter o desenho ajuda muito.

B10: Sim, ajuda muito, porque exemplifica o que está acontecendo.

A10: Exemplifica o que está acontecendo de uma maneira fora da reação, é mais visual, acho que essa é a palavra.

B10: Sim, a gente só esqueceu dos tamanhos.

A10: Sim, a gente só esqueceu dos tamanhos na nossa representação. E ajudou, definitivamente ajudou a gente a chegar no resultado certo.

B10: Sim.

A10: Tendo a representação visual do primeiro, a gente conseguiu fazer a representação visual do segundo sozinhos, sem problema. Então o desenho ajuda.

B10: É isso.

A10: É, é isso que nós pensamos.

Grupo 11

Parte 1:

A11: Então, o sulfato de cobre vai se misturar com o bombril.

B11: É...deixa eu ler primeiro a pergunta 1. O que você acha que vai acontecer quando um pedacinho de palha de aço, ferro sólido, for adicionado ao sulfato de cobre II? Eu acho que como o bombril é um sólido...não sei o que eu acho.

A11: Eu acho que o ferro vai dissolver, porque é muito pequenininho para o tamanho da solução de sulfato de cobre. O que você acha?

B11: Dissolver? Pode ser. Ou ele pode ficar meio "molenga"... assim, que nem quando você lava a louça com ele, ele não dissolve.

A11: Sim! Verdade! Quando você está lavando louça e coloca o bombril na água ele não dissolve, ele continua duro.

Parte 2

B11: O bombril ficou vermelho, então acho que houve uma reação química, porque uma das características da reação química é a mudança de cor. E acho que é isso.

A11: A gente tinha falado que o bombril ficaria meio molenga, mas no vídeo não deu para ver como era o estado dele.

B11: Então acho que é isso né?

A11: É!

Parte 3:

A11: O átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução, então o átomo de ferro é o ânion, né?

B11: É, o átomo de ferro é o ânion.

Faz a equação então: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$ ...

A11: Isso mais...é sulfato de cobre não é??? Não precisa ser CuSO_4 ?

B11: Não sei...

A11: Ah, vou deixar só assim.

B11: Não, mas aqui fala só "íon de cobre", então acho que deixa assim.

A11: Mas vai ficar FeCu ?

B11: Acho que é!

A11: Só pode ser isso!

B11: Mas, e esse $2+$, será que não altera? Não é Fe_2Cu ? Acho que faz sentido.

A11: Então seria Fe_2 ... Mas a valência do ferro não é 1!

B11: Tá, então o átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução. Acho que não tem nada a ver esse "dois", porque o ferro que transfere.

A11: Mas eu queria saber quantos elétrons que o cobre perde!

B11: Ah, não sei...mas acho que não precisa! Bom, se o ferro transfere então acho que o cobre perde.

A11: Sim, está faltando no cobre.

Parte 4:

A11: Agora a gente tem que fazer os desenhos!

B11: Isso aí, deixa eu ler primeiro a questão porque eu não li ainda.

A11: É só fazer as bolinhas! Então, a gente pensou na equação sendo dois ferros para um cobre.

B11: Isso!

A11: Então as bolinhas de ferro vão estar juntas.

B11: São dois ferros. Não, não vão estar juntas!

A11: Ah, para estar juntas a molécula precisava ser Fe_2 né?

B11: É...mas vão ser duas, só que separadas.

A11: Tá, vou fazer a bolinha de ferro com um "X" no meio.

B11: E o cobre vai ser uma bolinha vazia.

A11: No final vão ficar duas com um "xizinho" juntas e uma vazia. É isso?

B11: Ah, pelo o que a gente pensa é né.

A11: Mas eu acho que não é para desenhar assim.

B11: Você acha que é para desenhar o que?

A11: Tipo, sabe quando tem no livro o desenho de várias partículas soltas num béquer, aí no final tem outra? Não sei, estou meio perdida.

B11: Calma, no enunciado está falando "construa a melhor representação", qual representação você acha melhor? Quer apagar e fazer um béquer?

A11: Não, deixa assim. Dá para entender.

B11: Ah então acho que é isso né.

A11: Eu queria saber qual é a valência do ferro!

B11: Vamos fazer a "sopa de feijão", não tem alguma coisa a ver com isso?

A11: Não, isso é distribuição de elétrons do diagrama de Pauling, lembra?

B11: Então, aí a gente vai saber em quantos (elétrons) acaba, e sabendo isso, sabemos quantos faltam. Não pode ser isso?

A11: Não sei...acho que é, calma, tem 26 elétrons. O número atômico é 26 então também tem 26 elétrons porque o átomo está neutro.

B11: Isso! E tipo, aqui é d^1 , d^2 , d^3 , d^4 , d^5 , d^6 .

A11: Tem que fazer $1s^2$, $2s^2$ ...

B11: Acho que sim, é d^{10} né?

A11: Acho que sim, vai até d^{10} mas eu não lembro direito.

B11: Sim, d^1 , d^2 , d^3 , d^4 , d^5 e d^6 , então ele acaba em d^6 .

A11: Ok, ele acaba em d^6 . Mas ele tinha que ter 8 na camada de valência. Se acaba em d^6 ... Mas, precisa saber o número de antes, tipo $3d^{10}$, $4d^{10}$ ... Não precisa saber isso? É a família. O ferro termina em $4d^{10}$. Ah, está certo! Ele cede dois elétrons para o cobre! YESSSSS! Fechou!

B11: É! Acho que tá certo.

A11: Tá, $4d^{10}$. Ele cede dois elétrons para o cobre. Não...ele tinha que ganhar dois!

B11: Não, ele falou que o ferro perde dois, que vão para o cobre.

A11: Então, ele tinha que ganhar dois (para completar 8), já que está com $4d^6$.

B11: É...então...

A11: Então não sabemos a valência do ferro.

B11: É! (risos).

A11: Chegamos a essa conclusão, $4d^6$! Deve estar certo que é $4d^6$.

B11: Sim, espero que esteja né, uma coisa boa... (risos).

A11: É, chega né (risos).

Parte 5:

A11: Bom agora a professora mostrou o gabarito e a gente acertou a valência do cobre, só que a gente confundiu na...eu não sei explicar, mas no balanceamento a gente colocou como dois ferros. Não sei se dá para ver.

B11: É, a gente colocou porque a gente pensou que o cobre, que é dois mais, precisaria de dois ferros...não sei, mas a gente quase chegou na resposta né.

A11: Sim, estou percebendo agora que a gente colocou no reagente o cobre como dois mais. E no produto, na verdade o ferro que tinha de estar com o dois mais. E agora eu cheguei na conclusão que, aqui o ferro transferiu os elétrons dele para o cobre, que ficou negativo, e o ferro positivo.

B11: É isso.

A11: Por isso o ferro ficou com o "mais" nos produtos, porque ele ficou positivo, já que deu dois elétrons para o cobre.

B11: E o nosso desenho está totalmente diferente...

A11: E errado

B11: Sim, errado.

A11: Aquele negócio que ela falou do estado físico, as partículas estão juntas quando estão sólidas.

B11: Sim.

A11: A gente não lembrou disso.

B11: No desenho certo está junto.

A11: Sim, o ferro está totalmente grudado e o cobre está solto.

B11: E no final, o cobre está junto com o ferro.

A11: Mas parece que o cobre está muito mais espalhado. É, o cobre está muito mais espalhado do que o ferro, exatamente porque ele não está no estado sólido, está no líquido, igual ela mostrou no vídeo.

B11: Mas na situação final ele está junto com o ferro. Tem um pouco de espaço, mas ainda está bem grudado.

A11: Sim, está bem grudado.

B11: O cobre, o cobre da situação final.

A11: E a gente não precisava saber da valência do ferro para fazer.

B11: É...então a gente fez coisas à toa.

A11: Fizemos coisas a mais. A gente fez para adquirir conhecimento.

B11: É, mas não sei se está certo.

A11: Está certo!

B11: Está certo então.

A11: Chega.

B11: Chega.

Parte 6:

A11: O que acontece quando joga ácido sulfúrico no bombril, que é o ferro. Eu acho que o ácido sulfúrico, por ser um dos ácidos mais fortes, vai corroer tudo.

B11: Faz sentido! Eu acho também que pode acontecer isso...ah, eu acho que deve acontecer.

A11: Porque, se quando jogou no cobre, que não é tão forte quanto o ácido sulfúrico, já ficou vermelho, aí no ácido sulfúrico que é muito mais forte, acho que vai ficar colorido ou vai explodir, alguma coisa.

B11: Vai ficar muito vermelho.

A11: Muito vermelho, vai sair uma fumaça, ficar quente.

B11: Então deve reagir.

A11: Sim, vai reagir.

B11: A gente espera que vai reagir.

Parte 7:

A11: Tudo errado.

B11: Não, calma. Houve uma reação, saiu...

A11: Borbulhou gás a partir do bombril.

B11: Borbulhou gás, é isso... E ficou um pouco mais escuro.

A11: Mais claro.

B11: Eu acho que ficou mais escuro...e acho que foi isso mesmo.

A11: A gente construiu o raciocínio pensando que pelo fato de o ácido ser muito forte, ao entrar em contato com o metal ia ficar muito "tsssssss".

B11: Muito o quê? (risos).

A11: (risos) Eu queria demonstrar uma reação muito forte.

B11: A gente estava esperando uma coisa mais impactante, assim...

A11: Sim, impactante, mas na verdade só borbulhou gás.

B11: E foi só um pouquinho ainda, não foi uma coisa exagerada. Então a gente ficou meio decepcionado.

A11: É! Em toda reação que a gente faz com ácido sulfúrico acontece alguma coisa espetacular.

B11: É...então foi isso. A gente acertou que aconteceu uma reação só que não da dimensão que estávamos esperando.

A11: É.

Parte 8:

B11: Bom, agora a gente tem que fazer praticamente a mesma coisa que a gente fez na atividade anterior, a gente vai desenhar e fazer a equação primeiro.

A11: Tá, então o átomo de ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução, que é o hidrogênio.

B11: Um H^+ , então.

A11: Se ele transfere dois elétrons ele está positivo.

B11: Ele fica positivo, porque ele perdeu elétron, assim fica positivo.

A11: Então pode ser Fe^{2+} , porque ele vai transferir dois elétrons para o H^+ .

B11: Isso.

A11: Então, até agora está $Fe^{2+} + H^+$, flechinha.

B11: Talvez fique Fe^+ .

A11: Acho que vai ficar H_2Fe .

B11: Pode ser.

A11: Porque o Fe é dois menos, ele vai transferir dois elétrons para o H, só que o H é só 1 mais.

B11: Sim, pode ser.

A11: Então vai ficar H_2Fe . Mas aí...a gente está formando a substância, mas na última vez...

B11: Então, por isso que eu falei talvez fique Fe^+ e H_2 ...

A11: Calma aí, vai transferir dois elétrons então ele ficaria normal, porque ele perdeu os dois elétrons.

B11: Então deve ficar Fe , por estar neutro, e H_2 . Com base na equação anterior, a gente está esperando isso.

A11: É, então a gente está esperando o FeH_2 .

Parte 9:

B11: Bom, agora sim, nós temos que desenhar e com base no desenho anterior, entre o bombril e o íon de cobre...

A11: O ferro continua sólido, então as partículas vão estar juntas.

B11: A gente espera que as partículas estejam juntas.

A11: H^+ não é gasoso?

B11: Então, era isso que eu estava pensando agora e tentando falar, eu acho que é gasoso porque é um H_2 , então deve ser gasoso.

A11: Mas está no final, então é só fazer o H^+ agora.

B11: Eu acho que o H^+ ainda deve ser gasoso.

A11: Se ele vai estar gasoso, ele vai estar bem separado em relação ao ferro.

B11: É, então está separado.

A11: No início as partículas de ferro que estão juntas e as partículas de hidrogênio que estão bem separadas e no final vai continuar com as partículas de ferro no estado sólido.

B11: E no final, as partículas de H^+ ...

A11: Eu acho que porque ele é gasoso, ele vai entrar mais no ferro.

B11: Eu também acho isso, irá ficar entre o ferro.

A11: Então, por exemplo, vai ficar duas partículas de ferro para uma de hidrogênio no meio, entre elas, depois mais ferro.

B11: Faz bastante sentido isso, né? Tomara que esteja certo.

A11: É, se for pensar só no estado físico faz sentido. Agora se for na reação, não sei. Vai ficar H_2 né?

B11: É, então são dois juntos.

A11: Então são dois átomos de hidrogênios para um átomo de ferro, bem grudadinhos.

B11: E o átomo de hidrogênio vai entre os ferros. Isso foi o que a gente pensou, baseado no exercício anterior.

A11: Eu acho que não existe nenhuma representação para quando é ânion e quando é cátion.

B11: É, também acho.

A11: Porque o ferro é o ânion e o H^+ é o cátion.

B11: Mas acho que não tem necessidade disso.

A11: Mas é na mesma proporção do outro desenho.

Parte 10:

A11: A gente esqueceu de balancear a equação, mas o resto está certo. A gente colocou o H_2 e Fe no final.

B11: E o desenho, o início está muito certo.

A11: Está igual.

B11: Está igual e o final, de certa maneira, a gente pode dizer que está certo, porque vai entrar ali o...

A11: É, o hidrogênio vai entrar no ferro, só que a gente falou que estaria muito junto porque o hidrogênio é gasoso.

B11: É, só que no final não está muito junto, mas...

A11: A gente acertou desenhando as moléculas de hidrogênio grudadas, e a de ferro grudadas por causa do estado físico. As de hidrogênios estão grudadas porque é H_2 , isso a gente acertou.

B11: Então a gente foi bem!

B11 e A11: Fechados com a Sol!!

Parte 11:

A11: Então, essa é a parte de reflexão. O que poderia ter ajudado ou atrapalhado a gente a fazer o trabalho.

B11: Vamos começar com o que poderia ter atrapalhado a gente. Então acho que atrapalhou por ser a primeira vez que a gente faz isso, de falar o que estamos pensando. Acho que isso para nós dois é bem difícil. Mas acho que nos saímos bem, apesar de, pelo menos da minha parte, não ter falado tudo o que eu pensei. Mas eu falei bastante coisa. E essa parte de gravar também, por ser a primeira vez, achei bem estranho. Mas eu achei legal. Então acho que esses foram os fatores que poderiam ter atrapalhado o trabalho.

A11: Uma coisa que eu acho que me atrapalhou foram as equações, porque eu me confundo muito fazendo, e acho muito mais fácil fazer os desenhos. E as valências me confundem muito.

B11: É, acho que foi isso...mas foi uma atividade bastante legal, porque como é uma hipótese a gente não pode ter medo de errar, e a gente não teve né. A gente

colocou o que achou que fosse. E acho que foi isso, é uma coisa que ajuda a gente bastante a raciocinar mais e tentar mais, ao invés de ler e desistir.

A11: É, agora a gente pode criar mais hipóteses.

B11: Agora a gente pode abrir a câmera do celular e gravar a gente criando hipóteses.

A11: É, todos os dias (risos). E eu nunca mais vou esquecer de analisar sempre o estado físico das substâncias. Antes era uma coisa que eu ignorava.

B11: Isso aí, fechado!

Grupo 12

Parte 1/2

B12: A gente acha que vai dissolver. A gente pensa que vai dissolver e ter reação química entre o...

A12: Veja. Reação química porque o bombril mudou de cor, ele ficou avermelhado.

B12: Entre o bombril e o ferro sólido.

A12: Não, eu acho que foi entre o bombril...não, o bombril e o ferro sólido.

B12: É?

A12: Acho que foi entre o Bombril e o cobre do líquido, do sulfato de cobre.

B12: E pareceu que cresceu também.

A12: É, pareceu que ele expandiu.

B12: Como você sabe que houve reação? Porque ele mudou de cor?

A12: É, porque ele mudou de cor.

B12: Ficou meio avermelhado.

Parte 3:

B12: Bom, então acho que vai ser assim: $Fe...$ mais $Cu...$ (A12 faz sinal com a cabeça que está concordando e observando B12 registrar), vai ser igual a $FeCu...$

A12: Sim.

B12: Porque Cu é $2+$ e Fe também é $2+$ (referindo-se ao produto), porque tá falando que ele transfere 2 elétrons.

A12: Sim.

B12: (dá bronca em B12 que se distrai) e...aí essa vai ser a equação final (mostra para a câmera o resultado).

A12: Acabou?

B12: Sim, pronto!

Parte 4:

B12: Vamos lá! Utilizando o modelo de bolinhas construa a melhor representação submicroscópica do início da reação e do estado final, colocando legenda. Procure representar várias partículas

interagindo e fale em voz alta. Então vamos lá!

A12: Então vamos representar....

B12: O modelo de bolinhas é aquele ali, esse aqui né? Tipo...

A12: Então vamos representar por cores, tipo, ferro vamos fazer vermelho e o cobre vamos fazer azul.

B12: Está! No início e ferro, o ferro está sozinho e o Cu também né? Vamos fazer assim A12, aqui a reação, tipo como se fosse a reação, e em baixo a gente faz as...as...

A12: Bolinhas.

B12: Bolinhas é. Vamos lá! Aqui fica vermelho e Cu é...

A12: Azul.

B12: Azul. Tá, deixa eu mostrar. A representação de bolinhas é tipo por molécula, não é?

A12: Uhum. Então faz várias bolinhas...

B12: Mas não são várias bolinhas ele dá duas bolinhas para o...

A12: Para o Cu.

B12: Para o Cu. Vamos fazer de lápis primeiro para ver como fica. É que eu não lembro ó.. Cu é 2, ela tinha falado que Cu era 2. Agora o que quer dizer isso, porque vai dar 2 e ele precisa de 8 né? Na camada de valência lembra? Então ele tem...

A12: 6.

B12: Mas, ele vai dar 2.

A12: Então ele tem 6.

B12: Não, se ele vai dar 2 ...aí, ele não vai ficar com 4? Ele não precisa ganhar 2?

A12: Não, se ele precisa de 8, e vai dar 2 ele tem 6.

B12: Não, porque se ele for dar 2 ele não vai ficar com 4?

A12: Por que 4?

B12: Por que 6 menos 2 é 4.

A12: Por que 6?

B12: Você falou que ele tinha 6...

A12: Não, eu não falei isso, eu falei que ele vai ficar com 6.

B12: Você falou que ele tinha 6.

A12: Tá, agora já era.

B12: Tá, então ele tinha...não, mas ele não tinha 8...

A12: É..

B12: Vamos pensar ó.. O tem 6.

A12: É para usar um monte de molécula, eu não entendi nada... um monte de partícula...

B12: Procure representar várias partículas interagindo...eu não entendi também. Eee laia. Vamos fazer assim oh...lembra...o objetivo não é acertar...se bem que não tem sentido isso que a gente fez...

A12: Não mesmo.

B12: Então vamos fazer assim...

A12: Só se a gente balancear.. doooooois.... bota o dois ali.

B12: Mas aí vai ter que colocar o dois aqui também. Aí vai ficar tipo...

A12: Igual.

B12: Igual. Vou colocar mais um aqui então.

A12: Então bota dois em tudo né? Coloca dois em tudo.

B12: Já sei, esse aqui deve estar separado, aqui vai ser assim ó... aí a gente coloca um 2. 2, 2 e 2.

A12: Suave então.

Parte 5:

A12: Erramos só o produto da equação. Colocamos que no final, o ferro e o cobre ficavam junto, mas não faz sentido o que pensamos.

B12: Não fez sentido mesmo, porque a bolinha de palha de aço entrou e depois saiu, e não ficou lá (dentro do béquer). E o ferro transferiu dois elétrons para o cobre, portanto o cobre perdeu 2+ para o ferro.

A12: Erramos o esquema completamente. Tinha muito ferro, então as moléculas de Cu entraram em contato com o ferro, aí elas perderam o 2+ e viraram só Cu. Aí saiu Cu e Fe²⁺.

B12: Ainda não entendi muito bem.

A12: Tinha ferro sólido (que é a bolinha de palha de aço), aí entrou em contato com o líquido (que é o Cu²⁺). Aí o Cu²⁺ que entrou em contato com o ferro virou Cu e perdeu 2+ para o ferro que ficou Fe²⁺.

B12: Sim...

Parte 6:

A12: O ácido sulfúrico ele corrói o ferro, então eu acho que ele vai corroer o ferro.

B12: Corroer? Tipo...você acha que ele vai sumir?

A12: É tipo...não sumir mas, sei lá.

B12: Não sei.

A12: Eu acho que o ácido sulfúrico vai...

B12: Eu acho que vai ter uma reação, tipo, não sei o que vai acontecer mas vai reagir porque o ácido sulfúrico é...

A12: Ácido, ele corrói. Então acho que é isso aí. Ele vai corroer a bolinha de Bombril.

B12: É...

Parte 7:

A12: Tá, houve sim reação porque o...tanto é que a bolinha de bombril ficou mais...escura e no meio da reação ela afundou.

B12: E borbulhou.

A12: E borbulhou, exatamente. Ele está perdendo alguma

substância, tipo depois da reação, é...mergulhada lá no ácido, saiu...tipo em forma de gás. Por isso que ela borbulhou e saiu.

B12: Então, houve reação entre o ácido sulfúrico e o ferro, né? E...a gente sabe porque ela mudou de cor, ficou mais escura.

A12: E porque afundou. Perdeu algo.

B12: Exatamente.

Parte 8:

B12: Fe é 2+ né?

A12: Não, não sei...

B12: Fe não tem nada.

A12: É...mais o H₂SO₄ que é com quem ele reagiu. Eu acho que ele liberou H⁺. Lógico que ele liberou H por isso que saiu gás.

B12: Então vai ficar tipo Fe²⁺?

A12: Porque 2+?

B12: Não é 2+? Porque ele transfere, vai perder dois elétrons.

A12: Boa, boa! Fe²⁺ mais...

B12: Ele transfere para os cátions...então é mais H₂SO₄²⁻? Será que é isso?

A12: Não sei.

B12: Porque aí esse 2- quer dizer que ele (ácido sulfúrico) ganhou 2 elétrons. Ele tecnicamente ganhou 2 elétrons do Fe. Aí podia ser aqui o 2-...

A12: Mas e o gás que saiu...que borbulhou?

B12: Eu não sei. Eu não sei que gás é esse mano. Ó...Fe antes é Fe normal né? Isso a gente sabe. Isso aqui também.

A12: Que reagiu Fe com H₂SO₄. O problema é o produto.

Parte 9:

A12: Então tá. Eu acho que vai ficar tipo um negócio meio assim... tinha o negocinho de bombril que é o ferro, desse jeito que estava lá no negócio...isso é o ferro.

B12: Calma.

A12: Aí ele entrou em contato com o...

B12: Posso pintar tudo assim?

A12: Tá. É...entrou em contato com o...com o H₂SO₄. Mas eu acho que o que reagiu com ele foi o H₂. O H₂ entrou aqui...então a gente pinta de outra cor. As moléculas de H₂ reagiram com isso aqui e o que ficou no final foi o ferro...com...

B12: 2+

A12: Não, eu acho que tipo, só essas bolinhas reagiram por enquanto, não foi em tudo que reagiu. Então acho que ficou tipo o Fe²⁺ aqui, é isso?

B12: Não sei A12, eu tô confusa porque eu não tô entendendo esse negócio do...porque ela falou que transferiu do ferro para o H,

mas como que a gente vai fazer isso, não existe H^{2+} .

A12: Eu acho que tipo aí aqui, ficou isso aqui, e o que saiu do ferro...

B12: Então calma, o que que é isso aqui?

A12: Isso aqui é o ferro normal.

B12: Então calma isso aqui que é vermelho não isso.

A12: Mas isso aqui era para ser outra cor de vermelho. E ficou oooou..

B12: Não calma...então tem que pintar de outra cor A12.

A12: Tudo bem a gente muda a cor.

B12: Então aqui é vermelho...

A12: Esse é o Fe^{2+} , mas eu acho que o que saiu não foi a ...o resto da reação fica SO_4 e sai H_2 , vou pintar H_2 de preto.

B12: Isso aqui é $HSO_2...H_2SO_4$. Será que dá para fazer isso?

(pausa)

A12: Então vamos botar legenda.

Fe vermelhinho, H_2 ...mas não é o H_2SO_4 que reage?

B12: É sim.

A12: Todo não.

B12: É verdade, é ao contrário.

A12: Não esse aqui é o sólido. Esse é o sólido, esse tá certo.

B12: Certeza?

A12: Não sei, esse aqui...

B12: Acho que tá certo isso aqui, o H vai sair quando voltar pode voltar só o SO_4 .

A12: Tá. Tá.

B12: Dá na mesma, não sei se isso pode acontecer...

A12: Tá tudo bem. O roxinho é o que?

B12: É...H

A12: Não, o roxinho é.. Fe^{2+} .

B12: E o H, onde tá?

A12: No preto.

B12: E o SO_4 ?

A12: O SO_4 saiu também, mas eu acho que o H_2 que é o preto, a gente devia ter juntado eles, mas tudo bem, a gente junta agora, o H_2 saiu para o ar, que foram aquelas bolinhas que saíram...o gás que saiu.

B12: Mas então o SO_4 não pode ter sumido, ele tem que estar em algum lugar.

A12: Então, o SO_4 tá no líquido. Mas tipo, só SO_4 .

B12: Tá então...

A12: A gente pode fazer umas bolinhas aqui e o rosinha é o SO_4 . Então vai ficar no final H_2 gasoso e o SO_4 líquido.

B12: Essa foi a nossa conclusão.

Parte 10:

A12: Foi quase o que pensamos. Só que o que reage com Fe não é

o H_2SO_4 e só...sim o H^+ . Aí sai o que a gente já falou... Fe^{2+} e o que a gente ia escrever e que não deu tempo que é o H_2 ...

B12: A gente quase acertou, mas o que reage é o H^+ para formar o H_2 ...

A12 – Éeee...então...a única coisa que erramos mesmo foi que representamos o SO_4 . Só que SO_4 é a solução, a solução, então não precisava ter representado.

B12: Mas, e o desenho?

A12: Então, no desenho o Fe reage com o H^+ , depois o Fe perdia Fe^{2+} e o H_2 também saem. A gente bota que o H_2 saia, gás...e...

B12: Então o Fe^{2+} solta, isso é o certo. E ao invés de ser o H_2SO_4 (que reage) é somente o H^+ , porque é ácido, solta esse H^+ no líquido.

A12: Eu pensei nisso, mas como já tínhamos feito a equação, fiz do jeito que estava lá.

B12: Mas se a nossa equação estivesse certa, o desenho que fizemos não estaria errado.

A12: A única coisa que erramos foi que colocamos que o Fe^{2+} ainda ficava ligado e que o que reagia não era o H^+ e sim o H_2SO_4 . B12: É...

Parte 11:

A12: Eu acho que o exercício de comparar hipóteses com resolução ajudou, porque pudemos ver o que achávamos que podia ter acontecido e o que acontece de verdade. Conseguimos refletir usando os nossos erros.

B12: O desenho ajudou.

A12: O desenho ajudou muito porque na primeira imagem que desenhamos não tínhamos ideia do acontecia, e na segunda já tínhamos uma ideia. Não acertamos, mas sabíamos mais ou menos como fazer. O que pode ter atrapalhado foi a parte de fazer a equação sozinhas.

B12: Tem a pressão também.

Grupo 13

Parte 1

A13: Oii, O que você acha que vai acontecer?

B13: Com a palha de aço?

A13: Quando for adicionada a solução de sulfato de cobre.

B13: Não sei.

A13: Acho que pode enferrujar ou corroer o ferro.

B13: Pode ficar meio marrom né, porque quando enferruja, fica com aquela coloração meio alaranjada.

A13: O ferro...o ferro...pode se juntar ao sulfato, já que o sulfato é negativo e o ferro é positivo.

B13: Sim.

A13: Podem formar uma nova substância.

B13: Vamos olhar na tabela.

A13: Porque ele é número 11, aí ele vai juntar com o SO_4 , aí formar uma nova substância.

A13: Tá. Acho que é isso.

B13: Pode ser.

A13: Então, o ferro pode enferrujar ou se juntar ao sulfato.

Parte 2

B13: Nossa hipótese estava certa, porque enferrujou.

A13: É, enferrujou, deu uma inchada também.

B13: Pode ter sido porque entrou em contato com o líquido, não sei.

A13: E a gente sabe disso porque mudou a aparência, ficou um pouco avermelhado, tipo cobre.

B13: Típico quando alguma coisa enferruja.

A13: Quando algo enferruja fica meio avermelhadinho, então acho que foi o que aconteceu.

B13: E uma reação aconteceu, porque para ele ter enferrujado...

A13: Tem que ter acontecido uma reação, entre as duas substâncias né, sulfato de cobre e o ferro, é o ferro oxidou.

B13: Verdade.

Parte 3

A13: Ferro...transfere 2 elétrons para o cátion da solução, então o ferro vai estar reagindo com o Cu^{2+} , certo?

B13: Uhum.

A13: Tem que só...equacione a interação entre o ferro e os íons de cobre, então não precisa ter o sulfato né?

B13: Se o ferro vai transferir 2 elétrons...

A13: Então depois que transferir os 2 elétrons, vai ficar Cu e Fe^{2+}

B13: Sim.

A13: Será que é isso? Vai ficar Cu...porque se o ferro transferiu 2 elétrons vai ter que ficar positivo, aí vão entrar 2 cargas negativas aqui (mostra o íon de cobre) e ele vai ficar neutro.

B13: Eu acho que tá certo, porque se tá escrito ali ele transfere 2 elétrons para o cátion da solução, o cátion da solução...acho que tá certo...

A13: É que tá muito simples, porque o balanceamento também vai ficar 1 e 1, né? Tá certo... Não sei, porque o que a gente pode fazer? Porque para mim é isso.

B13: Antes não era $CuSO_4$?

A13: É! Então, essa é minha dúvida porque está escrito íons de cobre, então acho que é só o íon, ah não! Acho que é SO_4^{2-} , vamos escrever SO_4 , aí vai ficar $\text{Fe}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$.

B13: Acho que sim, porque se desde o começo ele tá lá.

A13: Porque aí vai mudar...

B13: Sim, acho que tá certo.

A13: Tá certo agora vai...

Parte 4

A13: Então a gente desenha aqui um béquer né? Usando o modelo de bolinhas conforme a representação submicroscópica do início da reação e estado final, colocando legenda, procure representar várias partículas interagindo.

B13: Então primeiro...a gente...não é melhor a gente fazer legenda, então faz, tipo, Fe...

A13: Tá, então primeiro vamos desenhá-las as bolinhas.

B13: Um béquer, no início ele tinha...

A13: Então aqui a gente desenha Fe, isso mesmo?

B13: Aham.

A13: Vou fazer com um x dentro.

B13: Isso, daí depois isso coloca na legenda...

A13: SO_4 vai ser qual? Qual jeito de bolinha, pintada?

B13: Aham...

A13: Cu?

B13: Faz essa bolinha mesmo, sem nada... SO_4 já fizemos.

A13: Não faço ideia do que vamos fazer, rs.

B13: Agora, se a gente colocou essa equação, no fim vai ficar a mesma coisa, não, não vai ficar a mesma coisa.

A13: Acho que o béquer ficou pequeno para desenhá-las, não ficou?

B13: Um pouquinho.

A13: O que a gente faz? Branquinho?

B13: Branquinho.

A13: Se eu tirar isso aqui já dá para aumentar ele, pronto, aí a gente coloca água aqui, pode? O que a gente faz? A gente pode colocar a água...

B13: Aguiinha né, dentro...antes tinha o Fe.

A13: Fe é o cobre né? Não, o ferro, aquela bolota de palha de aço.

B13: Então eu acho que... Fe é só Fe ou Fe é...?

A13: Acho que podem ter vários Fe(s) porque se você pensar no final eles continuam juntos, então, porque aquele aglomerado são vários...

B13: Mas a gente não sabe quantos né?

A13: É, então vamos desenhar alguns né?

B13: É, desenha tipo uns 4, sei lá.

A13: Aí acho que SO_4 e o Cu se separam na água porque um é positivo e o outro é negativo.

B13: Sim, exatamente! Então coloca o SO_4 de um lado e o Cu de outro.

A13: Mas podem ter vários né?

B13: Sim.

A13: Dá um zoom!

B13: Pronto, ali tá o aglomerado de palha de aço, que deve ser mais de um Fe e o SO_4 e o Cu dentro do béquer...

A13: Mas a gente pode desenhá-las como se estivesse dentro ainda, aí acho que temos que misturar o Fe com o SO_4 né? Não sei se tem muito a ver.

B13: O Fe com o SO_4 ?

A13: É, o que a gente escreveu aqui.

B13: O Fe não é positivo e o SO_4 negativo? Tem sentido!

A13: É.

B13: É difícil pra caramba...

A13: Acho que isso tem que continuar meio junto, porque aquilo lá era um aglomerado.

B13: Sim. A legenda tá aí já?

A13: Aqui a gente precisa desenhá-las mais um...perai!

B13: Eu não sei se isso pode, tá certo ou errado, mas enfim, a gente tentou...

A13: Só um branquinho para ficar bonitinho né, as bolinhas tão muito parecidas...é vou escrever a legenda e já era...puts, a gente escreveu a legenda no lugar errado

B13: Puxa uma setinha, gambiarra...

Parte 5

B13: Da primeira vez...

A13: A gente tinha acertado, mas aí a gente ficou um pouco na dúvida.

A13: E a gente acabou errando e errando feio.

B13: Porque...tava meio simples, só aquilo.

A13: Então, demos uma complicada, aí a gente errou, errou tipo, totalmente, escreveu um negócio nada a ver e foi isso, a gente escreveu um negócio nada a ver.

B13: Olha ali ó, tem o Cu^{2+} , o Cu.

A13: A gente ia fazer certinho, se a gente tivesse deixado aquilo que a gente fez antes, só que estava muito simples e como era um trabalho, deveríamos dar uma complicada né?

B13: A gente achou que ia ter que dar uma complicada, tá, agora..

A13: Acho que a gente já justificou detalhadamente o que a gente fez, foi bem errado.

B13: A gente colocou a equação errada mesmo e pronto! Não confiamos sem nós.

A13: É a gente não confiou na gente, tínhamos feito certinho e falamos "ah, muito simples" e aí a gente colocou um SO_4 aqui que não tem nada a ver, acho que foi isso mesmo, não tem mais o que falar.

B13: E se a gente tivesse feito a equação certa, a gente não teria errado no desenho também.

A13: É, a gente teria feito o desenho certo.

B13: É, só isso.

A13: Vamos acertar o próximo agora.

B13: Fé em Deus.

Parte 6

B13: Bom, então, agora a gente tá analisando o ácido sulfúrico com a palha de aço...

A13: A gente acha que o sulfúrico, não...o sulfato não vai fazer parte da reação.

B13: É o SO_4 não vai participar, porque dá outra vez a gente errou por isso, e vai corroer mais, vai ficar mais...

A13: Vai ficar mais enferrujado.

B13: Porque é um ácido.

A13: É, é um ácido, então acho que vai enferrujar bastante assim, vai corroer.

B13: Vai corroer e ficar bem avermelhado.

A13: Acho que essa é a nossa hipótese, o SO_4 não vai participar de nada.

B13: De nada, porque a gente errou da outra vez por ele!! É isso!

A13: É isso!

Parte 7

A13: A gente errou tudo até agora.

(risos)

B13: A gente errou tudo, a gente falou que iria corroer, mas na verdade nem mudou de cor.

A13: Ficou só um pouco mais claro, deu uma limpada, acho...

B13: No vídeo dá para perceber que ele começou a soltar umas bolinhas de gás, parecia que estava liberando alguma coisa A13!

A13: Então, houve reação, acho que, entre o ferro e o hidrogênio.

B13: É...

A13: Eles devem ter trocado elétrons né, deve ter tido uma transferência de elétrons do ferro para o hidrogênio...

B13: Acho que é isso...e a gente achou no começo que ia mudar de cor, porque era um ácido, mas na verdade, não! E ficou meio prateado quando estava dentro do béquer.

A13: Acho que foi isso mesmo...

Parte 8

B13: Vou mostrar aqui como vai ser a equação...

A13: Bom, acho que vai ter o ferro né...e o cátion aqui de hidrogênio...não é isso? O ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução... só que o ferro vai perder um elétron né... e ali está falando que eles (os íons de hidrogênio) vão receber dois, então, a gente tem que dobrar a quantidade de hidrogênio.

B13: Hummm...boa!

A13: Então aqui tem que ficar $2H^+$ ... tem que ficar Fe^{2+} mais o hidrogênio (nos produtos e escreve H_2)...só que eu acho que...é porque o hidrogênio... eu acho que o gás...éeee! O hidrogênio é H_2 , porque foi o gás que saiu, que foi hidrogênio.

B13: Ô...nossa...

A13: Genial, olha isso tá muiiiito certo...dois hidrogênios aqui (reagente) e dois aqui (no produto)...

B13: Nem pense no SO_4 ...

A13 Oi? Não, não, tá certo assim.

B13: Não vamos nem mexer mais...

Parte 9

A13: (Leu o enunciado). Tá, vou desenhar aqui o béquer que a gente desenhou no outro, só que acho que a gente pode, tipo, colocar... Vamos começar pela legenda, ferro...

B13: Ah A13, deixa eu falar, não esquece do tamanho das bolinhas.

A13: O Fe^{2+} vai ser menorzinho, vamos fazer todo preto. Vê quem é maior o Fe ou o H...o H é menor, o H é bem pequeno, acho que tá bom o H, e o H^+ a gente faz ainda menor....precisamos fazer o desenho...

B13: O Fe tem aquele aglomerado não é?

A13: É! Já vou fazer o aglomerado...

B13: Igual ao último desenho da Sol!

A13: É! A gente está levando bastante em consideração o último gabarito né...tá, aí aqui a gente vai desenhar o H^+ ... ah, é roxo! Desenhei muito errado e ainda é roxo. Tá, agora a gente vai desenhar aqui o outro béquer, aí

nesse ainda tem um pouco de ferro né...

B13: Tem! Vai ter. Mas, tem um pouco de ferro porque vai ficar pouquinho lá dentro? Mesmo se tirar o pedaço de palha de aço?

A13: Acho que vai né, porque nem todo o ferro oxida. Então a gente coloca um pouco no desenho, principalmente aqui mais atrás, igual a imagem, lembra?

B13: Uhum...

A13: Aí aqui alguns H's. Nossa, pera aí...e, aí a gente desenha alguns ferros já oxidados, que vão ser pintados, certo?

B13: Certo! Atenção! Não se distraia com grupos alheios!

A13: Ah! Desculpa (risos)!

B13: Metacognição?

A13: Metacognição! (Risos) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (contando quantos átomos tem nos béqueres). Aí, pera aí que eu tô...nossa, pera aí, eu deixei elas muito despintadas né? Aqui vai ser oito, então aqui precisa ter oito né! Só que se a gente considerar que tem 5 precisa ter 5 H's. Puts, então temos que fazer mais, porque a quantidade de Fe é a quantidade de H's. Então, aqui precisa ter 10 moléculas dessa. Não! 5 moléculas e 10 átomos. A gente pode deixar ainda alguns H's sem reagir. É, acho que tá certo!

Parte 10

B13: Gente! A gente acertou!

A13: A gente errou ali, a gente achou que o Fe continuava junto igual antes né, só que o Fe ali parece que se solta, tá vendo?

B13: Verdade!

A13: Só que o resto a gente acertou tudo, a equação a gente acertou.

B13: É, mais ou menos! Sim!

A13: Sim, porque ali a gente colocou o Fe^{2+} se juntando na multidão de Fe, mas, o resto a gente acertou tudo! Chega mais perto, porque as pessoas estão falando muito alto, acho que estão empolgadas.

B13: É!! Acho que eles acertaram também, não sei...

A13: É, a gente achou bem mais fácil agora...

B13: Depois de ter aprendido né?

A13: É, principalmente depois de ver o outro exemplo, deu mais segurança para deixar simples...

B13: Porque no outro a gente tentou deixar complicado...

A13: E aí acabou ficando...

B13: E agora a gente acertou!

A13: É acho que é só isso mesmo, a gente acertou, e só errou o

detalhe do Fe^{2+} , que a gente achou que estava ainda junto do...

B13: Do aglomerado!

A13: Do aglomerado, mas não!

B13: Ele está solto.

A13: Ele vai soltando, mas o restou a gente acertou, tipo, mais ou menos, mas para mais né, vamos ser otimistas. A gente acertou bem mais que o outro, o outro realmente a gente tinha errado feio. Então é isso!

Parte 11

A13: Bom, esse exercício de comparar a hipótese com a representação ajudou bastante...

B13: Sim!

A13: Tanto é que no segundo a gente acertou bem mais, deu para entender!

B13: Deu para entender e outra coisa, o negócio da professora disponibilizar os vídeos, de como é a experiência, dá para realmente ver como é!

A13: Eu acho que a gente tentou fazer uma coisa parecida com o que a gente já fez antes, que é trocando, uma dupla troca, uma simples troca, sei lá...

B13: A gente percebeu que a desconfiança também, nos prejudicou muito, porque no começo nós tínhamos feito certo, no primeiro experimento e depois a gente achou que tínhamos errado...

A13: E a gente acabou complicando! Acho que isso foi a pior das coisas, ao invés deixar um SO_4 lá parado, a gente pensou "não, tem um SO_4 lá ele tem que fazer alguma coisa".

B13: E a gente descobriu que ele é íon espectador.

A13: Ele não faz nada! Então acho que esse foi o nosso principal erro...

B13: E é isso! Nós gostamos bastante do trabalho!

A13: É, e aí quando a gente viu a imagem, a gente usou a lógica para fazer o segundo parecido com o primeiro que a gente tinha visto o gabarito. E a gente acabou quase acertando completamente.

B13: O que a gente errou foi coisa simples e é isso!

A13: Acho que é isso, acho que deu para a gente aprender bastante!

B13: Tchau!

A13: Até a próxima pessoal! (Risos) Metacognição, pensar sobre seu pensamento pode ser uma boa!

Grupo 14

Parte 1

A14: Bom, eu acho que o ferro... por estar só ferro, ele não estará estável, então acho que ele vai ser oxidado e vai perder elétrons para a solução de sulfato de cobre.

B14: É, verdade, o átomo de ferro vai perder elétrons para ficar estável, como íon.

A14: Também acho que após a reação ele vai estar mais com aquela coloração ferrugem.

B14: Então ele vai estar enferrujado né?

A14: É, acho que a solução de sulfato de cobre vai perder oxigênios porque vai perder elétrons.

B14: E aí que vai passar para o ferro, o que vai fazer enferrujar.

A14: É, exatamente, eu acho que é isso, que vai levar a oxidação do ferro.

Parte 2

A14: O que a gente achou que ia acontecer na parte 1 de fato aconteceu, o ferro foi oxidado.

B14: Sim, é isso, a reação foi entre Fe e Cu, os oxigênios foram para o Fe.

A14: E nós sabemos que houve reação, porque deu para ver no tubo de bquer que houve uma pequena liberação de gás e a cor do ferro mudou.

B14: Sim, eu concordo.

A14: Aprofundando um pouco mais, o ferro ao ser oxidado se torna Fe_2O_3 que indica a passagem de átomos de oxigênio para o Fe o que confirma a oxidação. Se formos fazer o Nox do Fe puro e do Fe_2O_3 o Fe vai ter um Nox diferente, vai ter variação no número de elétrons.

B14: Boa, isso mesmo.

A14: Concorda?

B14: Concordo!

Parte 3:

A14: Primeiro temos que anotar as informações, o ferro transfere 2 elétrons para...então se ele perde 2 elétrons ele fica Fe^{2+} .

B14: Sim.

A14: Ele vai reagir com os íons de cobre resultando Cu^{2+} .

B14: Sim.

A14: Se a gente for fazer a interação química disso, cruzando as cargas.

B14: Vai ficar Fe_2S_3 ...

A14: Fica FeCu ...mas, é para fazer com o íon? Que estranho.

B14: Espera, o Fe, mas pera, tá certo isso mesmo?

A14: É com o ferro e a solução de sulfato de cobre ou direto com o cobre?

B14: É então, isso que eu fiquei na dúvida também...

A14: Ahhh...O ferro fica aqui 2-, o cátion da solução é o cobre.

B14: Sim...

A14: Então a solução que é sulfato de cobre, o SO_4 fica 2- no total.

B14: Bom...deixa assim.

Parte 4

A14: Bom, no início vamos ter o átomo de Fe, que representamos por bolinhas com um x dentro.

A14: Então aqui vão ter várias bolinhas, vários átomos de ferro.

B14: Sim.

A14: E aqui vai ter sulfato de cobre.

A14: Que é o CuSO_4 , aí coloca o Cu como uma bolinha com outra bolinha dentro

B14: Pode fazer uma bolinha vazia...tipo...uma cheia, tanto que diferencie...

A14: São os íons de cobre, acho que a gente tem que representar os íons de cobre...

B14: Não tô entendendo se tem que representar só os íons de cobre ou o CuSO_4 ....

A14: Vamos pelo que está escrito aqui.

B14: Mas se fosse só pelos íons de cobre seria muito fácil, né?

A14: Verdade.

B14: A gente ia colocar vários átomos de ferro, de cobre e no final ia juntar...

A14: Verdade, não faz sentido... teria que ser com o sulfato de cobre mesmo que seria, o Cu, o S, com um quadradinho dentro...e 4 oxigênios...

B14: Aí faz o oxigênio com umas bolinhas pequenas...

A14: Seria isso.

B14: Como que o ferro vai reagir com eles?

A14: Hum...se o ferro oxidou...ele vai transferir 2 elétrons para o Cu, então fica Fe + sulfato de cobre... que vai dar o ferro oxidado que é o Fe_2O_3 .

B14: Boa!

A14: E aqui no primeiro ferro, o Nox vai ser 0. O SO_4 , vem do ácido sulfúrico que tem o H_2SO_4 então ele é 2-.

B14: Então o oxigênio é 2- e como você sabe dos outros?

A14: Todo SO_4 é um íon que é 2-, cada O é dois menos então dá 8- aqui, então fica o Nox do S...portanto, disso a gente tira que o Nox do S seria 6+...então cobre é 2+, então aqui vai sobrar o Cu e o S, aqui o O é 2-, logo o ferro é 3+...

B14: Sim.

A14: Então o ferro ganhou 3 elétrons...então é isso...aqui a gente desenha...

B14: E na frente do Cu vai ter 3, aí na frente do ferro vai ser 2 porque são 2 ferros...

A14: Então a reação vai ser das bolinhas de ferro, as de sulfato de cobre e ao final vai ter 2 de ferro ligadas...

B14: E 3 de oxigênio...

A14: E também as moléculas de CuS , não lembro o nome disso...junto com o cobre, bolinha com a bolinha...

B14: E balancear? Porque tem muito ferro aqui...

A14: Vou colocar mais ferro oxidado aqui...

B14: Fechou!

Parte 5

A14: Nossa teoria inicial estava certa, mas nós mudamos, adicionamos o sulfato de cobre inteiro.

B14: A teoria era ferro mais cobre, era o que a gente estava achando que era fácil demais para ser verdade.

A14: Exatamente, mas foi por pouco...o nosso desenho ficou bem diferente porque...

B14: A gente imaginou que era a reação de ferro mais sulfato de cobre.

A14: É, não só entre o ferro e o cobre, mas...nós teríamos acertado se tivéssemos seguido o enunciado, que é entre o ferro sólido e os íons de cobre, não a solução de sulfato de cobre...o nosso desenho está totalmente errado, mas vendo agora o gabarito, fica fácil de entender. O enunciado falava que o ferro transferia 2 elétrons para um íon de cobre, um cátion de cobre, então inicialmente o ferro não tinha carga, e o cobre que já era um cátion 2+...ele já tinha dois elétrons a menos, vai gerar depois a reação, um ferro com falta de elétrons ou seja um cátion de ferro 2+, e o cobre totalmente...estável.

B14: Sim!

A14: Porque ele recebe os elétrons que faltavam para ele.

Parte 6

A14: É uma reação semelhante a primeira, mesma teoria, uma solução que vai ter um cátion e um ânion, só que nesse caso o cátion vai ser o hidrogênio.

B14: Que vão ter 2.

A14: Isso, então o ferro vai transferir um elétron para cada hidrogênio.

B14: Vai oxidar do mesmo jeito?

A14: Sim, a oxidação deve ser a mesma.

B14: Também acho.

A14: Se a reação for mais intensa nesse caso, talvez seja por ter ácido sulfúrico e o ácido aceleraria.

Parte 7

A14: Bom, teve reação mais uma vez, a nossa impressão foi de que ela foi um pouco mais fraca.

B14: Do que a gente imaginava né?

A14: É...mas o ferro estava diferente no final, e isso ficou evidente no vídeo e agora depois da explicação de íon espectador nas reações, que o sulfato é um íon espectador, ele não participa da reação, a reação deve ter sido entre o ferro e o hidrogênio, já que o hidrogênio vai perder um elétron o ferro vai...

B14: Vai ganhar elétron, a gente sabe que teve reação mais uma vez, por conta da liberação de gás, e essa foi mais fraca que a primeira.

A14: Sim.

B14: Pelo vídeo foi o que deu a entender, porque ele estava levemente mais escuro que o inicial, mas ainda sim teve reação.

Parte 8

A14: A reação é entre o átomo de ferro que vai transferir 2 elétrons para os cátions da solução...que são os H^+ ? Então é $Fe + H^+$ ...

B14: Mas, não tem que fazer entre a palha de aço e o ácido sulfúrico, porque a outra a gente errou porque não fomos pelo enunciado, né?

A14: Sim, mas nessa o sulfato do ácido sulfúrico...é um íon espectador, então ele não participa da reação, e pela lousa também está falando que a reação é entre o ferro e o íon de hidrogênio da solução.

B14: Então quer dizer que no final o ferro que vai ficar eletrizado positivamente?

A14: Sim, porque o ferro vai transferir 2 elétrons para os cátions, então o ferro vai ficar $2+$ e o H^+ ...

B14: Por que fica $2+$?

A14: Porque ele vai transferir dois elétrons...mas o H não pode receber...

B14: Será que o H não fica...

A14: Ah, cada H vai receber 1 elétron porque é H^+ , então tava faltando um elétron aqui, então vai precisar de...

B14: Como assim?

A14: Porque o ferro vai transferir 2 elétrons, então você tinha hidrogênio que tava com uma carga, um elétron a menos então

vai precisar de dois hidrogênios para receber os elétrons de ferro.

B14: Sim, sim.

Parte 9

A14: No início vai ter...um monte de ferro junto, no estado estável deles, ou seja, não iônico, apenas os átomos de ferro e os íons H^+ espalhados na solução.

B14: Sim.

A14: E acho que depois da reação uma parte dos átomos de ferro continua estável, apenas átomos sem carga, mas alguns vão se desprender e como eles vão perder 2 elétrons vamos ter alguns Fe^{2+} na solução...alguns íons de ferro...os hidrogênios que estavam livres na solução para ficarem estáveis vão se ligar nesses ferros já estáveis. Vai ficar...alguns átomos de hidrogênio ligados no ferro estável...o dobro...então...então seria isso você concorda?

B14: Sim, já que agora alguns ferros vão perder os elétrons eles vão se ligar aos hidrogênios para se estabilizarem, acho que é isso.

A14: Eu também acho porque...

B14: Isso que alguns ferros não vão se ligar, mas vão continuar soltos.

A14: Exatamente, como está dito aqui na legenda...tem o átomo de ferro sem carga e tem o íon de ferro...tem o H^+ e tem o H ...ahhhh...eu acho que os átomos de H estáveis depois de ganhar elétrons, não vão precisar se ligar em ninguém, então, eles não vão se ligar nesses átomos de ferro. Faz sentido?

B14: É, agora no final da reação não vai ter mais hidrogênio faltando elétron, então ele não vai se ligar em ninguém para se estabilizar.

A14: Exatamente...acho que é isso, então nisso a reação teria todo o ferro, tudo estável, sem carga, e os íons de H^+ , além disso o sulfato, mas o sulfato não interessa na reação. No final uma

parte do ferro vai continuar estável, e alguns ferros, os que transferiram elétrons para o hidrogênio, vão estar livres, com cargas negativas a menos e o hidrogênio que estava positivo vai ficar neutro (estável).

...então...hum...mas o hidrogênio pelo o que eu me lembre nunca está sozinho...

B14: Éeeee, e aí os hidrogênios vão se ligar e ficar H_2 .

A14: Sim, então aqui ao invés de gerar dois hidrogênios estáveis, ele vai gerar uma molécula de H_2 ,

porque o hidrogênio quando recebe um elétron... nesse caso ele compartilha com outro hidrogênio. Então vai ficar na solução final com... Fe^{2+} , ferro oxidado que perdeu elétrons e o H_2 que é o gás!!! Que a gente viu na reação...lembra? Liberou bastante gás!!!

B14: Sim...

A14: Fechou!

Parte 10

A14: A única coisa que erramos, foi que nós esquecemos de balancear a equação.

B14: Não balanceamos o $2H^+$.

A14: Mas isso foi um detalhe...

B14: No final a gente acabou descobrindo que ia ficar H_2 , mas tinha que ter balanceado no começo da equação.

A14: Exatamente...o fato do hidrogênio que nunca está sozinho na atmosfera.

B14: Ele tem que se juntar com outro hidrogênio...

A14: Ele só tem um elétron na camada de valência, então junta com outro, fica H_2 ...o hidrogênio não pode ficar sozinho, então ele teria que se juntar a outro hidrogênio.

A14: Porque ele não tende a perder o único elétron da sua camada de valência, com isso sabemos que acertamos a parte teórica da equação.

B14: E a parte do desenho também acertamos. Primeiro o ferro no estado estável e uns H^+ , uma parte desses ferros vão continuar juntos, alguns serão liberados como cátions, e os hidrogênios que estavam iônicos, no início sem cargas, vão estar ligados em H_2 que é o gás.

A14: Poderíamos ter dado uma ênfase no tamanho, porque o H^+ é pequeno e o Fe^{2+} também, como ele perdeu 2 elétrons, e o raio atômico dele vai ser menor, porque a força que o núcleo vai exercer sobre ele vai ser a mesma só que com menos elétrons.

Parte 11

A14: Esse exercício ajudou, porque, partimos sem saber nada no primeiro exercício, mas construímos o conceito depois.

B14: Tanto que nós erramos inicialmente.

A14: Mas na segunda nós acertamos, pois comparamos as hipóteses do 1 e conseguimos acertar a segunda a partir do conceito.

B14: O desenho da primeira ajudou a organizar as ideias para

poder fazer o desenho do segundo exercício certo.

B14: Com certeza, no primeiro o que erramos foi o fato do sulfato não participar da reação, e nós não prestamos atenção nisso, no enunciado, fomos pela nossa cabeça.

A14: Mas no final, não vamos esquecer nunca mais que o sulfato é um íon espectador. Não vamos mais colocá-lo como participante da reação. Um comentário importante que a professora fez, que foi colocar no gabarito que o sulfato é um íon espectador, o que nos ajudou a fazer a questão 2 mais bem feita.

B14: Eu também acho.

Grupo 15

Parte 1/2

B15: A gente achava que não ia nem mudar de cor, nem ter gás e achava que a bolinha ia dissolver.

A15: Eu acho que o ferro e o cobre vão se juntar, porque depois da reação química que ficou vermelho.

B15: Se acha que ao invés de juntar o Fe com SO_4 vai juntar ferro com cobre?

A15: Pera aí...

B15: De qualquer maneira teve reação. É...eu não tô entendendo isso, o ferro não fica mais.

A15: É nem pode acontecer isso, o Fe deve ter se juntado com o SO_4 , aí vira sulfato de ferro.

B15: Cu e Fe têm a mesma valência?

A15: Sim, os dois são dois mais.

B15: Só dá para saber que teve reação, porque ficou avermelhado.

A15: Eu acho que um dos oxigênios de SO_4 saiu e foi com o ferro, aí ficou FeO ...sei lá.

A15: O oxigênio trocou de lugar.

B15: Então, ficou FeO , porque é $\text{Fe}^{2+}\text{O}^{2-}$.

A15: Ficou sulfeto de cobre e óxido de ferro.

B15: Tá, o que reagiu é o cobre, separou do SO_4 e o ferro juntou com o outro O.

A15: Sim, um dos "Os" oxidou e juntou com o ferro.

Parte 3:

B15: O ferro transfere dois elétrons para o cátion da solução (Cu^{2+}).

A15: Então, Fe +...

B15: Vai ficar Cu^{2+} e SO_4^{2-} soltos na solução?

A15: Não, é só do íon, olha: Equacione a reação entre o ferro e o cobre. É só $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+}$.

B15: Fe é zero né?

A15: É.

B15: Tá. O Nox dele é zero?

A15: Sim, o Nox dele é zero e desse aqui (Cu^{2+}) é dois.

B15: Por que desse aqui é dois?

A15: Porque ele é dois mais.

B15: Ah, tá.

A15: Ele era zero, já que ele tem dois elétrons a menos ele fica dois mais.

B15: Tá, tudo bem.

A15: Agora depois da equação, olha, o ferro transfere dois elétrons. Então ele fica...

B15: Calma aí!

A15: Dois mais.

B15: Mas esse aqui (Cu^{2+}), ele vai ser igual a dois...mas, dois mais ele têm dois elétrons a menos...

A15: Sim. Porque os dois ...

B15: Então, esse aqui (Fe) é zero e desse aqui (Cu^{2+}) é dois.

A15: Isso. Aí depois da reação, ele já transferiu os dois elétrons. Então esse aqui (Fe) vai ficar 2+ e esse aqui (Cu) vai ficar zero. Inverteu.

B15: Fe^{2+} e Cu zero. Tá!

B15: É só isso?

A15: Acho que sim.

B15: Então tá. O ferro perde dois elétrons para o cobre, aí o cobre fica zero, sem ser íon, e o ferro vira íon.

A15: Isso!

B15: Ok!

Parte 4:

A15: Tá...então faz primeiro os ferros.

B15: Bom, bolinha para o ferro. Tem Cu, vamos fazer uma legenda. É dois mais?

A15: O Cu é.

B15: Aí faz uma bolinha pintada para o Fe, uma para o Cu. E para o SO_4 a gente faz uma bolinha só?

A15: Não, porque tem que separar os "Os". Lembra?

B15: S vai ser uma bolinha com um X e O vai ser uma bolinha com um traço.

B15: Então no início...

A15: Faz alguns CuSO_4 tudo junto.

B15: Mais no aquoso eles tão juntos? Como eu sei o que liga com o que?

A15: Cu, S.

B15: Não tem que saber quem liga com quem?

A15: O Cu liga com o S e o S liga com os 4 "Os".

B15: Mais o S faz quatro ligações? Não tem como ele ligar com mais...é dativa será?

A15: O S só poder fazer duas ligações, e aí os "Os" tão ligando entre eles.

B15: Isso é CuSO_4 ?

B15: Mais um Cu que liga com o S e o S liga com quatro "Os".

B15: Tem ferro solto lá dentro?

A15: Tem solto.

B15: O ferro está solto sozinho?

A15: Sim.

B15: No final é para colocar a solução, tá...aí a gente tem ferro dois né? Sozinho.

A15: Só que aí eles atraem os oxigênios.

B15: Aí fica CuSO_4 , quantos ferros será que precisa? Então a gente acha que vai ter cobre com ferro, esse O não ia transferir elétron? Não sei o que acontece.

A15: Os oxigênios que estavam aqui, eles vão ser atraídos pelo ferro dois mais.

B15: Então vai ficar FeO ?

A15: FeO_2 acho.

B15: Fe é dois mais e o O dois menos.

A15: Tá certo. Só FeO .

A15: Não é mais sulfato de cobre fica sulfeto de cobre.

B15: Então vai ser o Cu ligado ao S mais ele vai perder um O, ele perdeu só um né? Fica CuSO_3 .

B15: Eu fiz quantos, cinco do O então tem que ter cinco ligando do outro também. Não, mais aqui está errado, tem que ser quatro "Os" e o Cu e aqui o Cu e só três "Os".

B15: Então aqui vai ficar um Cu com o S e só três "Os". E não tem mais ninguém solto.

A15: Não.

B15: Fe com O, é o que deixa ele vermelho?

A15: Sim porque oxidou.

B15: Entendi.

B15: O que perde...O reduz e o que ganha oxida.

A15: Sim oxida, dá elétrons.

Parte 5:

A15: A equação a gente acertou. Porque tinha o ferro e o íon de cobre, e aí depois o Fe vira iônico. E nisso tem...tem ferro, tem Cu^{2+} ...isso!

B15: Tá, no gabarito tem vários ferros juntos e a gente colocou vários ferros separados, e lá tem Cu^{2+} solto, a gente colocou assim também... É, a gente não fez certo, não seguimos um padrão, mas tudo bem hahaha. Aaaa foi isso que a gente errou então...

B15: Se a gente tivesse colocado no desenho igual o que a gente colocou na equação ia estar certo. Tá...porque tinham vários ferros sem estar ionizados juntos e vários Cu ionizados soltos. No final tinham que ter ferros sem estar ionizados junto com Cu que

não estavam ionizados...mais ferros ionizados?

A15: É, porque trocou, olha: antes tinham os ferros e os íons de Cu, aí os íons de Cu depois...o ferro transferiu elétrons, ou seja, oxidou, e aí os íons de ferro saíram.

B15: Mas no início tem ferro sem estar ionizado e cobre ionizado...

A15: Sim.

B15: Mas no final também tem ferro sem estar ionizado?

A15: O que?

B15: No final também tem ferro sem estar ionizado?

A15: Sim, não ioniza tudo, se não ia desfazer a bolinha de ferro e não desfez, só ficou vermelha.

B15: Ah tá. E o cobre formado que dá cor avermelhada para o ferro?

A15: Sim. É isto. Deposita em cima...

B15: Então um pouco de ferro ionizou, ficou solto na água. Mas, todo o cobre que estava ionizado vira não ionizado?

A15: Sim, sim. Parece que todo.

Parte 6:

A15: O que você acha que vai acontecer?

B15: Vai acontecer parecido com o outro, mas não vai ficar vermelho. Mais é ácido, será que vai ser dissolvida?

A15: Talvez, é que o ferro vai ceder os dois elétrons deles para o H_2 menos.

B15: Tá eu acho que vai dissolver, vai desfazer mais...sem cor.

A15: Acho que vai só limpar ele.

Parte 7:

A15: Saíram umas bolhinhas ali, que é o H_2 , que está saindo em forma de gás hidrogênio.

B15: Tá...mas o que a gente falou antes está certo, porque não ficou vermelho.

A15: É, o ferro só cedeu dois elétrons para o ácido (H_2SO_4), e fez então com que os Hs...

B15: As bolhinhas são os Hs?

A15: Fez com que os H_2 , que estavam faltando dois elétrons, era $1+$ cada um, ficasse zero. E aí ele se dissocia do SO_4 .

B15: É. Então se separar isso são dois H^+ .

A15: Não. Forma H_2 ...era $2H^+$. Dois elétrons passam para cá e ele fica zerado, H_2 . E aí fica o SO_4 .

B15: H_2 é gasoso?

A15: Sim e separa o SO_4 e o H_2 é gasoso, por isso que estão saindo as bolhinhas.

B15: Entendi. O ferro vai perder dois elétrons para os H^+ , mas o H não é um dos 7? Ah, ele é mais, então tem falta de elétrons, aí o

ferro vai ceder dois elétrons e ele vai ficar zero. E então vão sair as bolhinhas.

A15: Fica o ferro e o SO_4 só.

B15: E a bolinha de ferro perde elétrons, ela fica menor devido a disso? Como que ela fica prata?

A15: É...porque liberou os íons de ferro.

Parte 8:

A15: Vamos montar a equação. Tem o ferro...tem o ferro...

B15: Ele quer a equação com o ácido sulfúrico, não dos íons.

A15: Não!! Aqui é dos íons.

B15: Não ela quer a equação entre o ferro e o ácido. Na outra ele pediu entre o ferro e íon. Ali ela só tá falando que o átomo de ferro transfere dois elétrons...A15, olha aqui!

A15: Tô olhando...

B15: Tá bom...

A15: Aqui ó...

B15: Ali tá falando que o ferro transfere elétron para o cátion da solução...

A15: Então! A troca de elétrons é entre o ferro e o hidrogênio...né?

B15: Tá bom...

A15: Então é $2H^+$. E o que sobra depois? O ferro fica $+2$, íon e os "Hs" ficam...

B15: H_2 ?

A15: H_2 , porque ele vai ficar zero. Entendeu? (B15 faz sinal com a cabeça que sim).

A15: Tá saindo lá ó...arzinho...então fica zero e gasoso.

B15: O Fe vai ceder os elétrons para o H^+ , H^+ é ele sozinho...aí quando ele fica zero, ele junta, H_2 . Porque ele não anda sozinho. Ele cede, e aí vira gás. Entendi!

A15: Isso.

B15: Tá bom.

Parte 9:

A15: Os ferros estão todos juntos.

B15: O Fe vai ser uma bolinha preta.

A15: Tá, os ferros estão todos juntos e os H^+ s estão soltos.

B15: O H^+ vai ser uma bolinha pequena.

A15: Tá.

B15: Os Hestão sozinhos né?

A15: Sim.

A15: Aí, agora o que acontece os Hse juntam. Os Hs, não os H^+ .

B15: Isso! Então esse aqui é um H sem ser H^+ ?

A15: Isso, só o H normal. E eles estão juntos, que é o gás hidrogênio.

B15: Espera aí, desenhei torto.

A15: Ele (H_2) está saindo, porque ele está gasoso.

B15: Então vai ficar H_2 .

B15: E o que acontece com o ferro?

A15: O ferro, ele sai em formato de íons de ferro. E fica na solução.

B15: Fe é $2+$ né?

A15: Sim, e aí ele fica na solução.

B15: Mas continua tendo ferro normal?

A15: Sim, continua tendo os ferros, só que alguns deles saem no formato de íons Fe^{2+} e ficam soltos na solução.

B15: Tá. Porque não são todos que ionizam, se não ia dissolver a bolinha inteira né?

A15: Sim.

B15: A gente continua com o Fe sem estar ionizado.

A15: Isso. Só que tem alguns íons de ferro na solução.

B15: Sozinho?

A15: Sim.

B15: Fe^{2+} tá sozinho.

A15: Sim, porque o SO_4 está lá e não faz nada.

B15: Se tiver SO_4 antes tem SO_4 depois.

A15: Mas ele não está fazendo nada.

B15: O SO_4 é uma coisa só que é menos? Na verdade, dois menos.

A15: É. Ela é uma molécula só que fica aqui (antes) e aqui (depois) e não reage.

B15: Não interage com nada?

A15: Não.

B15: Tá bom.

A15: Pronto?

B15: Pronto!

Parte 10:

A15: A equação a gente acertou... um $Fe + 2H^+$ ...a equação a gente acertou: fica o Fe + o $2H^+$ dando $Fe^{2+} +$ o gás H_2 .

B15: É! A equação a gente acertou...ainda bem!

A15: O desenho também, a gente fez igualzinho. Tem um sólido tudo junto e o hidrogênio.

B15: Soltou na água e aí no final tem ferro solto e ferro junto, o íon Fe^{2+} . Só que a gente fez diferente o H_2 , porque no desenho tá igual, mas na legenda colocamos H, aí a gente juntou...

A15: Mas é a mesma coisa.

B15: A gente colocou os tamanhos certos também.

A15: Fez tudo certo, deixou os íons de ferro soltos também.

Parte 11:

A15: Então eu acho que...

B15: Você acha que ajudou?

A15: O que, o desenho?

B15: Não, o exercício no geral. Eu acho que ajudou, porque quando a gente compara com o de antes de saber, meio que força a gente

a pensar como a gente acha que é.

A15: Isso é verdade.

B15: Eu acho melhor quando é assim, mesmo eu não gostando muito de errar.

A15: Porque quando você chuta alguma coisa “eu acho que é isso, por causa disso e disso” você já sabe quando vê a resposta certa o que você tinha errado, e o que de errado você fez para chegar naquela resposta.

B15: Exato. E eu acho que as bolinhas ajudam muito, fica realmente muito mais fácil de visualizar. Da primeira para a segunda interação, aconteceu que o gabarito da primeira ajudou para fazer a segunda...

A15: É, sim, ajudou.

B15: Em relação às bolinhas nos desenhos, porque o SO_4 não reage nem antes nem depois. Porque a gente achou no começo que reagia.

A15: E o vídeo também estava bom, porque no primeiro a gente não conseguia ver que mudava de cor, já o segundo mudava, então a gente sabia que o ferro continuava sendo ferro lá.

B15: E eu acho que o que a gente tinha errado da primeira, que do SO_4 ia sair um O, mas na verdade não saía nada.

A15: Porque oxidação não é do O só. Oxidação é dar elétrons.

B15: Exatamente.

B15: Ok. Eu não tinha pensado nisso, para mim oxidação estava meio sempre junto com O.

A15: Oxidação é dar elétrons.

B15: Tem transferência de elétrons, é oxidação.

A15: Sim. Oxidação e redução.

B15: Então no dois, o Fe oxidou e o H_2 reduziu.

A15: Aham.

B15: Então tá bom, é isso aí.

Grupo 16

Parte 1

A16: É...tá, o que será que acontece com o ferro quando a gente coloca ele no sulfato de cobre? Eu acho que vai enferrujar porque ele vai oxidar, e aí perdendo elétrons, talvez ele mude a aparência dele, a forma, não sei.

B16: Será que muda a cor do líquido também?

A16: Pode ser a cor do líquido também, vamos escrever a equação aqui...não precisa escrever a equação não, esquece haha, mas acho que é isso que vai

acontecer...vai mudar alguma coisa aí no ferro e no cobre.

B16: Tá então...mudança de coloração, oxidação.

A16: Formação de ferrugem, e aí a liberação de O_2 né? Porque se vai sair um... não sei vão juntar os oxigênios e talvez libere gás.

B16: É, liberação de gás também.

A16: Isso, é isso aí.

Parte 2

A16: É...então, acho que “ouvei”, opa, houve reação química.

B16: E a gente errou também, a cor do soluto, da solução não mudou...

A16: Não mudou, é...mas a reação química que houve foi a mudança de cor do ferro, que a gente pode perceber que houve reação pela mudança de cor.

B16: Coloração vermelha.

A16: É e acho que isso aí também é a ferrugem que a gente falou, é a oxidação do ferro né? E...

B16: E é isso! A gente só errou na cor do...

A16: Na cor do soluto...

B16: E teve... teve vapor?

A16: Vapor não, mas eu vi umas bolinhas de... eu vi umas bolinhas se formando, não sei.

B16: Teve?

A16: É, acho que teve...não vi se saiu...

Parte 3

A16: Tá, a gente vai fazer a equação entre a palha de aço e os íons de cobre, sabendo que o ferro cede 2 elétrons para o cobre.

B16: Escreve?

A16: Pode escrever.

B16: Fe, ferro...

A16: É, os reagentes né, Fe e o Cu^{2+} , que é o íon de cobre II.

B16: Vai transformar...

A16: Vai transformar em... FeCu ... vai virar FeCu .

B16: Será que não tem um cruzamento de carga aqui? Fe_2Cu ?

A16: Fe_2Cu , é...eu acho que é, porque...é...eu acho que cruza as cargas...tá... Fe_2Cu (faz sinal com as mãos de cruzamento)...boa..., então aqui a gente tem que por o 2 na frente do Fe para fazer o balanceamento agora.

B16: 2+...

A16: Não, não, não haha.

B16: Apaga...

A16: É no coeficiente estequiométrico.

B16: 2, 2Fe mais Cu, 1 Cu né?

A16: É, um Cu^{2+} .

B16: Transforma.

A16: Vira Fe_2Cu , a gente acha que é isso aí a reação.

B16: Mostra a equação para a câmera?

A16: Mostrar a equação para a câmera...

B16: Eu acho que nem vai aparecer, mas tudo bem.

A16: Nossa equação aqui... beleza. E...é eu acho que é isso, concluímos.

Parte 4

A16: Tá bom, a gente vai fazer a...o desenho aí...

B16: A representação...

A16: A representação, primeiro as bolinhas de ferro.

B16: Fazer duas né?

A16: É, fazer...ela pediu para fazer várias então...a bolinha de ferro vai ser a bolinha vazia, opa, não, separadas...bolinhas separadas, aí de ferro, a gente desenhou aí quatorze bolinhas de ferro, Fe separado e agora vamos fazer as de cobre né, que...

B16: Faz pintada.

A16: E aí vai ser a bolinha hachurada aí...

B16: Foi quatorze bolinhas de ferro?

A16: Isso. Como cada uma a gente viu na reação, na equação que cada...bolinha de...cada átomo de cobre precisa de dois de ferro, a gente vai desenhar sete bolinhas de ferro...

B16: De cobre!

A16: De cobre, de cobre, desculpa. De cobre para poder reagir certo... corretamente.

B16: Sim, sim, e aí no final da reação?

A16: No final a gente vai ter...

B16: Uma de cobre com duas de ferro ligadas?

A16: Isso. Uma de cobre ligada a duas bolinhas de ferro.

B16: Uhum.

A16: Cada bolinha de cobre vai está ligada a duas de ferro.

B16: Escreve a legendinha embaixo também.

A16: Pode deixar. Não sei se está certo aqui nosso desenho.

B16: Uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete...doze, treze, quatorze, certinho!

A16: Aí eu quebrei o grafite aqui.

B16: Grafite o que? 0.7?

A16: 0.7...hahaha grafite é composto só por carbono que nem o diamante, só que o diamante tem o formato diferente.

B16: Sem falar que para comprar o diamante é mais caro do que comprar o grafite haha.

A16: Um pouquinho mais caro. Tá, esse aqui é o Cu...

B16: Cobre.

A16: E agora...

B16: Bolinha sem contorno, é.

A16: Perfeito.

B16: Agora, mostra o desenho para eles?

A16: Mostrar o desenho para a turma...esse é o nosso desenho, não sabemos se está correto, obrigado pela atenção de todos.

B16: Boa noite haha.

Parte 5

A16: Aham...

B16: Tá, então o 2+ do cobre passou para o, para o ferro? É isso?

A16: Exatamente, foi o que a gente falou no começo que o ferro cedeu dois elétrons para o cobre, então no começo o ferro estava estável, e aí o cobre estava instável.

B16: Precisava de dois elétrons.

A16: É, precisava de dois elétrons, ele era 2+, aí quando ele encostou no ferro, o ferro cedeu dois elétrons e o cobre ficou normal, então ficou Cu, e o Fe ficou Fe^{2+} , e aí como houve a oxidação né, do ferro, ele deu elétrons, então ele mudou e...aí ficou, ficou... oxidado...

B16: E o desenho?

A16: É, a gente tá vendo o desenho certo ali, o desenho a gente também errou porque na verdade tem que desenhar quatro tipos de bolinha.

B16: E o ferro está todo junto, tá compacto.

A16: É, ele tá todo junto, porque é um metal, então...

B16: E a gente fez separado.

A16: A gente fez separado, tá errado. Então a gente devia ter desenhado o ferro íon e o ferro estável, e o... cobre íon e o cobre estável, e o ferro devia tá junto. Porque o átomo é diferente do íon...

B16: E... na final?

A16: Na final é quando ele já, já... já cedeu elétrons.

B16: É o cobre se juntando às moléculas de ferro ali? É né? Ou não?

A16: É, é, na verdade é, ahh...

B16: Tipo...

A16: Então na verdade...

B16: Ele tirou os átomos de ferro.

A16: É, então na verdade quando o ferro passa elétron para o cobre, o cobre entra no lugar do ferro, do sólido, e o ferro íon, ele sai do... ele se separa do sólido.

B16: É o... Fe^{2+} sai pra a solução.

A16: E o cobre, Cu, entra no sólido, tipo, se junta no sólido, é isso...fica depositado lá. Sim, o depósito avermelhado.

B16: É.

Parte 6:

A16: Eu acho que... quando a gente misturar o ferro com o ácido sulfúrico, vai reagir de algum modo, não sei, talvez os Hs do ácido sulfúrico...

B16: Eu acho que o ácido vai dar uma, sei lá, corroer um pouco do ferro...

A16: Pode ser. É eu acho que sim, vai ter uma reação entre os dois aí, talvez o ferro ceda... talvez o ferro ceda elétrons para os H^+ do... do ácido, se ele se dissolver ali...

B16: Coloração do ferro também acho que pode mudar.

A16: Coloração.

B16: E...

A16: É...o íon...os íons... é...sulfato a gente sabe que não, não reage, ele vai ficar lá porque ele é íon espectador, mas o H^+ talvez reaja com o ferro aí como a gente falou.

Parte 7:

B16: É...confirmou né, houve a mudança de coloração e... a gente não falou, mas também liberação de...o gás, H_2 ?

A16: H_2 , eu acho que sim porque os H^+ do... do ácido sulfúrico se desprenderam dele, do íon sulfato e aí eles, pegando elétrons do ferro, eu acho que eles... aí formaram H , H estável né e...se juntaram em H_2 aí...o gás, foi liberado quando houve a reação.

B16: Certo... mais alguma coisa? Mudança de cor, que a gente falou, que que a gente falou mais? Ah enferrujar?

A16: Não.

B16: Corroeu? Também não...

A16: Não... não explodiu.

B16: Não explodiu.

A16: Mas... houve reação, houve reação.

Parte 8

B16: A gente vai equacionar agora a reação da palha de aço, que é o ferro sólido e o ácido sulfúrico, H_2SO_4 .

A16: Primeiro a gente coloca o Fe aqui na... a gente coloca o Fe aqui nos reagentes né, Fe normal, que é ele sólido mais o H_2SO_4 , que é o ácido sulfúrico.

B16: A gente sabe que o ferro dá dois...

A16: Sabe que o ferro cede dois elétrons para os íons H^+ , então, aqui no caso... os Hs... os H^+ s vão pegar elétron e se juntar em... cada H com um elétron vai se juntar com outro H formando o gás H_2 mais o Fe que perdeu dois elétrons, ele vai ser Fe^{2+} ...

B16: Certo.

A16: Certo? E mais os íons sulfato... que são 2-, eles perderam dois Hs que eram 1+.

B16: Mostra a equação.

A16: É aqui está...tá tudo certinho.

B16: Tá balanceado?

A16: Balanceado, essa é a nossa reação, nossa equação né, espero que esteja certo dessa vez.

B16: É, erramos a primeira.

A16: É isso aí.

Parte 9

B16: É...a gente tá desenhando agora, a representação e...o A16 tá desenhando as moléculas de ferro, que tão compactas né, porque é um metal, ele só vai terminar o desenho e a gente mostra.

A16: A gente tá fazendo o ferro sólido por enquanto, como ele é um...um composto metálico suas moléculas são muito próximas, os átomos na verdade são muito próximos...eles ficam com um aspecto...aqui ó...ficam com o aspecto assim, e aí aqui no...em volta dele né, na solução a gente tem os íons H^+ que vão ser liberados... escrevi H ao invés de desenhar o H^+ ...

B16: Faz umas bolinhas menores, pretinhas. H^+ em volta...

A16: O H^+ em volta... liberado aqui pelo ácido sulfúrico né, e...esse H^+ ele vai, vai pegar elétrons desse ferro que tá sólido aqui, aí a gente vai desenhar o SO_4 , é... SO_4^{2-} , 2- aqui também...

B16: Mas isso já não é no final? Ou não?

A16: Primeiro a gente desenha o ácido sulfúrico inteiro?

B16: Eu acho melhor, aí depois de dissolver que separa tudo, ioniza.

A16: Tá certo. Mas o ácido sulfúrico a gente desenha como uma bolinha só ou como várias de elementos diferentes? Acho melhor várias né?

B16: Várias é melhor. Representa cada uma.

A16: Então vamos desenhar o S... o S vai ter bolinha com um X, o O vai ser a bolinha hachurada...

B16: E o H faz uma bolinha pretinha, bem pequena...

A16: E o H aqui vai ser uma bolinha pretinha menor. Isso. Aqui a gente fez algumas moléculas de H_2SO_4 né...

B16: Aí aqui na reação agora... a gente tem que fazer alguma molécula aqui já no meio do negócio do ferro?

A16: Ainda não.

B16: Não?

A16: Ainda não... na verdade eu não sei, será que elas entram aqui também?

B16: É então, no outro desenho entrava...

A16: Eu acho que o ferro na verdade...

B16: Humm.

A16: Eu acho que o ferro corrói sim...

B16: Ferro corrói.

A16: Haha, porque como ele sai, sai o Fe, na outra reação ele saiu...então acho que nessa ocorre a mesma coisa, e aí ele tá corroendo, tá diminuindo, eu acho que é isso que acontece mesmo...vou desenhar aqui o ferro de novo...só que agora a gente vai desenhar com ele faltando algumas bolinhas aqui...

B16: De ferro.

A16: De ferro, são as que cederam elétrons para os H^+ e saíram aqui da formação dos...do ferro metálico né?

B16: Certo.

A16: Aqui tem uns...um...os íons de Fe^{2+} vão ser representados por uma bolinha...

B16: Faz um triângulo.

A16: Por um triângulo, perfeito haha.

B16: Fe, Fe^{2+} então é triângulo...

A16: Triângulo, isso aí...

B16: Para dar uma variada.

A16: Triângulo...

B16: Certo.

A16: Mais um triângulo só... e aqui a gente vai ter o...o H^+ , o... H_2 né? Vão ser duas bolinhas de H juntas...pequeninhas...

B16: Foram liberadas do...

A16: Foram liberadas...foram formadas a partir dos elétrons adquiridos do ferro.

B16: Certo.

A16: Tá, bem os íons... os íons...perai que na verdade tem mais aqui...tem que ser proporcional...aqui tá, e aqui a gente vai desenhar agora os sulfatos, que é o S... SO_4^{2-} .

B16: 2- porque perdeu os dois Hs.

A16: Perdeu dois Hs, isso aí. E aí dese...e aí seguindo a proporção né...a lei da conservação...a gente mantém o mesmo número de

moléculas no...no desenho dos reagentes e no desenho dos produtos. Aqui. É isso. Agora fazer nossa legenda, bolinha vazia é o Fe, o triângulo é o Fe^{2+} ...

B16: Bolinha com o X no meio é o S...

A16: Bolinha com o X no meio é o S, o enxofre...

B16: Bolinha hachurada...

A16: Bolinha hachurada é o oxigênio...

B16: E a...pretinha...

A16: Preta pequena é o H, o hidrogênio.

B16: E...

A16: Perfeito, é isso aí.

Parte 10

B16: Choque primeiro... Tão perto e tão longe.

A16: Tão perto e tão longe, a gente errou de novo...não completamente, não completamente...a gente...na verdade a gente errou pouca coisa, ao invés de representar o... os Hs, os Hs que se desprendem do ácido sulfúrico sozinhos, isolados na reação, a gente representou o ácido sulfúrico inteiro.

B16: Seria antes da... antes de tudo né?

A16: É, a gente fez meio que um, é...

B16: Bem antes.

A16: Antes haha e aí...

B16: A segunda representação a gente acertou não acertou?

A16: A gente acertou o produto, só que a gente colocou o íon sulfato na reação e...na verdade o íon sulfato não participa da reação.

B16: É só H^+ .

A16: É só os H^+ então a gente errou nisso, mas a gente raciocinou direito e a gente acertou a reação que acontece entre o ferro e os H^+ formando o gás hidrogênio, e aí na...

B16: Na representação final a gente...

A16: É na hora do desenho a gente acertou a parte do H^+ e do H_2 tal que pega elétron do ferro, mas a gente também representou os íons sulfato, nesse caso acho que a gente não errou tanto

porque eles também tão lá na... tão lá dissolvidos, então acho que a gente não errou não, acho que a gente melhorou bastante nosso desempenho aí.

B16: Metacognição fez com que a gente pensasse aqui a favor da... do sucesso.

A16: Exatamente, a gente metacognitou agora... nosso processo e deu certo aí. A gente, raciocinou direito dessa vez.

B16: hahaha, é isso aí, valeu Sol pela oportunidade aí.

Parte 11

B16: Bom, a gente achou interessante o trabalho, a gente conseguiu pensar antes né, refletir no que a gente achava certo, e aí a gente...

A16: Como a gente não... A Sol não explicou, a gente não teve uma explicação da matéria, dessa matéria e tal, então a gente teve que... bolar hipóteses a partir do que... dos nossos conhecimentos prévios de química e acho que isso é importante.

B16: Ah legal, foi...tiramos uma boa conclusão, é...e depois comparamos com o desenho e o desenho que a gente achava...

A16: Isso é importante.

B16: E...depois de ver a resposta, vimos o que a gente tinha acertado e o que a gente tinha errado.

A16: É e...dá para ver que esse método funciona assim... tentativa e erro, sabe é... a gente ver a res... tentar uma hipótese e ver a resposta certa depois, que a primeira reação a gente não fazia a mínima ideia e na segunda a gente já teve um, já tinha uma ideia do que fazer, de como fazer, como começar... e a gente errou menos feio que na primeira haha.

B16: Uhu.

A16: Então é...acho que, achei legal o exercício e... dá para gente... aprender muito com isso.

ANEXO 6 – QUESTIONÁRIO II

Disponível em www.gg.gg/eletroquimica acesso em 01-11-2015

Questionário - Parte II - Pesquisa de Metacognição

* Required

Considere o desenho abaixo - experimento I da palha de aço (Fe) com solução aquosa de sulfato de cobre (II). Quando for de assinalar V ou F, justifique as FALSAS.

Nomes: *

1. No desenho temos uma visão do que acontece na prática, ou seja, seria como se estivéssemos vendo as partículas com um aumento muito grande (um "super microscópico"). *

1. Justifique. *

2.O átomo de ferro foi representado maior que o íon de ferro(II) e isso está correto. *

2. Justifique. *

3. *

Tanto o átomo de cobre (Cu) como o íon de cobre (II) (Cu²⁺) poderiam ser representados por uma mesma bolinha, já que é cobre e portanto não precisa representar diferentemente.

3. Justifique. *

4. Existe um erro no desenho, pois o íon sulfato não foi representado. *

4. Justifique. *

5. Nos espaços vazios do desenho temos somente moléculas de água. *

5. Justifique. *

6. No desenho podemos observar que 6 átomos de cobre se formam a partir da redução de 6 íons de cobre (II), ao mesmo tempo em que 6 átomos de ferro perdem elétrons e se transformam em 6 íons de ferro (II). *

6. Justifique. *

7. Houve a formação de uma liga metálica, formada de átomos de ferro e de átomos de cobre, conforme pode ser visto no desenho à direita. *

7. Justifique. *

8. O desenho está errado, porque o certo é representar uma única partícula reagindo. *

8. Justifique. *

9. Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa. *

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ d

9.

A equação química também poderia ser escrita da seguinte forma para esse fenômeno:

- a) $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$
- b) $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{FeO(aq)} + \text{CuSO}_3(\text{aq})$
- c) $\text{Fe} + \text{Cu} \rightarrow \text{FeCu}$
- d) $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

10. *

 ▼

10.

$\text{CuSO}_4(\text{aq})$ é uma representação, em que o sal sulfato de cobre (II) está dissolvido na água, sendo que nessa solução temos os íons de cobre (II) e os íons sulfato separados uns dos outros.

10. Justifique. *

11. Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa.

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ d
- ☐ e
- ☐ f

11.

O cobre metálico pode ser representado por:

- a) Cu   b) Cu^{2+} c) Cu^0 d) Cu(s)   e) Cu_2 f) $\text{Cu}_2(\text{s})$

12. Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa. *

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ d
- ☐ e
- ☐ f

12.

Em outro experimento, átomos de ferro interagiram com íon hidrogênio formando íons de ferro e gás hidrogênio. Os produtos podem ser representados por:

- a) FeH_2
- b) $\text{Fe} + \text{H}_2$
- c) $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$
- d) Fe^{2+}H_2
- e) $\text{Fe} + 2\text{H}$
- f) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}$

13. Veja abaixo. Você pode assinalar mais de uma alternativa. *

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ d

Solução aquosa de sulfato de cobre pode ser representada por:

- a) $\text{CuSO}_4(\text{aq})$
- b) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- c) $\text{Cu}(\text{aq}) + \text{SO}_4(\text{aq})$
- d) $\text{Cu}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

14. Veja abaixo. *

14.

O H^+ é o íon hidrogênio, e H_2 representa uma molécula do gás hidrogênio.

14. Justifique. *

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

ANEXO 7 - ENTREVISTAS COM OS 16 GRUPOS

GRUPO 1 – 06/11/2015**P- pesquisadora; alunos****A1; B1**

P: Olá, vamos fazer a nossa entrevista...primeira coisa para começar... vocês gostaram da atividade?

A1: Gostamos... ficamos com raiva no começo porque a gente errou bastante, mas achei que deu para refletir...deu para ver o que a gente errou...

B1: Deu para aprender legal assim...

A1: Mais fácil para aprender assim...porque você reflete sobre o que errou.

B1: É...

A1: E não vai errar de novo.

B1: Exatamente...

P: E esse é o objetivo mesmo.

A1: Sim.

P: Na opinião de vocês, considerando essa proposta de reflexão, o que vocês acham que ajudou vocês?

B1: Hum...Acho que foi o nosso conhecimento prévio da química...

A1: Sim!

B1: É...acho que sim, para fazer o trabalho...

A1: A imagem também ajuda...

B1: Siiiiim, a imagem, lembrei agora, ajuda muito.

P: Tinha né... que comparar?

B1: Sim, mas a gente achou o texto meio confuso...e foi o texto que fez a gente errar na verdade.

P: O texto que fez errar?

B1: É... colocar o sulfato lá...

A1: Sim...

P: Então, falando nisso...E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B1: Tinha tempo.

A1: O tempo atrapalhou porque a gente tinha que fazer rápido.

P: Mesmo o tempo sendo flexível?

A1: É... mesmo assim...porque tem a ansiedade para terminar logo...

B1: Mas o texto atrapalhou...porque primeiro a gente fez e errou...tudo bem...aí a gente entendeu o que errou...

A1: Exatamente.

B1: Aí no próximo, a gente falou, ah então não vamos colocar o sulfato, mas no texto falava de sulfato...então parecia que era para colocar...

A1: Mas não era, a gente errou...tipo...no primeiro não falava nada de sulfato aí a gente colocou, aí fizemos a correção... e a gente viu que não tinha que colocar o sulfato...aí no dois falava

de sulfato, pensamos que então seria diferente agora, aí pensamos, ah vamos colocar então, mas a gente colocou e errou de novo...

B1: Foi isso.

P: Mas depois, ficou clara a função do sulfato?

A1 e B1: Siiiiim!

P: E qual seria?

A1 e B1: Íon espectador

(risos).

B1: Não vou nunca esquecer disso.

A1: A gente aprendeu no primeiro experimento que não precisava do sulfato, tinha ficado claro na reflexão do primeiro...mas vimos no texto e pensamos que seria uma situação diferente, o do segundo experimento...

B1: É! A gente já tinha entendido que era espectador no primeiro experimento, na hora da reflexão mesmo.

A1: Foi isso! Por isso ficamos com raiva...pelo menos no final da atividade, na última reflexão conseguimos entender...

P: Bem, quanto as bolinhas, vocês fizeram de tamanho diferente, foi proposital ou sem querer?

B1: Proposital, a gente pensou! B1: A gente lembrou dos raios atômicos...

A1: E a gente usou a tabela periódica que tava lá para auxiliar...

B1: Mas a gente pensou mesmo...

P: Muito bom meninas, para a gente fechar, explica para mim esse primeiro desenho o que significa, faz uma descrição...

B1: Bom, a gente pensou mais numa...tipo...troca.

A1: É...

B1: Tinha o cobre e aí com o sulfato, trocava...e o sulfato ficava com o ferro.

A1: É foi o que a gente fez.

P: E por que tá juntinho aqui (sulfato com cobre e sulfato com ferro).

A1: Porque é uma molécula só...

B1: É... E nos produtos a mesma coisa, trocou um pelo outro. Por isso não precisava do sulfato na verdade.

P: Muito bom, e esse aqui ó... no segundo desenho.

B1: Acho que é o mesmo raciocínio.

A1: Que a gente tinha dois Hs e a gente colocou dois ferros aqui.

B1: Exatamente...trocou...E aí ficou o H₂ sozinho que é o gás.

A1: É sim...Pela reação...

P: E esse ferro vocês colocaram como sendo igual, ferro, íon ferro II, vocês chegaram a pensar que seria diferente... que teria que representar diferente?

A1: Não, não pensamos.

B1: Nem pensamos nisso na hora...mesmo...não...depois que discutimos a matéria em sala ficou claro, mas na hora não.

GRUPO 2 – 11/11/2015**P- pesquisadora; alunos A2; B2;**

P: Bom dia, vamos começar a entrevista...vocês gostaram de fazer a atividade metacognitiva?

A2: Ah eu gostei... é bem diferente...você aprende a matéria através dos seus erros...é bem empírico...

Errando e tentando...

B2: Sim, o fato da gente poder ver o que está fazendo e ver depois o que errou, ajuda bastante, né? Para rever a matéria e não errar de novo...depois vendo os vídeos...e fomos modificando com o tempo...bem legal...

P: Muito bem. Nos desenhos, vocês se lembram se chegaram a perceber diferença no tamanho das partículas?

B2: No nosso desenho ou no que você mostrou?

P: Qualquer um...

B2: No telão acho que sim.

A2: Mas a gente tava mais preocupado em fazer certo do que em tamanho...

P: Mesmo no segundo?

B2: Acho que sim...olha...tá tudo igual...

A2: Sim!!

P: Na opinião de vocês, o que pode ter ajudado na atividade?

B2: Eu acho que ver a correção, depois que a gente fez o primeiro desenho a gente viu a correção...

A2: Sim!

B2: A gente entendeu mais ou menos...ainda tinha dúvida, mas já melhorou...

A2: Sim...é que você mistura bem o conhecimento que você já tem...você tenta e vê...é mais ou menos isso...vai para esse caminho...olha a correção, vê o caminho, aí a gente tenta de novo e acerta...

B2: Ou quase acerta... (risos)
 P: Sim...vai melhorando...
 A2/B2: Sim!
 A2: Acho que ajuda bastante...
 P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?
 A2: Atrapalhado?
 B2: Talvez o tempo?
 A2: É...pode ser...
 B2: E a falta de conhecimento antes...eu pelo menos...foi às escuras...não tinha muita ideia...
 A2: É...
 P: No segundo também?
 B2: No segundo nem tanto porque a gente já tinha visto um modelo...já tinha visto a correção do primeiro...
 A2: É...foi bem no escuro mesmo...
 B2: Foi tipo é quase isso...não tenho certeza mas vai... (risos)
 P: Aqui vocês lembram por que trocaram: colocaram produto no reagente e reagente no produto? (risos)
 (demoram para responder)
 B2: Nossa...não sei porque a gente fez isso...lembra? (pausa)
 A2: Tentando lembrar...não sei... (risos)
 A2: Ué... (pausa)
 B2: Não lembro, na hora fez sentido, mas não lembro...
 P: No segundo desenho vocês conseguem explicar sobre o átomo de ferro e íon de ferro 2+...qual é a diferença?
 B2: O ferro zero é sólido...
 P: Onde ele tá no desenho?
 B2: Não lembro...nossa que confuso...
 A2: Não lembro dessa parte, sumiu o ferro 2+...tô procurando...
 B2: Nossa...sei lá...
 A2: Não sei se eu sei a diferença...
 P: Ok, vocês poderiam descrever esse primeiro desenho?
 A2: A gente pensou...sei lá, pelo nosso conhecimento fomos representando cada átomo e molécula e diferenciando eles...mas não pelo tamanho, né? Porque a gente não lembrou disso não...
 B2: É!
 A2: Fizemos primeiro o desenho, depois a equação...no desenho tá mais certinho, tem ferro zero e na equação acabou ficando ferro 2+.
 B2: É porque a gente não sabia direito a diferença do íon e átomo...como representar...a gente não sabia...
 A2: É mesmo...tanto que na legenda olha, a gente não colocou

diferença de ferro zero ou ferro dois + porque a gente não sabia mesmo... (risos)...para mim era a mesma coisa...
 B2: Se bem que a gente melhorou bastante, porque a gente não sabia nada...
 P: e esse segundo desenho?
 A2: Aqui a gente já diferenciou olha H e H⁺...
 P: Sim tá diferente...
 A2/B2 É!

GRUPO 3 – 13/11/2015

p- pesquisadora; alunos A3; B3;
 P: Boa tarde, vamos começar a entrevista...vocês gostaram de fazer a atividade metacognitiva?
 A3: Na hora não...mas depois percebi o quanto ajudou...quando vimos mesmo a matéria...
 B3: É a gente faz errado e aí corrigi o erro e isso é muito bom...
 P: Como assim?
 B3: É...a gente aprende.
 P: Nesse segundo desenho que vocês fizeram, vocês chegaram a perceber diferença no tamanho das partículas?
 A3: (Responde rápido) Nem pensamos...nem depois...
 B3: Não mesmo...nem demos importância...
 P: Em nenhum momento vocês pensaram em fazer diferente?
 A3: Não, não...
 B3: Não.
 P: O que vocês acham que pode ter ajudado a fazer a atividade?
 B3: Para mim, foi essa coisa de tentar deduzir antes e ver o certo depois...
 A3: É...acho que os vídeos que a gente viu com as reações também...
 B3: Sim!
 A3: Ajudou bastante, ver o gás saindo...Acho que as discussões...como eu falei no começo não entendi direito a ideia, mas no segundo eu entendi realmente o que era para fazer...
 B3: Sim sim...no primeiro não tinha nada para se apoiar, era bem para se virar...
 P: Certo, e o que vocês acham que atrapalhou vocês?
 A3: Acho que o fato de não saber nada atrapalhou um pouco...a gente até fez duas vezes...sabe? A gente não tinha muita certeza do que tava fazendo...
 B3: É esse negócio de não ter certeza, tem que deduzir...atrapalhou.
 P: E no segundo experimento?

B3: Ah, bem mais tranquilo. Depois que entendemos o primeiro, não tivemos problema, mesmo com a química em si, foi bem tranquilo...

A3: Sim!
 P: Como que vocês poderiam me descrever esses desenho?
 A3: Esse desenho.
 B3: É mais esse segundo aqui que a gente pensou...seria o ferro...é...indo para o CuSO₄...na realidade a gente fez certo no começo, e depois fez bobagem.
 A3: E acabou desenhando isso aqui...
 B3: É! A gente colocou...cobre vinha para cá, mas não ia nada em troca...então ficou uma coisa bem...errada...como se o cobre puxasse o ferro...bem errado...
 P: Sim...
 A3: Sem motivo nenhum...mas é uma hipótese.
 B3: Hipótese que na hora a gente imaginou.
 P: Sim, claro. E esse segundo?
 B3: A gente não sabia se considerava ou não o SO₄...
 P: De novo?
 A3: Sim!
 B3: Fizemos duas vezes de novo e o primeiro desenho tá próximo do primeiro experimento...ó...o segundo tá melhorzinho...
 P: Aqui vocês já consideraram o íon diferente do átomo...
 B3: Sim! Tá bem melhor esse.
 P: Algo mais a complementar?
 B3: Acho que nesse aqui o vídeo ajudou muito, porque dava para ver o gás que saía, já ajudava a pensar no que poderia ser...
 P: Diferente do outro né?
 B3: É achei bem melhor...o outro mudava de cor, não dava para saber direito o que iria acontecer...ou o que aconteceu...
 P: E como que vocês sabiam que era hidrogênio?
 A3: Eu lembro que a gente pensou em dois gases: ou o hidrogênio ou tinha ar dentro da palha de aço...
 B3: É...e saía...E discutimos isso.
 P: Sim.

GRUPO 4 – 10/11/2015

p- pesquisadora; alunos A4; B4;
 P: Bom dia, vamos começar a entrevista...vocês gostaram de fazer a atividade metacognitiva?
 A4: Bom...eu gostei...fiz pensar bastante na hora...tava difícil de decidir...
 B4: É...diferente, mas acho que na hora a gente ficou pensando em...

por que teria que fazer isso ou aquilo...mas ajudou sim a ver.
P: Deu para melhorar do 1.º para o 2.º experimento?
B4: Sim...a gente foi vendo o que tinha errado, algumas coisas a gente percebeu que errou outras não conseguimos mudar...enfim...
P: Legal...nos desenhos vocês chegaram a perceber diferença no tamanho das partículas?
B4: ...Ah sim, a gente percebeu a diferença quando vimos e comparamos a imagem...
P: Mas vocês não falaram nada né?
B4/A4 Não...
A4: A gente percebeu diferença de tamanho na imagem, mas nem pensamos em considerar isso no nosso raciocínio, nem pensei em desenhar diferente.
B4: ...É que no nosso... a gente nem pensou em colocar, porque não achamos importante.
P: Tá...mas na verdade vocês perceberam?
A4: Sim...mas não achamos que era importante...tipo...só um detalhe mesmo.
P: Ok, na opinião de vocês, considerando a proposta da atividade de reflexão, o que pode ter ajudado vocês?
A4: Principalmente a imagem que você mostrou para a gente comparar...a gente teve que pensar bastante porque no começo a gente estava pensando bem errado, bem diferente e vendo a imagem a gente depois conseguiu chegar no pensamento que seria mais possível de ser o resultado.
B4: É...a gente achou o caminho, qual a reação que tinha que estar acontecendo...comparar a imagem é bom, porque você chega mais rápido do que se fosse sozinho.
P: Certo, e o que vocês acham que atrapalhou ao fazer essa atividade?
A4: O que atrapalhou foi imaginar que o sulfato faria parte da reação...
B4: É...a gente tava tentando encaixar uma...um modelo de troca...sei lá...entre as substâncias...como se o sulfato fosse mudar alguma coisa...
A4: E no fim né, não fazia nada... (risos)
P: Certo, e isso ficou claro para vocês?
B4: Ficou.
A4: Sim, depois da explicação sim.

P: Mais alguma coisa que vocês acham que atrapalhou?
B4: Eu me lembro também de na segunda reação a gente...ficou discutindo muito tempo por que o Bombril começava a flutuar do nada...
A4: Só que acho que foi um tempo perdido... (risos)
B4: É...
P: Muito bom, vocês ficaram refletindo sobre a observação...isso é sempre muito bom! Bem...outra questão...por que vocês não modificaram a 1.ª equação? Vocês lembram por quê?
A4: É...eu lembro que na primeira foi por incerteza e também achamos que não tinha mais tempo...
P: Vocês acreditavam mais no desenho que tem óxido de ferro do que na equação que propuseram (que estava certa)?
A4/B4: Sim...sim!
A4: O desenho a gente tinha mais certeza...
P: Por que vocês escolheram figuras geométricas para as representações? Me chamou a atenção isso...
A4: É que na hora foi mais fácil diferenciar...não teria nenhum problema em colocar cada um deles com uma figura diferente...
P: E se fosse com bolinha?
A4: Daria para confundir.
P: Certo... no finalzinho, eu vi que vocês confundiram um pouco com a cor avermelhada que se formou...ficou claro que o que se formou foi cobre metálico e não ferrugem...porque me parece que vocês estavam com essa dúvida...
A4: Ah sim...depois ficou... é que eu imaginava que a oxidação do ferro deixaria ele com uma cor vermelha, nem pensei no cobre...
P: Para finalizar, como você descreveria esse primeiro desenho?
A4: Aqui inicialmente era uma solução de sulfato de cobre...e dado momento tem a adição de ferro e a gente imaginou...não pera...o ferro era puro...e a gente imaginou que o ferro reagiria com o oxigênio, ficando oxidado que daria a cor vermelha que a gente imaginou...
B4: Sim e...a segunda equação...no começo também adicionando o ferro simples, puro, depois a gente tava pensando em duas etapas...olha aqui...tentamos representar...o bombril boiando do nada...aqui

tem o H_2SO_4 e conforme passava o tempo começa a flutuar e liberar o H_2 , aqui ó.
(mostrando a parte direita do desenho).

GRUPO 5 – 13/11/2015

P- pesquisadora; alunos A5;; B5;;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?
A5/B5: Sim!!
B5: Foi bom para a gente discutir um pouco, ter uma outra visão. Foi complicado...é fácil quando o professor fala de cara como que as coisas funcionam...quando você tem que realmente parar para pensar, sem ter alguém para te explicar...aprendi muita coisa.
A5: Concordo eu até prefiro atividade que tem que pensar mais como essa, porque você acaba gravando melhor a matéria.
P: Vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?
B5: Sim.
A5: É a gente estava discutindo isso e vimos no telão...
B5: E na hora de desenhar o segundo a gente lembrou disso. (pausa)
P: Mas vocês não colocaram, o que será que aconteceu? (silêncio)
B5: Não lembro...no segundo a gente pensou, no primeiro, acho que não...
P: Ok, e na opinião de vocês, o que ajudou a fazer a atividade?
A5: Sair um pouco do comum, do sempre que a gente tem que fazer...deu para mudar um pouco...
B5: Fazer um pouco algo que tem que pensar, não é pronto, tem que pensar para chegar ... e como estamos em dupla, uma fala, a outra complementa, então vai indo...
P: E o que vocês acham que atrapalhou?
B5: Não sei se alguma coisa atrapalhou...
A5: É não teve não.
P: No segundo desenho, vocês entenderam a diferença do ferro nos reagentes e nos produtos?
B5: É diferente, porque no final da reação ele tá sozinho...na verdade, não sei... (silêncio)
(risos)
B5: No nosso caso, a gente achou que era o mesmo ferro, que não tinha diferença...
A5: Sim.

P: Aqui vocês ficaram bastante tempo tentando saber se juntava o ferro com o cobre...

(risos)

P: Por que?

B5: Nossa...não lembro o pensamento que a gente usou...

A5: Não lembro...acho que tinha que juntar o ferro com o cobre...sei lá...

P: Ok, e como vocês poderiam descrever esse desenho...

B5: Que a gente usou moléculas de ferro, com bolinhas com x dentro e o CuSO_4 com círculo...tudo diferente...e o número compatível de moléculas...

P: E o segundo?

B5: Se unem então precisava do mesmo número...

P: E o gás?

B5: Nossa a gente nem percebeu...

A5: Nem lembro das bolhinhas... (risos)

B5: Acho que a gente não lembra mesmo...ou não percebemos...não sei...sei lá...não lembro das bolhinhas...

P: Ok, algo mais?

B5: Acho que foi muito bom trabalhar em dupla, uma tirando dúvida da outra, trocando informação, mesmo eu que não gosto de trabalhar em grupo, mas a gente trabalhou em conjunto mesmo...

A5: É!

P: Sim.

GRUPO 6– 17/11/2015

P- pesquisadora; alunos A6; B6;

P: O que você queria falar?

B6: Que eu lembro que na reação a gente tinha colocado o sulfato e ele não participa da reação...

P: No primeiro?

B6: É, e no segundo por algum motivo a gente achou que ia, mas acabou errando a mesma coisa.

P: É mesmo.

B6: Sim, a gente errou a mesma coisa, a gente percebe que na verdade são só os íons H^+ e o ferro...

P: Ah, vocês perceberam isso?

B6: Sim, na primeira a gente até questiona, mas na segunda.

A6: A gente achou que tinha que colocar de novo...

B6: Sim, mas na correção a gente entende que realmente ele não participa da reação...no momento que a gente pensou sobre a figura, no segundo experimento.

P: Entendi... e nos desenhos vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?

A6: Na hora não, a gente percebeu depois que você explicou, o tamanho dos átomos, o que acontece quando perde elétrons...

P: Mas em que momento?

A6: Na hora, a gente não se preocupou com o tamanho, só depois na sala mesmo...

B6: Sim.

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

B6: Foi diferente.

A6: Nunca tinha feito nada parecido, é legal porque você tem que pensar muito.

P: Na opinião de você, o que pode ter ajudado vocês na atividade?

B6: A gente deu bastante atenção à discussão entre a gente, tentar justificar o que a gente ia fazendo...vamos fazer isso porque...então ajudou por aí...

A6: Eu acho que é isso, o que ajudou foi que depois que a gente fez o que achava...discutimos entre a gente com o que já sabíamos e melhorar no segundo...isso foi bom.

P: Esse dois no sulfato no primeiro, vocês perceberam que estava errado?

(pausa)

B6: Sim, percebemos sim, olha aqui no segundo a gente já fez certo.

A6: É.

P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B6: Não sei, ali do dois, foi distração...e fizemos já direto...não que a gente não soubesse...

A6: Ah, eu acho que fiquei disperso com a câmera, fiquei ligado no que tava filmando e não concentra direito...

B6: É, a câmera ali...sei lá...pode atrapalhar um pouquinho sim.

A6: Sim.

P: Esse segundo experimento, como que vocês poderiam descrever?

B6: Tinha o ferro dois +, ele reage com o H_2SO_4 ...aí vai ocorrer uma troca de elétrons o H^+ do H_2SO_4 vai receber os elétrons do ferro dois + e aí o ferro vai oxidar, né?

A6: Acho que é.

B6: Tem um negócio que a gente errou, colocou o sulfato junto e o H preso, sem estar ionizado.

P: Algo mais?

B6: Eu lembro bem essa coisa do SO_4 , acho que foi isso.

GRUPO 7– 16/11/2015

P- pesquisadora; alunos A7; B7;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A7: Sim!

B7: Acho que ela ajuda a ilustrar um pouco...os processos como eles ocorrem, mesmo que a gente imagine de uma maneira errada, ajuda a forçar a pensar.

A7: Gostei também, a gente achava uma coisa e aí via que era algo totalmente diferente...aí então eu acho que a gente não vai mais esquecer...eu acho!

P: Nos desenhos vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?

A7: Não, na hora a gente estava pensando em como que ia fazer para representar a reação mesmo...

P: Nem no primeiro e nem no segundo experimento?

A7/B7: Não.

P: Estou sentindo firmeza...

(risos)

A7: /B7: Sim.

P: Na opinião de você, o que pode ter ajudado vocês na atividade?

A7: Trabalhar em dupla é legal, porque eu acho uma coisa, ele acha outra e vai construindo juntos. Queria falar uma coisa, logo o outro complementava...acho que sozinha não tinha como descobrir que tava errada e não ia ter como me corrigir.

B7: Eu também, acho legal o estilo da atividade que faz ter o raciocínio correto, tendo que chegar sempre num consenso...

P: E o que vocês acham que atrapalhou?

A7: O tempo!

B7: Fica corrido, porque duas aulas têm...se você pensar bem...1 hora e meia de atividade e tem muito detalhe para pensar...discussão...

A7: É...muito pouco tempo...Na discussão mais tempo ajudaria...é pouco tempo na verdade, porque é muito detalhe para prestar atenção...então a gente nem percebe alguns detalhes...tem muita coisa que a gente nem percebe que errou, tem que ter atenção mesmo...sei lá...tempo...

P: E tem que tentar entender mesmo...

A7: Para tentar acertar o próximo né?

P: Para ver a equação também?

A7: É mais simples a equação...mais direto...o desenho

não, porque tem muito detalhe para prestar atenção...

P: Você começou dizendo que tava preocupado com algo aqui no segundo desenho...o que era mesmo?

B7: Preocupado mais em demonstrar a proporção e não na quantidade...

P: E vocês não se preocuparam em diferenciar H de H⁺...ou sim?

A7: Eu não lembro, a gente até pensou...quer dizer não lembro...não sei porque não fizemos...

B7: É que olhando os desenhos, três bolinhas e um frasquinho, parece algo simples, mas na verdade ficamos muito tempo para ver como que a gente ia representar isso, gerou discussão...demorou para a gente chegar nisso...

A7: É acho que até pensamos, mas não colocamos em prática...

P: E como que vocês descreveriam esse primeiro desenho?

(pausa)

A7: Calma aí...o ferro ele perdeu elétron e se ligou aqui (ao sulfato)...pera aí...

B7: Difícil porque o desenho tá errado, não lembro direito o que pensamos na hora...

A7: Mas eu lembro disso, o ferro perdeu elétron e se ligou aqui com o sulfato, mas não sei...

P: E o segundo?

A7: Aqui, precisava ter o íon, tinha que diferenciar, mas não pensamos isso na hora...e aqui tem o gás...os átomos juntinhos...

P: E por que vocês não fizeram várias partículas?

A7: A gente viu no anterior que tinha...

B7: É que tem a proporção...diferente do anterior...um de cada por causa da proporção...

P: E aqui vocês não colocaram o sulfato né?

A7: É! É que vimos que ele não participava da reação anterior e isso deu para perceber...proposita mesmo, aí a gente não colocou...

B7: Já tava claro.

A7: Tanto que a gente nem colocou mesmo, porque a gente já sabia que não precisava, tá vendo? Na outra a gente tinha colocado. Íon espectador...pode colocar, mas não precisa, que foi o que aprendemos no primeiro experimento...Seguimos o modelo...

B7: Fazia mais sentido ir no caminho que você tava mostrando...como uma dica de como chegar na solução.

GRUPO 8 – 11/11/2015

P- pesquisadora; alunos A8; B8;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A8: Sim! Eu gostei bastante.

B8: Gostei mais da segunda parte, porque eu não gosto de fazer as coisas no escuro, sabe? Eu gosto...sou metódica, então eu gosto de um início...o primeiro foi no escuro total...tava fazendo...sei lá...tudo errado...aí...mas eu gosto.

A8: Eu gosto porque eu achei uma coisa diferente, uma aula bem diferente e que a gente propôs a resolução sem você resolver antes...bem legal...você tem...você deduz o que tem que fazer...

P: E vocês acham que melhoraram de um para o outro?

A8/B8: Simmm! Sim.

P: Nos desenhos vocês chegaram a pensar no tamanho das partículas?

B8: A gente nem prestou atenção...

A8: É...

B8: Porque fizemos errado, então o foco era consertar a reação...

A8: É! Então a gente não se preocupou. Mesmo vendo...na imagem...a gente não aplicou...

P: Vocês não acharam importante?

B8: Não, a gente nem percebeu mesmo no primeiro! Talvez se a gente tivesse acertado esse primeiro de cara...mas é que tinha tantas outras coisas importantes, nem ligamos para esses detalhes...mas no segundo chegamos a comentar sim.

A8: Sim!

P: Na opinião de você, o que pode ter ajudado vocês na atividade?

B8: Trabalhar em dupla...

A8: Sim, eu gosto disso, ter duas cabeças pensando é sempre melhor...porque tem diferentes pontos de vistas, às vezes o B8 falava alguma coisa, eu concorda ou não concordava...a gente ia modelando mesmo...

B8: É importante para a vida inteira, a gente nunca mais vai ser individual...vai ser tudo em grupo, então tem que saber ouvir a proposta do outro e adequar...e foi isso o que a gente fez...

P: E o que vocês acham que atrapalhou?

B8: Tivemos problema com a câmera...

A8: É...mais é problema técnico (risos).

P: E esse H⁰? Por que vocês não colocaram H₂?

B8: Porque o ferro ficou sozinho, então achamos que o H também ficaria...

A8: É...a gente não lembrou que ficava H₂. Nem passou pela cabeça na hora...

P: Certo, como que vocês poderiam descrever o desenho?

B8: Um simples troca né?

A8: É... o ferro sozinho...

B8: Tem uma dativa no sulfato, então poderia dar um O para o ferro...a gente pensou nisso.

P: E o óxido de ferro por causa da cor?

B8: Nem pensamos nisso, mais pela reação mesmo...

A8: Sim...

B8: A gente não sabia que o sulfato não entrava na reação...então atrapalhou nesse primeiro, mas depois foi bom...

A8: Sim, porque a gente tinha um modelo, então já sabia que o sulfato era espectador...sabe? Deu a certeza para gente...Nunca mais erramos...nem em prova...nada...levamos para frente o conhecimento...

P: Legal, e esse aqui, como vocês descreveriam?

A8: É o ferro sólido, Fe⁰...

B8: o H⁺ em solução...a gente podia ter colocado né, que tava em solução...

A8: Hum...é mesmo...

B8: Aqui a gente pensou que o H saía...

A8: Gasoso!

B8: A gente não lembrou que saía H₂...

P: Vocês desenharam assim para mostrar que era um gás...

A8: Sim! A gente até desenhou um béquer, só que realmente faltou o H₂.

GRUPO 9 – 11/11/2015

P- pesquisadora; alunos A9 e B9;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A9: Sim, mas foi meio ruim, porque a gente não sabia muita coisa.

B9: Gostei, mas foi meio difícil no tempo que a gente tinha...pensar tudo aquilo...

A9: É então...eu senti que precisava saber mais química...eu

tava meio defasada em relação aos outros...
 B9: Hum...eu também.
 P: Certo, nos desenhos, vocês chegaram a perceber que as partículas tinham tamanhos diferentes?
 A9: Acho que a gente não pensou...
 B9: Não!
 (risos)
 Na hora não, mas agora eu sei que é diferente...
 A9: Na hora de representar, a gente nem pensou nisso...no primeiro...e no segundo também não...
 (risos)
 B9: Acho que não deu tempo para pensar nisso...
 A9: Na verdade, quando olhamos na imagem a gente achou que era importante (referindo-se ao o tamanho diferente) só para diferenciar um do outro, mas que não fosse importante...
 B9: É!
 P: Como se fosse uma cor diferente?
 B9/A9: Éeeee!
 P: Ok, no segundo desenho, esse aqui ó (aponta para o desenho), vocês entenderam o que se desprende?
 B9: Era H não era?
 A9: Não sei...acho que não sei.
 B9: Não ficou claro...nem pensamos em H_2 ...
 P: E esse íon de ferro... vocês achavam que ficava grudadinho no outro ferro?
 A9: A gente não tinha consciência do que tava formando...a gente não pensou no que formaria...pensamos só em fazer...
 B9: A gente achou que ia formar mais ferro metálico e aí juntou (aponta para o íon ferro (II))...ou seja...ia formar mais ferro metálico...
 A9: É..
 (risos).
 P: Vocês perceberam que essa carga do ferro, no segundo desenho, tava errada, porque o certo seria $2+$ né?
 A9: Então...é que o ferro pode ser $2+$ ou $3+$, então agora só de olhar eu já vejo que tá errado...mas na hora não pensei nisso...
 B9: Não percebemos não...
 P: Fazendo essa atividade, o que vocês acham que ajudou vocês?
 A9: Foi bom porque mesmo eu não sabendo alguma coisa, a B9 complementava...
 B9: É...

A9: A gente se ajudava assim...sabe...trabalho em equipe...
 B9: Mesmo não dando certo, a gente sabia a mesma ...sei lá...quantidade de química...então sozinha ia ser pior ainda...
 A9: É...
 P: Ah, entendi...
 (risos).
 P: Além da parte de química, que vocês acham que faltou, o que mais atrapalhou?
 A9: Talvez o tempo porque o tempo...eu tenho esse problema de controlar o tempo...mesmo quando faço simulado...para mim é problema...
 B9: A gente ficava enrolando muito, meio perdida...enrolava e aí não dava tempo...
 A9: Porque demorava muito para a gente chegar numa conclusão, porque a gente não sabia direito as coisas...a gente não tinha o conhecimento direito...
 P: Agora, olhando para o primeiro desenho, como que vocês poderiam descrevê-lo?
 A9: Três átomos de ferro e 3 moléculas de sulfato de cobre reagem...e formam 3 átomos de cobre e 3 moléculas de sulfato de ferro...
 P: E esse aqui (o 2.º desenho)?
 A9: A mesma coisa, mas a gente não pensou no gás né?
 P: Tá.
 A9: Aqui tem o ferro metálico, vários átomos juntinhos...reagiu com o H^+ e formouuuuu...íons e ferro tudo junto e H soltinho...

GRUPO 10 – 16/11/2015

P- pesquisadora; alunos A10 ; B10;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?
 A10/B10: Sim!
 B10: Foi bem legal.
 A10: Foi um insight assim, gostei bastante porque é uma atividade assim...você dá uma situação-problema e a gente tem que se virar para desenvolver...
 B10: : É um desafio. Faz com que a gente tenha que descobrir as coisas.
 A10: Eu sempre tive interesse nisso...a gente adora isso, porque é parecido com o trabalho de um cientista.
 P: Sim... nos desenhos vocês chegaram a perceber a diferença no tamanho das partículas?
 B10: Então, a gente não chegou a abordar isso, tanto é que nos

desenhos isso não aparece, a gente tava pensando mais na reação e como ela acontece do que na escala...foi a última coisa que eu ia pensar...

A10: Pensamos na estequiometria e na representação, mas não pensamos nos tamanhos das partículas.Mas, ah sim, a gente percebeu.

B10: A gente notou sim, viu que tava diferente, mas não aplicamos no outro desenho.

P: Na interação 2, vocês colocaram o sulfato na equação, mas não no desenho, por que?

B10: Eu particularmente acho importante colocar todos na interação, mas como o sulfato é grande, ia ficar muito grande para colocar.

A10: Como tá em solução teríamos que colocar vários na solução.

B10: Eu gosto de fazer tudo o mais simples possível, então se o SO_4 não influencia na reação, não tem porque colocá-lo.

A10: Sim! Como a gente fez a equação primeiro, a gente montou...e percebeu pera aí o sulfato não muda...

B10: É.

P: Isso ficou claro desde o primeiro?

B10: No primeiro a gente achava que o ferro oxidava, formava ferrugem, tanto é que no primeiro...o ferro oxidou ou formou cobre...porque ficou uma cor ferrugem...

P: Sim.

B10: Daí a gente partiu para a ferrugem.

P: Tá...E o que vocês acham que pode ter ajudado vocês?

B10: Ela constrói conhecimento, é a melhor forma de dizer, porque é uma atividade que quando alguém te fala é assim, assim, assim, você guarda de uma forma. Mas quando você deduz, para chegar no resultado, é bem diferente, acho especialmente por isso.

A10: Concordo, é um exercício do pensamento científico e acho isso muito importante.

P: Sim.

B10: Uma boa oportunidade para trabalhar com o raciocínio lógico.

P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B10: Atrapalhado? Para mim acho que foi a confusão com a ferrugem no começo...

A10: É

B10: O desenho teria sido todo diferente...fazia sentido pensar

em ferrugem, o oxigênio viria do sulfato...

A10: Pensamos no óxido de ferro e no cobre.

P: E na hora que vocês viram a imagem, qual foi a reação?

B10: Ahhh...agora sim...e ficou muito claro...

A10: Sim, sim. Tanto que esse exercício a gente pensou e discutiu muito, já no segundo foi muito mais rápido.

B10: Essa reação que propomos é muito complicada, se ela fosse mais simples até seria viável...

P: Mas temos também reações complexas.

B10: Sim, mas elas tendem a ser mais difíceis de serem obtidas, mais raras.

A10: Isso que é legal no pensamento científico, nós levantamos uma hipótese, mas que não explicava o fenômeno observado, então, tivemos que reconstruir e pensar em outra coisa...isso é muito legal.

P: Vocês poderiam descrever esse modelo aqui?

B10: Para mim eu descreveria pela reação.

A10: Sim, descrever a reação a partir das camadas eletrônicas.

B10: Na verdade, só representamos a camada de valência.

P: Por quê?

B10: Para trabalhar com a interação eletrônica, foi a nossa...

A10: Representar a troca de elétrons.

B10: Sim, e como isso aqui era nosso rascunho...fomos pensando em como estabilizar as substâncias a partir da regra do octeto. É um rascunho já como modelo final, porque a gente foi desenhando enquanto pensava...fez, depois refez um pouco, mas realmente a gente desenhou o que pensou.

P: E esse segundo? Esse H menor?

B10: Na legenda a gente até pensou um pouco no H, no ferro e íon ferro. Mas aí na hora de desenhar, não colocamos, deu pressa.

A10: É pensamos o tamanho não é o mesmo...

B10: Não tenho certeza se pensamos nisso na hora...no tamanho...na hora do desenho...

A10: Sim.

B10: Chegamos com certeza a considerar isso no finalzinho, na hora de colocar a legenda.

P: Algo mais?

A10: A gente gostou muito da atividade, gostaria de ressaltar isso.

B10: É bom pensar e repensar, é uma atividade que ajuda a pensar de um jeito ou de outro.

GRUPO 11 – 11/11/2015

P- pesquisadora; alunos A11; B11;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A11: Sim acho que foi bem diferente...

B11: É mais legal do que só aula expositiva...na lousa...faz a gente pensar muito.

A11: Fiquei surpresa, porque eu não sabia o que era para fazer...

B11: Quando você deu a primeira para a gente fazer...foi difícil, eu não sabia o que fazer, mas na segunda já tinha tipo...um molde...um raciocínio...

A11: A gente se baseou uma na outra...

P: Nos desenhos, vocês chegaram a pensar na diferença de tamanho das partículas?

B11: Na minha nem passou...

A11: (risos)

P: Nem com a imagem?

A11: Ah, na imagem a gente viu...mas quando foi desenhar...a gente ficou focado na interação, em fazer coisas diferentes...

A11: Lembro que a gente ficou muito preocupado com a distribuição eletrônica do ferro...a gente tentou fazer e a gente não lembrava como fazer para achar a valência do ferro...e aí a gente ficou muito tempo nisso...pensando na valência do ferro...ao invés de pensar na equação...nas outras coisas...isso atrapalhou a gente...

P: Seguiram um raciocínio que não era necessário...

A11/B11: É!!

A11: Era inútil...e a gente tava bem perdido...

P: Tá...legal...Vocês optaram por não representar o sulfato no primeiro...isso ficou claro para vocês?

(demoraram para responder)

A11: Não lembro...não sabia...

B11: Não sabia disso...

A11: Acho que é porque eu li em algum lugar: solução de sulfato...

B11: É...e não precisava...

A11: Não precisava colocar...

B11: No segundo a gente não colocou o sulfato porque vimos a correção do primeiro, então a gente nem colocou mesmo...mas

foi tipo sem querer, não pensamos direito nisso...

P: Tá...E o que vocês acham que pode ter ajudado vocês?

A11: Acho que o tempo ajudou, porque tinha que se organizar naquele tempo...então ajudou...tinha que focalizar...

B11: É...ajuda a não se perder tanto...O que eu achei mais legal é ter uma situação...um problema para resolver...

A11: Os vídeos, imagens...ajudaram...

P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

A11: A câmera...

B11: O barulho da classe, todo mundo discutindo o mesmo assunto...ao mesmo tempo...não tinha muito espaço...para conversa entre a gente.

A11: E a câmera...

(risos)

...fico incomodada...muito. É porque eu não gosto mesmo.

P: Como vocês poderiam descrever o primeiro desenho?

A11: Tem uma molécula de ferro e de cobre que tão interagindo no início e aqui é o produto...

P: Tá...E o segundo?

A11: Melhor porque a gente já tinha visto...

B11: A imagem do anterior...

A11: Aí deu para ter uma noção bem melhor do que acontecia...

B11: É...

A11: Aí a gente tentou representar o ferro e o hidrogênio gasoso...

P: Por que H_2Fe ou FeH_2 ? Qual foi a dúvida aqui?

A11: Não lembro...

B11: Era tipo um rascunho para fazer as valências...mas a gente não sabia direito...

A11: É uma tentativa talvez...faltou balancear...

GRUPO 12 – 16/11/2015

P- pesquisadora; alunos A12; B12;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A12: Sim, foi bem interessante

P: E por quê?

A12: Foi um jeito novo de aprender...

B12: É aprendemos errando...erramos muitas vezes antes de aprender...

(risos)

P: Certo...nos desenhos vocês chegaram a perceber a diferença no tamanho das partículas?

A12/B12: Não!

A12: Nem paramos para pensar...

B12: É.

P: Nem mesmo depois, de ver a imagem do primeiro experimento?

A12: Ahhhh...aí sim, nós vimos.

B12: Mas acho que no outro desenho...não! A gente não sabia a resposta A12.

A12: Ah, mas a gente não fez não...

B12: A gente percebeu no desenho, mas não aplicamos no segundo...porque a gente ficou pensando nas outras coisas...

A12: Até chegamos a pensar...muda ou não muda...mas deixamos assim mesmo...

P: Então vocês chegaram a considerar isso?

A12/B12 Sim!

A12: Mas não mudamos... (risos)

P: Vocês não mencionaram nada sobre o sulfato no 1.º experimento, fizeram sem considerar ele, vocês lembram por que?

A12: Acho que é porque a gente viu que ele nem entrava na reação, então não colocamos...mas não porque a gente tinha entendido, só por causa disso mesmo...

P: O sulfato, no segundo experimento, vocês disseram que ele seria a "solução", como que é isso?

A12: No segundo experimento, a gente entendeu que ele era íon espectador...não muda nada na reação...

B12: Mas só depois do desenho, aquele que tem que comparar...

P: Na opinião de vocês, o que vocês acham que ajudou vocês a fazerem a atividade?

(pausa)

A12: A gente discutiu bastante, em dupla...a discussão...uma ajuda a entender o erro da outra...falei uma coisa e a outra entende e ajuda a arrumar...

B12: É...isso é muito bom...

P: Certo, e o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B12: O tempo!

A12: O tempo e a pressão da filmagem...gravação junto com o tempo é muita pressão...

B12: E o barulho da sala...

A12: Porque às vezes você tá num raciocínio, mas aí tem que decidir logo, então não dá tempo para pensar mais sobre aquilo...ter mais discussão...Porque a gente já não sabe, então ter que ser rápido...é mais difícil...

B12: Sim...

P: Como vocês poderiam descrever esse primeiro desenho aqui ó...

B12: Acho que pensamos em algo bem simples...aqui tem o ferro e o cobre e depois os dois juntos...sabe?

A12: É...

P: E por que tem dois ferros e dois cobres?

A12: Eu tava agora tentando lembrar isso...

B12: Eu também...não faço a menor ideia por que...Aqui eu não lembro...

A12: Eu também não lembro...

P: E o segundo aqui ó...

B12: A gente foi bem melhor depois que tínhamos visto o primeiro né...

A12: Aquele montinho ali tudo juntinho...é a limanha de ferro...para mostrar que é tudo sólido...as bolinhas H_2SO_4 ...

P: Por que uma bolinha só para representar o ácido sulfúrico?

B12: Ah...acho que foi só para economizar...

A12: É, a gente tava sem tempo...então fizemos assim...simplificar tudo numa bolinha para ficar mais simples...

P: E aqui, porque vocês colocaram o Fe^{2+} coladinho nos átomos de ferro?

A12: Eu lembro que nessa hora a gente ficou com dúvida se colocava ou não coladinho, não chegamos em nenhuma conclusão...e aí a gente resolveu deixar assim coladinho...

P: Tá, mas vocês não tinham certeza?

A12: Não, a gente pensou, mas não tinha certeza...

B12: A gente tinha certeza do restante...que esse era juntinho (átomos de ferro), esse soltinho e o gás...mas o íon de ferro a gente não sabia o que fazer...

GRUPO 13 – 13/11/2015

P- pesquisadora; alunos A13: ; B13: ;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

A13/B13: Sim!

B13: Achei um jeito diferente de aprender...é...bom aprender com nossos erros...

P: Certo...nos desenhos vocês chegaram a perceber a diferença no tamanho das partículas?

A13: Da primeira vez não foi fácil, mas depois de ver o modelo foi bem melhor...

B13: É a gente foi melhor...No segundo a gente considerou diferença nos tamanhos...

P: E por quê?

A13: Sim...a partir da reflexão na primeira parte, aquele desenho que tava certinho...

P: Na opinião de vocês, o que vocês acham que ajudou vocês a fazerem a atividade?

B13: Acho que foram as análises né?

A13: A segunda a gente acertou, porque comparamos com a primeira...usamos como modelo...a primeira não, a gente fez mais ou menos...

B13: Mais ou menos...

A13: É a gente não sabia como bem...

P: Mas foram bem na primeira...também né?

B13: É, mas a gente até chegou a passar branquinho...a gente tinha errado...não foi fácil...

A13: Deu bastante discussão...

P: E esse sulfato aqui, soltinho e aqui juntinho...

B13: É...

A13: A gente fez assim, pois...porque...achou que o sulfato ia reagir com o ferro...isso...a gente achou que formava o sulfato de ferro...

P: Certo, e o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B13: Não sei...

A13: Acho que o que atrapalhou mesmo...foi não saber o que o SO_4 fazia na reação...não tinha entendido que ele era um íon espectador...

P: E quando isso ficou claro?

B13: Só depois quando já estávamos fazendo o segundo...porque foi isso que ajudou...olhar o desenho do primeiro e então comparar...

P: Como vocês poderiam descrever esse primeiro desenho aqui ó...

A13: Acho que a gente colocou primeiro, no início, as moléculas...os átomos de ferro juntos, por ser metálico e o SO_4 separado porque está dissolvido, íons. Aí a gente pensou que o Fe ia reagir com o SO_4 , juntando e formando o $FeSO_4$.

P: Hum...tá...E esse segundo aqui ó...

B13: Aqui a gente foi seguindo o que a gente tinha aprendido no primeiro...

A13: O ferro se oxidando e aí a mesma quantidade...na mesma proporção o H_2 .

P: E esse íon de ferro aqui ó...grudadinho nos átomos de ferro?

A13: A gente também ficou na dúvida, se ficava junto ou não....porque sabe quando você tem uma coisa enferrujada, aí fica grudado né, então seria como se fosse a ferrugem formada grudada no ferro que sobrou...sabe?

P: Ah...sim

GRUPO 14 – 13/11/2015

P- pesquisadora; alunos A14: ; B14: ;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

B14: Legal.

A14: Interessante, a gente nunca tinha feito nada parecido. Achei legal a coisa que a gente nunca tinha feito, pensar sobre o que estamos discutindo...

B14: A gente não tá acostumado a pensar no erro, a descobrir o que está errado...então achei legal...

A14: E o melhor é não ter a responsabilidade de acertar...um preparo...porque se vale nota a gente pode ficar nervoso, se errar perde ponto...e nessa não era assim, a gente podia falar o que achava mesmo...

P: No experimento I, vocês entenderam por que não forma o óxido de ferro?

A14: Na minha opinião, vem a palavra mesmo...oxidação...dá a impressão que a reação era para ser com o oxigênio...a gente...

B14: Depois a gente viu aquela coisa do íon espectador...mas a coisa do óxido de ferro foi forte para a gente...

P: Me fala uma coisa, quanto ao tamanho do átomo de ferro e do íon de ferro, vocês lembram em que momento que vocês perceberam que os tamanhos eram diferentes?

B14: O átomo em relação ao íon?

P: É...

B14: Sim, a gente mudou depois...diminuindo a bolinha para ficar menor...mas não demos ênfase...e no primeiro a gente não considerou mesmo o tamanho.

A14: É isso mesmo, só no segundo...aí já tinha ficado claro...

P: E por que aqui vocês consideraram?

B14: Porque eu acho que depois que a gente fez a primeira, vimos o certo projetado no telão...aí a gente viu...tem diferença no

tamanho das bolinhas....aí a gente aplicou aqui.

A14: Eu lembro disso sim...

P: Muito bom, na opinião de vocês o que vocês acham que ajudou na atividade?

A14: Acho que animação na lousa, o vídeo que você via o ferro ficando com a camada avermelhada...

B14: Achei legal que não foi só colocar uma fórmula na lousa, foi de...demonstrar...tipo...que os íons, as moléculas no desenho e o vídeo da reação...isso ajudou muito porque mostrou para a gente como que funciona...

P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

A14: Acho que na primeira...jogado um exercício que a gente não sabia como fazer...sou mais tradicional...gostou do professor explicando e eu prestando atenção...

B14: A gente não tinha nem ideia...

P: Mas para fazer o segundo melhorou?

A14 /B14: Siiim!!!

P: Olhando esse primeiro desenho, como vocês poderiam descrevê-lo?

A14: Ah, a gente pensou que ia ter o ferro sem carga...e a gente cometeu um erro ele nem tá junto...é metálico...tinha que ter desenhado tudo junto...

P: Tá...

A14: E aí o sulfato de cobre foi trocando, entra ferro, oxigênio e aí fica ferro e sulfato separado.

P: E esse outro...

A14: Esse a gente pensou na liga metálica...ligação metálica entre eles e os prótons H^+ que vão tá...então na oxirredução ia sair o ferro e entrar...ah, o ferro ia sair como íon aquoso e o H^+ ia juntar e formar o H_2 .

P: E o sulfato?

B14: A gente já sabia agora.

GRUPO 15 – 11/11/2015

P- pesquisadora; alunos A15; B15;

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

B15: Eu gostei...muito!

A15: Achei legal! É um jeito diferente...

B15: Fica mais claro de entender algumas reações, se a gente tem dificuldade de visualizar, então o desenho me ajudou bastante.

A15: É! O desenho ajuda...é bom para visualizar para ver mesmo o que está acontecendo, às vezes só com a equação você não sabe direito...que foi o que aconteceu com a gente.

P: Nos desenhos vocês chegaram a perceber diferença no tamanho das partículas?

B15: É... não! Não passou pela nossa cabeça

A15: Nem pensamos nisso...

P: Nem quando vocês viram as imagens?

B15: Ah, no segundo a gente fez as bolinhas de hidrogênio menores, mas só depois que passamos pelo primeiro...no primeiro não..

P: E no segundo?

A15/B15: No segundo sim...

B15: Eu lembro que no segundo a gente teve essa preocupação...

P: Vocês então consideraram isso?

A15: Na segunda parte sim...

B15: É!

P: A questão do sulfato ficou clara para vocês no primeiro experimento?

B15: Para mim não...porque eu não tinha entendido que ele era íon espectador...depois sim...no primeiro não... a gente colocou assim grudadinho...

P: Por quê?

A15: A gente não sabia se era separado ou não, só depois que isso ficou claro...quando vimos a imagem.

P: Vocês achavam que formaria o FeO e $CuSO_3$, isso ficou claro depois?

B15: Foi a mesma coisa que o íon espectador...

A15: A gente não sabia onde o sulfato ia ficar.

B15: Eu lembro que a gente pensou...inventei...tipo dupla troca...

A15: Depois percebemos que não era...na hora da reflexão...de comparar...

B15: Siiiiiim! Aí entendemos, porque a gente vê o certo!

P: O desenho ajuda?

A15/B15: Sim!

P: Na opinião de vocês, o que ajudou vocês na atividade?

B15: Para mim, o bom foi ir fazendo em etapas a atividade e desenhar...desenhar me ajudou muuuuito...entendeu? As etapas, fez e viu a correção, então já tinha uma noção para a próxima...um parâmetro de correção, para dar mais segurança...

A15: Acho que sim...porque o primeiro você só dá para a gente

e a gente não sabe por onde começa...aqui a gente já sabe mais ou menos por onde começar...o que fazer...

B15: É isso!

P: E o que vocês acham que pode ter atrapalhado?

B15: Não sei se atrapalhou...fazer primeiro da nossa imaginação...foi difícil...mas não sei se atrapalha...porque é bom, força a pensar...

A15: Depois na correção a gente entende e saber química ajuda...

P: E vocês poderiam me descrever esse primeiro desenho?

B15: No primeiro desenho a gente tem...não sei como falar isso...uma molécula que tem cobre, enxofre, oxigênio e íons de ferro livre e uma solução...

P: Tá...

A15: Essa é a solução inicial...no final a gente fez o cobre ...com o SO_3 ...e a gente fez um dos oxigênios ligados ao ferro...esse ferro sólido tinha se ligado ao oxigênio por isso ele teria se oxidado...

P: Vocês tinham que colocar o oxigênio em algum lugar...

A15 /B15: É!

P: E esse segundo desenho?

B15: A gente percebeu que a solução de sulfato...de alguma coisa...que eu não sei falar...

A15: O ácido sulfúrico?

B15: É...a solução...a gente ia ter todos os ferros grudadinhos, tudo junto e depois...

A15: Tá bom e o no final a gente viu que esses Hs se ligavam...os ferros viravam...viravam...íons...e os Hs se juntavam em H_2 ...porque a gente viu borbulhando...

B15: Tinha que ter o gás...

A15: Então era o H_2 !

P: E como que vocês sabiam que o gás era H_2 e não outro?

A15: Porque a gente viu a fórmula H_2SO_4 , então tinha o H e o sulfato era espectador...então tinha que ser o H_2 .

P- pesquisadora; alunos A16; B16

P: Vocês gostaram de fazer a atividade?

B16: Eu gostei muito, um trabalho diferente, primeira vez que a gente grava falando um processo fazendo junto...

A16: Eu gostei também, achei bom porque a gente teve que pensar sozinho, errou e teve que consertar depois também achei engraçado...depois quando a gente assistiu o próprio vídeo porque eu não imaginei que era assim que eu estudava.

P: Olha! Conseguiu entender melhor como você estudava...muito bom! Nos desenhos vocês chegaram a perceber diferença no tamanho das partículas no 2.º experimento? (aponta para o desenho).

B16: A gente viu diferença no tamanho, mas achamos que era tipo...um detalhe...só para diferenciar as partículas.

A16: É...para diferenciar mesmo, tanto que resolvemos inovar e colocamos um triângulo...

(risos)

P: Então o tamanho...

A16: Era detalhe só mesmo...e não pensamos em perder elétron e mudou o tamanho...

P: Na opinião de vocês o que ajudou vocês a fazerem a atividade?

B16: Tentar fazer o problema sem ajuda antes...

A16: Aí a gente colocou o que achava e vendo a resolução encaixou... e aí a gente encaixou e entendeu direito.

B16: É...vendo a imagem, pois daí deu para ver como era o certo e comparar com o que a gente tinha pensado e viu que tinha conceitos certos e errados.

P: Certo e por isso que vocês foram melhor no segundo...

A16: É! Porque a gente tinha uma ideia no primeiro só que não sabia fazer direito, representar...depois ficou mais fácil, porque tinha um modelo para seguir, não partia do zero.

B16: É isso mesmo!

P: Certo, e o que vocês acham que atrapalhou vocês?

A16: Talvez as ligações que os átomos fazem, porque aqui a gente juntou... primeiro ferro com cobre...a gente não sabia direito qual reação que acontecia lá...

B16: E a gente colocou lá o que a gente imaginou primeiro e foi...mas acho que isso atrapalhou...a ligação entre as moléculas...

P: E vocês falaram que junta cobre com ferro...como que é isso, ficava só por cima ou formava uma ligação mesmo?

A16: Ahhh, no primeiro a gente achava que juntava mesmo e fazia parte, formava uma liga...daí depois a gente viu que não era bem isso...que só ficava na superfície, tipo colava lá...

P: E esse triângulo?

A16: Usamos para diferenciar...só isso...

(risos)

P: Vocês poderiam descrever esse primeiro desenho?

A16: Bom, acho que cada quadradinho era uma mesma solução, o antes e o depois...e aí no antes a gente tem os átomos de cobre ionizados na solução...e os átomos de ferro também soltos na solução... e... como eles se ligavam, eles estariam juntos no final da reação e pelo balanceamento, ferro +1 e cobre +2, ficaria assim. Então ligamos dois ferros a cada cobre e formaria a molécula aqui (aponta para os produtos).

P: Tá legal...e esse (o experimento II)?

Vocês colocaram o sulfato separado né?

B16: É porque ele fica dissolvido na água.

A16: É íon espectador.

(risos)

B16: A gente viu como ficava o primeiro e então a gente consertou, juntou os átomos de ferro e representamos o íon espectador aqui, que é o sulfato, aí depois da reação é que a gente vê...

A16: Colocamos o sulfato dois menos e o H_2 que é o gás.

ANEXO 8 - FOTOS DOS EXPERIMENTOS

Fotos tiradas a partir dos vídeos.