

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Leandro Antonio de Oliveira

**Interações de Professores de Química do Ensino Superior com Meios
Mediacionais: História, Limites e Possibilidades**

Belo Horizonte

2018

LEANDRO ANTONIO DE OLIVEIRA

Interações de Professores de Química do Ensino Superior com Meios Mediacionais: História, Limites e Possibilidades

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Fleury Mortimer.

Belo Horizonte

2018

O48i
T

Oliveira, Leandro Antonio de, 1986-
Interações de professores de química do ensino superior com meios
mediacionais : história, limites e possibilidades / Leandro Antonio de Oliveira. -
Belo Horizonte, 2018.
193 f., enc, il.

Dissertação - (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação.

Orientador : Eduardo Fleury Mortimer.

Bibliografia : f. 192-193.

1. Universidade Federal de Minas Gerais -- Teses. 2. Educação -- Teses.
3. Professores de química -- Teses. 4. Professores de química -- Formação --
Teses. 5. Professores universitários -- Teses. 6. Química -- Estudo e ensino
(Superior) -- Teses. 7. Química -- Metodos de ensino -- Teses. 8. Química --
Estudo e ensino -- Meios auxiliares -- Teses. 9. Química -- Metodos experimentais
-- Teses. 10. Ensino auxiliado por computador -- Teses. 11. Ensino audiovisual --
Teses. 12. Ensino -- Meios auxiliares -- Teses. 13. Tecnologia educacional --
Teses. 14. Ensino superior -- Metodos de ensino -- Teses.

I. Título. II. Mortimer, Eduardo Fleury. III. Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças alcançadas e por guiar meu caminho.

Aos meus pais, por sempre me apoiarem e por acreditarem no meu sucesso.

Aos meus irmãos por estarem sempre presentes em minhas conquistas.

Ao Eduardo Mortimer, meu admirado orientador, que muito me ensinou desde os tempos de iniciação científica. Grande parte do meu amadurecimento acadêmico, devo a você. Muito obrigado pela confiança e pela dedicação em me orientar nesta pesquisa. Agradeço também por sempre exigir o meu melhor.

A todos os professores que tive que foram tão importantes para o meu processo de aprendizagem.

Ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da UFMG, por proporcionar um ensino de qualidade e preocupação com minha formação.

À Fundação Universitária Mendes Pimentel, pela assistência estudantil de qualidade que me foi proporcionada.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e estiveram presentes nesta importante etapa da minha vida.

RESUMO

Neste trabalho foram analisadas as ações de professores de Química do Ensino Superior com meios mediacionais (quadro de giz, projetor multimídia, modelos moleculares etc.) em salas de aula, usando como referencial a Teoria da Ação Mediada proposta por Wertsch (1998). Foram investigados também elementos da história pessoal dos professores no uso de meios mediacionais em seus percursos profissionais, procurando evidenciar as limitações e possibilidades das ações com os meios nos ambientes universitários. Foram selecionados 10 professores de química da UFMG, dois por disciplina escolhida. As aulas filmadas foram ministradas em disciplinas estruturantes da maioria dos cursos de Ciências da Vida e da Natureza: Química Geral, Química Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica e Físico-química. No desenvolvimento deste estudo, observamos, mapeamos e descrevemos as ações dos professores com meios mediacionais para evidenciar como eles compartilham significados ao utilizarem os recursos escolhidos no planejamento das aulas. Foram construídos mapas de episódios, diagramas de mapeamento das ações dos professores com os meios mediacionais, gráficos, etc. Isto possibilitou descrever as aulas e categorizar os meios mediacionais utilizados. Estes meios foram categorizados em termos de suas funções e das ações que eram promovidas pelos professores no ato de ensinar. Foram comparadas algumas ações que aconteciam tanto entre professores da mesma disciplina, quando ensinando o mesmo assunto, quanto entre diferentes professores que ensinavam diferentes temas. Além disso, os 10 professores foram entrevistados, o que se revelou essencial para analisar: aspectos socioculturais relacionados às ações com os meios mediacionais, as mudanças que ocorreram com o tempo, a história do uso dos recursos identificados nas aulas analisadas e as limitações e possibilidades que os professores viam ao agirem com esses meios. A Teoria da Ação Mediada constituiu-se como um importante referencial teórico para as análises das aulas e das entrevistas, por considerar como unidade de análise os agentes agindo com meios mediacionais, sem reduzir a análise a um dos dois elementos em isolamento. Como resultados podemos destacar que o uso de meios mediacionais é idiossincrático, com cada professor fazendo adaptações de acordo com a sua vivência e experiência. Por outro lado, foram observados alguns padrões tanto na escolha dos meios mediacionais quanto nas formas de agir com esses recursos, e que esses padrões emergiam predominantemente, mas não somente, na mesma disciplina. As entrevistas mostram que os professores possuem experiências diferenciadas e que essas lhes deram instrumentos de escolha do que e como fazer. Acreditamos que os resultados desse trabalho trazem contribuições para a literatura da área por apresentar resultados significativos à luz de um referencial consistente, que mostram como e porque professores de Ensino Superior da UFMG utilizam meios mediacionais, alguns comuns às várias áreas nesse nível de ensino, como quadro de giz ou quadro branco e projetor multimídia, e outros específicos da área de química, como modelos moleculares.

Palavras-chave: Meios Mediacionais. Ação Mediada. Ensino Superior. Ensino de Química.

ABSTRACT

In this paper, the actions of higher education chemistry professors with mediational means (chalkboard, multimedia projector, molecular models, etc.) in classrooms were analyzed, using as reference the Mediated Action Theory proposed by Wertsch (1998). Elements of the personal history of the professors in the use of mediational means in their professional paths were also investigated, in view of highlighting the limitations and possibilities of actions with the media in university settings. Ten chemistry professors from UFMG were selected, two for each chosen discipline. The filmed classes were taught in structuring disciplines of the majority of the Life and Nature Sciences courses: General Chemistry, Analytical Chemistry, Organic Chemistry, Inorganic Chemistry and Physical Chemistry. In the development of this study, we observed, mapped and described the actions of professors with mediational means to show how they share meanings when using the resources chosen in class planning. Episode maps, mapping diagrams of professors actions with mediational means, graphs, etc. were constructed. This made it possible to describe the classes and to categorize the mediational means used. These means were categorized in terms of their functions and the actions that were promoted in the act of teaching. Some of the actions that happened between professors of the same discipline when teaching the same subject and between different professors who teach different subjects were compared. In addition, the 10 professors were interviewed, which proved to be essential for analyzing: sociocultural aspects related to actions with mediational means, the changes that occurred over time, the history of the use of the resources identified in the classes analyzed and the limitations and possibilities that professors saw when acting with these means. The Theory of Mediated Action was an important theoretical reference for the analysis of classes and interviews, for considering as analysis unit the agents acting with mediational means, without reducing the analysis to one or two elements in insulation. As results, we can highlight that the use of mediational means is idiosyncratic, with each professor making adaptations according to their background and experience. On the other hand, some patterns were observed both in the choice of mediational means and in the ways of acting with these resources, and that these patterns emerged predominantly, but not only, in the same discipline. The interviews show that professors have different experiences and that these experiences have given them tools of choice of what and how to do. We believe that the results of this work bring contributions to the literature of the area for presenting significant results in light of a consistent framework, which show how and why UFMG higher education professors use mediational means, some common to various areas at this level of education, as chalk board or whiteboard and multimedia projector, and others specific to the area of chemistry, such as molecular models.

Keywords: Mediational Means. Mediated Action. Higher Education. Chemistry teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de subcategorização dos Meios Mediacionais de materialidade permanente em meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores.....	33
Figura 2 – Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria Molecular do professor Paulo.....	47
Figura 3 - Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria Molecular da professora Daiane.....	48
Figura 4 - Momentos de ação de Paulo com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular: projetor multimídia, quadro branco, modelo molecular e pasta.	49
Figura 5 - Diagrama de divisão da aula de Paulo em episódios e mapeamento do uso de meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular.	52
Figura 6 - Ações de Paulo com o quadro de giz, com o modelo molecular, com a simulação projetada pelo projetor multimídia e com o modelo molecular e quadro de giz, em sequência, para representar a geometria tetraédrica.	53
Figura 7 - Momentos de ação de Daiane com os meios que fazem uso de suporte material na aula de Geometria Molecular: projetor multimídia, quadro de giz e com objetos mediadores: modelo molecular e folha de papel. .	55
Figura 8 - Diagrama de divisão da aula de Daiane em episódios e mapeamento do uso de meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular.	58
Figura 9 - Ações de Daiane com o modelo molecular, quadro de giz, projetor multimídia, para substâncias com NCT igual a 2 e 3.	59
Figura 10 - Diagrama de episódios identificados na aula de Estereoquímica da professora Rosa.	64
Figura 11 - Diagrama de episódios identificados na aula de Estereoquímica da professora Aline.	65
Figura 12 - Momentos de ação de Rosa com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica: projetor multimídia, quadro de giz, modelo molecular e ponteira laser.	65
Figura 13 - Diagrama de divisão da aula de Rosa em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica.	68
Figura 14 - Ações de Rosa com o modelo molecular, integradas e superpostas aos meios que fazem uso de suporte material, quadro de giz e projetor multimídia.	69
Figura 15 - Ações de Rosa com o modelo molecular, quadro de giz e projetor multimídia para explicar a regra do giro e dar nomes aos compostos.	70
Figura 16 - Momentos de ação de Aline com os objetos mediadores e com o meio que faz uso de suporte material na aula de Estereoquímica: vareta de apontar, modelo molecular, caixa do retroprojetor, caderno de estudante e quadro de giz.	73
Figura 17 - Diagrama de divisão da aula de Aline em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica.	77
Figura 18 - Ações de Aline com o modelo molecular e quadro de giz para explicar a regra do giro e dar nomes aos compostos.....	79
Figura 19 -- Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria e Isomeria de complexos do professor Mateus.	84
Figura 20 - Diagrama de episódios identificados na aula de Isomeria e Geometria de complexos da professora Márcia.....	85
Figura 21 - Momentos de ação de Mateus com os meios que fazem uso de suporte material e o objeto mediador na aula de Geometria e Isomeria de complexos: projetor multimídia, quadro de giz, folhas de resumo e o modelo molecular.	86
Figura 22 - Diagrama de divisão da aula de Mateus em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria e Isomeria de complexos.	88
Figura 23 - Momentos de ação de Mateus com o projetor multimídia e modelo molecular para explicar compostos inorgânicos de geometria octaédrica que possuem ligantes bidentados.	90
Figura 24 - Momentos de ação de Márcia com os meios que fazem uso de suporte material e com o objeto mediador na aula de Geometria e Isomeria de complexos: projetor multimídia, quadro de giz, modelo molecular e tabela periódica.....	92
Figura 25 - Diagrama de divisão da aula de Márcia em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria e Isomeria de complexos.	95
Figura 26 - Sequência de uma ação de Márcia com a tabela projetada pelo projetor multimídia.	96

Figura 27 - Ações de Márcia com a tabela periódica fixa na parede da sala de aula.	97
Figura 28 - Diagrama de episódios identificados na aula de Equilíbrio de precipitação do professor Marcos. ..	100
Figura 29 - Diagrama de episódios identificados na aula de Equilíbrio de precipitação da professora Célia.	101
Figura 30 - Momentos de ação de Marcos com o meio que faz uso de suporte material e com o objeto mediador experimental/fenomenológico na aula de Equilíbrio de precipitação: quadro de giz e aparato experimental.	102
Figura 31 - Diagrama de divisão da aula de Marcos em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Equilíbrio de precipitação.	104
Figura 32 - Ações de Marcos com o aparato experimental e com o quadro de giz.	104
Figura 33 - Momentos de ação de Célia com o meio que faz uso de suporte material na aula de Equilíbrio de precipitação: quadro de giz e projetor multimídia.	106
Figura 34 - Diagrama de divisão da aula de Célia em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material na aula de Equilíbrio de precipitação.	108
Figura 35 - Diagrama de episódios identificados na aula de Substâncias Puras do professor Antônio.	111
Figura 36 - Diagrama de episódios identificados na aula de Substâncias Puras do professor Felipe.	112
Figura 37 - Momentos de ação de Antônio com os meios que fazem uso de suporte material na aula de Substâncias puras: projetor multimídia e quadro de giz.	113
Figura 38 - Diagrama de divisão da aula de Antônio em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material na aula de Substâncias puras.	114
Figura 39 - Momentos de ação de Felipe com o meio que faz uso de suporte material de escrita na aula de Substâncias puras: quadro de giz.	116
Figura 40 - Diagrama de divisão da aula de Felipe em episódios e o mapeamento do uso do quadro de giz na aula de Substâncias Puras.	118
Figura 41 - Diagrama de Categorização e subcategorização dos Meios Mediacionais.	182

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem do tempo de ação do professor Paulo com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula sobre Geometria Molecular.	54
Gráfico 2 - Porcentagem do tempo de ação da professora Daiane com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula sobre Geometria Molecular.	59
Gráfico 3 - Porcentagem do tempo de ação de Rosa com meios mediacionais na aula sobre Estereoquímica.	72
Gráfico 4 - Porcentagem do tempo de ação da professora Aline com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.	80
Gráfico 5 - Porcentagem do tempo de ação do professor Mateus na aula sobre Geometria e Isomertia de complexos.	91
Gráfico 6 - Porcentagem do tempo de ação da professora Márcia na aula de Geometria e Isomeria de complexos.	98
Gráfico 7 - Porcentagem do tempo de ação do professor Marcos com meios mediacionais na aula sobre Equilíbrio de Precipitação.	105
Gráfico 8 - Porcentagem do tempo de ação da professora Célia com meios mediacionais na aula sobre Equilíbrio de Precipitação.	109
Gráfico 9 - Porcentagem do tempo de ação do professor Antônio com meios mediacionais na aula sobre Substâncias Puras.	115
Gráfico 10 - Porcentagem do tempo de ação do professor Felipe com o quadro de giz na aula sobre Substâncias Puras.	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição geral das ações de Paulo com meios mediacionais na aula de Geometria molecular.	50
Tabela 2 - Descrição geral das ações de Daiane com meios mediacionais na aula de Geometria molecular.	56
Tabela 3 - Descrição geral das ações de Rosa com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.	67
Tabela 4 - Descrição geral das ações de Aline com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.	76
Tabela 5 – Descrição das ações de Mateus com meios mediacionais na aula de Geometria e Isomeria de complexos.	87
Tabela 6 - Descrição geral das ações de Márcia com meios mediacionais na aula de Geometria e Isomeria de complexos.	93
Tabela 7 – Descrição geral das ações com meios mediacionais por Marcos na aula de Equilíbrio de precipitação.	103
Tabela 8 - Descrição geral das ações de Célia com meios mediacionais na aula de Equilíbrio de Solubilidade.	107
Tabela 9 - Descrição geral das ações de Antônio com meios mediacionais na aula de Substâncias Puras.	113
Tabela 10 - Descrição geral das ações com o meio mediacional por Felipe na aula de Substâncias Puras.	116
Tabela 11 - Síntese das mudanças históricas nas ações dos professores com o quadro e com o projetor multimídia.	150
Tabela 12 - Síntese das percepções dos professores sobre os limites e possibilidades na ação com meios mediacionais.	153
Tabela 13 - Percepções dos professores sobre a influência do quadro de giz e do projetor multimídia no comportamento e na aprendizagem dos estudantes.	155
Tabela 14 - Síntese das mudanças históricas nas ações dos professores com o modelo molecular.	161
Tabela 15 - Síntese das percepções dos professores sobre os limites e possibilidades nas ações com o modelo molecular.	163
Tabela 16 - Percepções dos professores sobre a influência do modelo molecular no comportamento e na aprendizagem dos estudantes.	164
Tabela 17 - Considerações dos professores relacionadas às funções dos meios mediacionais no planejamento das aulas.	177

SUMÁRIO

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG.....	2
SUMÁRIO.....	19
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos gerais.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Comportamento Humano, Mediação e Produção de Significados em Uma Perspectiva Vigotskiana	15
2.2 A mediação semiótica em Vigotski.....	18
2.3 Perspectiva Sociocultural	19
2.4 Propriedades da Ação Mediada	20
2.5 Categorizando Meios mediacionais no Ensino de Ciências.....	28
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	35
3.1 Seleção dos professores.....	35
3.2 Filmagem das aulas	37
3.3 Seleção das aulas filmadas para análise.....	38
3.4 Produção de dados a partir das filmagens das aulas	39
3.4.1 Macroanálise das aulas filmadas por meio da construção de mapas de episódios.....	40
3.4.2 Análise das aulas filmadas por meio da construção de diagramas de mapeamento das ações dos professores com os meios mediacionais	41
3.4.3 Microanálise	42
3.5 Entrevistas exploratórias.....	43
4 ANÁLISE DOS DADOS.....	46
4.1 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Química Geral	46
4.1.1 Ações de Paulo com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores.....	48
4.1.2 Ações de Daiane com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores ..	54
4.2 Caracterização das professoras e das aulas filmadas de Química Orgânica	62
4.2.1 Ações de Rosa com Meios que fazem uso de suporte material e Objetos mediadores.....	65
4.2.2 Ações de Aline com Meios que fazem uso de suporte material e Objetos mediadores	73
4.3 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Química Inorgânica	83
4.3.1 Ações de Mateus com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores .	86
4.3.2 Ações de Márcia com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores ..	92

4.4	Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Fundamentos de Química Analítica	99
4.4.1	Ações de Marcos com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores	101
4.4.2	Ações de Célia com Meios que fazem uso de suporte material.....	106
4.5	Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Físico-química Cl.....	110
4.5.1	Ações de Antônio com Meios que fazem uso de suporte Material	112
4.5.2	Ações de Felipe com Meios que fazem uso de suporte material.....	115
4.6	Um olhar para as ações dos professores com o modelo molecular nas aulas de Química Geral, Química Orgânica e Química Inorgânica: similaridades e idiossincrasias	120
4.7	Um olhar para as ações dos professores com o quadro de giz ou branco nas aulas de Química Analítica e Físico-química: similaridades e idiossincrasias	124
5	ENTREVISTAS	127
5.1	Mudanças observadas na história dos professores com relação às ações com meios mediacionais	127
5.2	Mudanças com relação às ações com meios mediacionais observados nas filmagens e análises das aulas, os limites e possibilidades no compartilhamento de significados.....	135
5.2.1	Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o quadro de giz ou quadro branco: limites e possibilidades	135
5.2.2	Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o projetor multimídia: limites e possibilidades	143
5.2.3	Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o modelo molecular: limites e possibilidades	156
5.2.4	Ações de professores com os meios mediacionais utilizados para representar planos: limites e possibilidades	165
5.2.5	Ações das professoras de Química Orgânica com os objetos mediadores dêiticos: ponteira laser e vareta de apontar.....	169
5.2.6	Ações da professora Márcia com a tabela periódica	171
5.2.7	Ações do professor Marcos com o aparato experimental	172
5.3	Meios mediacionais e o planejamento das aulas.....	174
6	CATEGORIZANDO MEIOS QUE FAZEM USO DE SUPORTE MATERIAL E OBJETOS MEDIADORES	179
7	CONCLUSÕES	183
	REFERÊNCIAS	189
	APÊNDICE.....	193

1 INTRODUÇÃO

Temos convivido, desde a década de 1990, com uma ampla expansão das instituições de nível superior. Essa expansão, entre outros objetivos, visa atender às necessidades do mercado de trabalho, à formação de profissionais cada vez mais qualificados, à demanda crescente por formação superior e à melhoria nas condições socioeconômicas da população.

Segundo dados do Ministério da Educação (MEC), as matrículas na educação superior brasileira cresceram de 3,9 milhões em 2003 para 7,3 milhões em 2013. O contingente de estudantes matriculados na educação superior em 2013 representava uma taxa de escolarização bruta¹ de 29% e uma taxa de escolarização líquida² de 18% (BRASIL/MEC, 2014).

Dentre os principais motivos dessa expansão no número de matrículas estão ações como a criação de 18 universidades federais; a democratização do acesso à universidade; o redesenho, em 2010, do Fundo de Financiamento Estudantil (FIES); e a implantação, a partir de 2007, do plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) (BRASIL/MEC, 2014).

Ao aderir ao plano do REUNI, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) passou a ofertar novos cursos de graduação e a aumentar o número de vagas em cursos já existentes. Essas ações resultaram no aumento do número de professores nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Pesquisas no campo da formação de professores do Ensino Superior indicam que grande parte dos professores é formada em programas de pós-graduação em campos específicos do saber, nos quais não há uma preocupação com a formação pedagógica (PIMENTA e ANASTASIOU, 2005; ISAIA, 2006; FERREIRA, 2009). Além disso, a forma como as instituições públicas estão organizadas, privilegiando a pesquisa em detrimento do ensino e extensão, faz com que muitos desses professores atuem mais como pesquisadores e, com isso, tenham menos disponibilidade para dedicar-se ao desafio da docência.

Segundo Pimenta e Anastasiou (2010), esses professores exercem atividades docentes provavelmente reproduzindo a prática dos professores que tiveram durante suas experiências como estudantes. Dessa maneira, o processo de “imitação” de aulas com

¹ A taxa de escolarização bruta é a razão entre o número total de matrículas, independente da faixa etária, e a população correspondente na faixa etária prevista (6 a 14 anos) para o curso.

² A taxa de escolarização líquida é a razão entre o número de matrículas de alunos com idade prevista (6 a 14 anos) para estar cursando determinada etapa de ensino e a população total na mesma faixa etária.

abordagem tradicional, nas quais o professor se preocupa principalmente com conteúdos, condena o estudante a uma posição secundária.

No livro *O bom professor e sua prática*, Cunha (2009) relata uma pesquisa realizada há mais de duas décadas na qual ela procura desvelar e compreender “quem é” e “o quê” determina o desempenho do professor universitário “bem sucedido”. Por meio da observação das aulas e entrevistas com os estudantes, a pesquisadora buscou evidenciar estratégias utilizadas pelos docentes que os tornavam bem sucedidos.

Após os estudos de Cunha (2009), houve no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFMG e na pesquisa realizada na Faculdade de Educação da mesma universidade alguns trabalhos significativos envolvendo a pesquisa no Ensino Superior. Essas pesquisas tratavam, por exemplo, da expressividade dos professores universitários (CHAVES, 2009), da investigação das estratégias usadas em sala de aula por professores bem avaliados (QUADROS, 2010; QUADROS e MORTIMER, 2014; QUADROS e MORTIMER, 2016) ou do ensino por projetos de investigação (SILVA, 2011), além do estudo dos gestos (MORTIMER et al., 2015) e de gestos recorrentes (REIS, 2015) usados por professores.

As universidades federais abrem espaço para professores de Ensino Superior na forma de concurso público exigindo, geralmente, a formação em programas de pós-graduação na área em que eles irão atuar. Segundo Quadros (2010), os aprovados nos concursos são bacharéis e, em alguns casos, licenciados, que dirigiram seus estudos de pós-graduação para áreas bem específicas do conhecimento, os quais raramente envolvem conhecimentos didático-pedagógicos. Geralmente, não há uma exigência das universidades para que os professores tenham conhecimentos sobre teorias de ensino e aprendizagem e nem que se dediquem ao estudo dessas teorias.

Ao realizar o curso de graduação em Química pela UFMG pude perceber que a dinâmica da sala de aula acontece geralmente na forma de transmissão de conhecimentos, com foco nos conteúdos e não nos estudantes, ficando estes no papel de ouvintes na maior parte do tempo.

Apesar do distanciamento existente entre o trabalho do professor universitário e de sua formação enquanto professor, nossas experiências como estudantes mostram que, mesmo assim, alguns docentes apresentam bom desempenho, chegando a ser elogiados e bem avaliados pelos estudantes. Porém, apesar de considerarmos as aulas de graduação importantes para sociedade e vista a recente expansão do Ensino Superior no Brasil, essas aulas ainda são um objeto pouco estudado.

Ao inserir-me, durante a Iniciação Científica, em um grupo de pesquisa que pretendia iniciar uma investigação sobre o uso de meios mediacionais em salas de aula, tive o interesse em desenvolver um projeto nessa linha, considerando professores de Ensino Superior como sujeitos da pesquisa. Dessa maneira, ao buscar textos para estruturar o projeto, percebi que grupos de pesquisa da UFMG recentemente têm voltado o olhar para as aulas do Ensino Superior, mais precisamente, sobre como o professor universitário compartilha significados em salas de aula.

Em muitos desses trabalhos, é relatado que o professor manuseia recursos materiais em suas aulas, mesmo que esse não tenha sido o foco de estudo. Assim, nesta pesquisa, dirigimos a atenção para: o uso de meios mediacionais; como a literatura discute esse uso; e como o uso de meios mediacionais influencia na dinâmica de professores universitários em sala de aula. Mais especificamente, acreditamos ser importante identificar “se” e “como” os professores universitários fazem uso de meios mediacionais como estratégia de ensino; as limitações e possibilidades desse uso; a história desse uso construída na trajetória profissional desses professores e as contribuições que esses recursos trazem para a construção de significados em sala de aula.

Nesse sentido, procuramos, nas análises que se seguem, entender melhor como ocorrem as ações de professores com meios mediacionais para a construção de significados em sala de aula de Química do Ensino Superior. Baseados nesse contexto, traçamos alguns objetivos para essa pesquisa.

1.1 Objetivos gerais

Descrever, analisar e categorizar os meios mediacionais nas ações de professores de Química do Ensino Superior em sala de aula, resgatando a história e analisando as possibilidades e limitações dessas ações.

1.2 Objetivos específicos

1. Descrever as ações de professores de Química do Ensino Superior com meios mediacionais em salas de aula.
2. Analisar as ações de professores de Química do Ensino Superior com meios mediacionais em salas de aula.
3. Categorizar os meios mediacionais de acordo com seus usos pelos professores e as funções que os recursos apresentam no ato de ensinar.

4. Investigar a história do uso dos meios mediacionais pelos professores em seus percursos profissionais.

5. Identificar e discutir as possibilidades e limitações percebidas nas ações dos professores com meios mediacionais, no contexto do Ensino Superior.

Para alcançarmos esses objetivos, procuramos obter condições para observar e registrar as ações de professores, em seus ambientes de trabalho, quando em uso de meios mediacionais e como esse uso se caracteriza em suas práticas. Além disso, perguntar a eles, por meio de entrevistas, como se construiu a história desse uso e de que forma os meios mediacionais influenciam na preparação e na dinâmica de suas aulas. Diante disso, desenvolvemos a escrita dessa dissertação em mais 4 capítulos.

No Capítulo 2, apresentamos uma abordagem dos referenciais teóricos com o propósito de apresentar, principalmente, a perspectiva sociocultural de Vigotski (1978; 2003) e a teoria da Ação Mediada de Wertsch (1998). Além disso, realizamos uma categorização inicial levando em consideração a propriedade da ação mediada (WERTSCH, 1998) que diz respeito à materialidade dos meios mediacionais.

Já no Capítulo 3, apresentamos a metodologia de pesquisa em que dez professores ministram aulas de Química no Ensino Superior. Descrevemos, nesse capítulo, como realizamos a coleta e produção de dados que deram suporte para nossas análises.

No Capítulo 4, apresentamos os resultados das análises das aulas filmadas. Nessas análises, realizamos a caracterização dos professores e das aulas filmadas que eles ministravam. Além disso, analisamos as ações desses professores com os meios mediacionais identificados em cada aula.

No Capítulo 5, analisamos as entrevistas concedidas pelos professores, no sentido de descobrirmos alguns elementos históricos relacionados ao uso dos meios mediacionais pelos professores em suas trajetórias profissionais.

A partir desse processo, no Capítulo 6, apresentamos também outra categorização, mais específica para os meios mediacionais, levando em consideração os resultados das análises das aulas e das entrevistas.

Por fim, apontamos no Capítulo 7 as Conclusões desta pesquisa, à luz dos referenciais teóricos, as possíveis implicações da pesquisa para a área de Educação e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, buscamos evidenciar algumas ideias sobre os referenciais teóricos que deram suporte ao processo de investigação desta pesquisa. Utilizamos com maior ênfase os conceitos-chave da teoria da Ação Mediada de Wertsch (1998) e suas vertentes, ancoradas em uma perspectiva sociocultural de Vigotski (1978; 2003). A teoria da Ação Mediada teve influências de outros autores, como Burke (1969), ao delinear os elementos do pentagrama da ação dramática e Gibson (1986), que apresenta o conceito de *affordances* atribuídas à ação.

Dessa maneira, procuramos reunir elementos que permitam nortear a pesquisa, entender melhor a ação mediada e o uso de meios mediacionais nos espaços escolares para a construção de significados, apoiados na ação comunicativa de professores. Além disso, procuramos contribuir para o uso desses referenciais em processos de mediação estabelecidos no ensino de ciências.

2.1 Comportamento Humano, Mediação e Produção de Significados em Uma Perspectiva Vigotskiana

Em salas de aula de ciências, a comunicação de conceitos científicos, o compartilhamento de significados e a construção do conhecimento podem ocorrer de várias maneiras. Para isso, várias estratégias de ensino e aprendizagem são estudadas, planejadas e desenvolvidas por professores. Nesse contexto, estão sempre presentes formas de mediação, sejam por meio da fala, por gestos ou por recursos, que se mostram fundamentais e determinantes para o êxito nas atividades dos docentes. Nesse sentido, é importante discutirmos alguns pontos-chave dos estudos, proposições e conclusões de Vigotski e outros pesquisadores que têm como aporte de pesquisa esse referencial.

Em suas obras, Vigotski tem enfatizado que para transformar o mundo, o homem utiliza tanto o sistema de ferramentas quanto o sistema de signos. Segundo ele, esses sistemas são criados pelas sociedades, ao longo da história, e possibilitam uma mudança nas relações sociais entre os indivíduos e também no nível de seu desenvolvimento cultural (VIGOTSKI, 2003).

Além disso, para Vigotski, o mecanismo de mudança no desenvolvimento individual está intimamente enraizado na sociedade e na cultura, pois a internalização dos sistemas de signos é culturalmente produzida e promove transformações comportamentais. Essas transformações permitem a criação de um elo entre as formas anteriores e posteriores desse desenvolvimento (VIGOTSKI, 1978).

Objetivando usar o termo sociocultural para representar uma abordagem geral em Ciências Humanas, da forma que esse termo pudesse contribuir para o desenvolvimento da linguagem comum, Wertsch, Del Rio e Alvarez (1995), por meio de estudos das ideias de Vigotski e de colaboradores, relatam que as teorias Vigotskianas fazem muitas distinções, dentro do que se conhece como "domínios genéticos". Esses domínios são conhecidos como filogênese, história sociocultural, ontogênese e microgênese.

Em linhas gerais, Werstch (1985) explica cada domínio genético. Segundo ele, na filogênese, se considera a evolução das espécies por meio da adaptação progressiva na qual se consideram tanto as predisposições biológicas quanto as características gerais do comportamento humano. Na ontogênese, cada estágio da vida apresenta um determinado nível de maturidade, caracterizando nesses níveis a evolução humana. Por sua vez, na sociogênese as interações sociais são determinantes para o surgimento das funções mentais superiores, que só passam a existir no indivíduo na relação mediada com o mundo externo. Por último, na microgênese, têm-se referências à formação, em curto prazo, de determinados processos psicológicos, normalmente observados durante a realização de uma tarefa específica, sendo crucial na questão da afetividade e no conceito de personalidade (WERTSH, 1985).

Nessa perspectiva, Vigotski enfatiza que existe um conjunto de princípios que gera cada domínio, centrando a maior parte da sua investigação empírica no desenvolvimento do indivíduo (ontogênese), embora a sua análise seja aplicável aos outros domínios genéticos (WERTSCH, 1985).

Para realizar uma análise baseada nos domínios genéticos, Wertsch (1985) se apoia em alguns princípios básicos. Simplificadamente, a análise dos processos psicológicos humanos precisa ser estudada por meio de uma análise genética. Essa análise necessita levar em consideração as origens e as transições ocorridas durante os processos. Além disso, algumas implicações da gênese dos processos psicológicos humanos se dão por meio de mudanças qualitativamente revolucionárias, bem como por mudanças evolutivas.

Nos estudos sobre a história do comportamento, Vigotski e Luria (1996) procuraram descrever as linhas do desenvolvimento do comportamento: a evolutiva, histórica e ontogenética. Além disso, eles procuraram demonstrar que o comportamento do homem cultural é produto dessas três linhas do desenvolvimento e só pode ser entendido pela análise dos três caminhos diferentes que constituem a história do comportamento humano. Os autores afirmam também que, desde os animais inferiores até as formas mais complexas e superiores, observa-se que o comportamento passa por três estágios principais em seu desenvolvimento.

Primeiro, pelas reações hereditárias, chamadas de instintos (movimentos das mãos e pés em recém-nascidos, sucção da mama, choro, engolir do leite etc.); segundo, pelos estágios de treinamento, ou estágios de reflexos condicionados (exemplo, reação defensiva à dor) e; terceiro, pelo comportamento racional ou a mente (VIGOTSKI e LURIA, 1996).

Vigotski e Luria (1996) fazem também uma discussão sobre o início da utilização da criança pequena dos objetos como ferramentas. Os autores observaram o desenvolvimento de novas formas e recursos de comportamento que dão suporte a movimentos naturais e a outros adquiridos, mais simples. Esses, por sua vez, dão lugar a processos mediados de comportamento, por meio do uso de signos como estímulos. Essas experiências culturais causam a reconstrução das funções mentais elementares, possibilitando novas conexões neurais permitindo, assim, a memorização. “A criança manipula objetos externos para conseguir o controle do processo interno de memória” (VIGOTSKI e LURIA, 1996, p. 188).

Além disso, fatores importantes influenciaram nas mudanças nas formas de comportamento entre símios, homem primitivo e crianças. Na visão de Vigotski e Luria (1996), a mudança dos símios se deu por meio da invenção de ferramentas, pré-requisito de todo desenvolvimento cultural humano. No comportamento do homem primitivo, a mudança se deu com a invenção e o uso de signo e a fala, além das relações de trabalho. Este último, segundo Engels (1960), *apud* Vigotski e Luria (1996), permite ao homem dominar a natureza. Segundo os autores, esses fatores foram determinantes para o comportamento cultural, a organização de atividades sociais e o surgimento de habilidades. Por último, no comportamento da criança, a mudança está na bifurcação das linhas de desenvolvimento (psicológico-natural e psicológico-cultural).

Nesse sentido, podemos afirmar que uma das características distintivas entre as funções mentais superiores e as funções mentais elementares (compartilhadas tanto pelos homens quanto por mamíferos) é a *mediação*.

Exemplificada por Vigotski pela prática de amarrar nós nos dedos, para auxílio da memória, a mediação pode ser entendida, neste exemplo, como a implantação intencional de dispositivos artificiais para evocar alguma lembrança. Isto porque com a mediação, se utilizam recursos externos, sociais, para poder se lembrar, como quando se usa a agenda, o telefone celular, a escrita etc. Para Vigotski, tais "meios de mediação" são descritos como "ferramentas psicológicas" que permitem que os seres humanos dominem e controlem suas próprias funções mentais (VIGOTSKI, 1997).

A outra característica das funções mentais superiores está relacionada à consciência distinta (VIGOTSKI, 1997). De certa forma é uma meta-consciência, pois com ela, se permite

ter a consciência dessas funções, o que conhecemos como a *consciência da consciência*.

Vigotski novamente dá um exemplo de quando se dá um nó em laço no sapato. Esse é um gesto que é feito inconscientemente, muitas vezes feito ao se pensar em outras coisas simultaneamente. Porém, se for solicitado a quem deu o nó em laço, para que pense para fazê-lo, esse pensar caracteriza essa consciência da consciência. Generalizando, é o mesmo que dizer que, quando se faz certas coisas de modo automático, se pode pensar para fazê-las. Neste sentido, pensar no ato de dar o nó é que define, neste exemplo, a consciência da consciência. Para Vigotski, então, a função mental superior é caracterizada quando o ser humano tem consciência da consciência (VIGOTSKI, 1997).

Outra forma característica das funções mentais superiores diz respeito à *atenção voluntária* que é algo que é próprio do homem. Isso quer dizer que a atenção do homem é voluntária, que ele pode manter a atenção em alguma coisa e não se distrair, mesmo que outros estímulos estejam em jogo (VIGOTSKI, 1997). Porém, a atenção dos animais é alterada dependendo de algum estímulo qualquer.

2.2 A mediação semiótica em Vigotski

O surgimento de formas novas de mediação está associado com os pontos mais importantes da mudança na análise genética. Wertsch (1985) evidencia que essas mudanças, em alguns casos, são resultado de uma forma de mediação totalmente nova. Porém, em outros, há mudanças para uma versão mais sofisticada de uma forma de mediação já existente. Essas formas de mediação estão diretamente associadas ao uso de instrumentos e/ou de sinais e resultam no surgimento das funções mentais superiores.

Para Wertsch (1985), a mediação de sinais na história sociocultural é apenas uma das várias fontes de análise de Vigotski. Desse modo, a unidade básica mediante a qual Vigotski determinava a história sociocultural é o surgimento e evolução das ferramentas psicológicas.

Em concordância com as afirmações de Wertsch, Pino (2000) chama a atenção para o que se denomina mediação semiótica. Segundo ele, a necessidade de mostrar que a função simbólica, assim como as funções superiores ou culturais, tem sua origem numa função natural, levou Vigotski a procurar as raízes genéticas do signo, isto é, a função natural correspondente. Dessa maneira, Pino afirma que o conceito de mediação semiótica tem uma importância central nas obras de Vigotski. Segundo ele:

Num sentido amplo, mediação é toda a intervenção de um terceiro “elemento” que possibilita a interação entre os “termos” de uma relação. (...) o termo mediação é utilizado para designar a função que os sistemas gerais de *sinais* desempenham nas

relações entre os indivíduos e destes com o seu meio. Mais especificamente, é utilizado para designar a função dos sistemas de *signos* na comunicação entre os homens e na construção de um universo sócio-cultural (PINO, 2000, pp. 32-33).

Nesse sentido, Pino (2000) afirma que a criação humana de instrumentos e sistemas de signos, com seu uso, permitem ao homem transformar e conhecer o mundo, comunicar suas experiências e desenvolver novas funções psicológicas.

2.3 Perspectiva Sociocultural

Para transformar o mundo, o homem utiliza signos (como a linguagem, a escrita, o sistema de números) e ferramentas (como a enxada, o trator). Ambos são criados pelas sociedades ao longo da história e mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural (VIGOTSKI, 2003).

Além disso, para Vigotski, o mecanismo de mudança no desenvolvimento individual está intimamente enraizado na sociedade e na cultura, pois a internalização dos sistemas de signos é culturalmente produzida e promove transformações comportamentais no desenvolvimento individual. Essa internalização permite a criação de um elo entre as formas anteriores e posteriores desse desenvolvimento (VIGOTSKI, 1978).

Wertsch, Del Rio e Alvarez (1995) afirmam que o objetivo de uma abordagem sociocultural é explicar como o funcionamento mental humano está relacionado às situações culturais, institucionais e históricas em que esse funcionamento ocorre. Para eles, essa formulação reflete o fato de que, uma grande quantidade de escrita que tem dado origem a pesquisa sociocultural ou que tenha sido explicitamente rotulada como tal, tem-se preocupado com problemas psicológicos.

Perspectivas teóricas socioculturais têm contribuído para pesquisas em Educação em Matemática e Educação em Ciências por mais de 20 anos (OTERO, 2003). Elas auxiliam essas áreas com investigações sobre o entendimento de processos mentais do indivíduo e sua aprendizagem, uma vez que esses processos têm lugar na sala de aula em um “contexto” mais amplo. Para Otero (2003), uma característica fundamental da perspectiva sociocultural é a noção de que a cognição não só é impactada pelo “contexto”, mas também é co-constitutiva do “contexto”. Assim, referindo-se à sala de aula, a autora afirma que

O contexto é criado dinamicamente por todos os elementos dentro da sala de aula, incluindo os estudantes e seu desenvolvimento conceitual. O termo "contexto" é aqui definido pelo estudante interagindo com as ferramentas e pelo estudante interagindo com os outros e com as ferramentas. Essa definição dinâmica de contexto é necessária se o pesquisador busca compreender como a participação conduz a uma aprendizagem. (OTERO, 2003, p.1).

Dessa maneira, Otero (2003) se apoia na abordagem vigotskiana ao considerar não

somente os elementos cognitivos, mas também aspectos socioculturais na relação do homem com o mundo e com a sociedade. Nesse sentido, a autora se refere ao uso de ferramentas em ambientes escolares, por estudantes, se constituindo como uma influência na cognição desses sujeitos.

Para além disso, acreditamos que há um fator importante que pode influenciar nos processos educacionais. Esse fator diz respeito ao ensino e aprendizagem promovido pelo uso de meios mediacionais. Referimo-nos ao fato de que não só os estudantes agem com ferramentas, mas os professores também são influenciados em suas ações por ferramentas que eles também utilizam. Além disso, por serem eles os sujeitos que, quase na maioria absoluta das vezes, são os responsáveis por conduzirem as ações em salas de aula, podem ser considerados como modelos para os estudantes no que diz respeito aos modos de agir.

Pereira e Ostermann (2012) afirmam que, apesar do termo “sociocultural” ser bastante difundido entre pesquisadores na área e amplamente utilizado em estudos com uma orientação mais social, a aproximação sociocultural de Wertsch (1998) apresenta diferenças substanciais de outras abordagens, principalmente com relação à ênfase atribuída à noção de “ação mediada”. Nesse sentido, essa aproximação pode ser vista como um importante referencial teórico para as pesquisas em Educação.

Segundo esses autores, em uma perspectiva sociocultural, a ação mediada proposta por Wertsch apresenta potencialidades para pesquisas no ensino. Isso porque a ação mediada auxilia nas análises de sujeitos agindo com ferramentas em ambientes de aprendizagem, nos quais há aspectos sociais e culturais envolvidos que podem influenciar nas ações produzidas nos espaços escolares (PEREIRA e OSTERMANN, 2012).

2.4 Propriedades da Ação Mediada

Sobre a construção de significados em sala de aula, várias ações se fazem necessárias. Nesse sentido, a mediação recebe destaque na literatura. A linha da psicologia educacional parece trazer esse conceito de Vigotski (1989, 2003, 2010), quando esse se refere ao papel mediador da linguagem, além de nos remeter ao pressuposto que trata a relação do homem com o mundo não como uma relação direta, mas como uma relação mediada.

Ao estudar as obras de Vigotski, Wertsch (1985, 1991) foca a sua atenção para a afirmação de que a ação humana, tanto no plano individual como no plano social, é mediada por instrumentos e signos. Segundo o autor, a mediação de instrumentos e signos é analiticamente interessante. Isso por permitir a compreensão das mudanças quantitativas e

qualitativas no desenvolvimento, assim como a transição das formas de funcionamento interpsicológico em intrapsicológico (WERSTCH, 1985).

Além disso, por observar que o termo “mediação” está explícito e flui nos escritos de Vigotski, Wertsch (2005) procurou entender como ele interpreta dois termos básicos: “discurso” e “mediação”. Focando no último termo, o resultado que o pesquisador obteve é que o conceito central da mediação tem pelo menos dois tratamentos diferentes nas obras vigotskianas. Esses termos foram nomeados por Wertsch como mediação “explícita” e “implícita”. Segundo o pesquisador:

O primeiro foi muitas vezes o tema dos escritos de Vigotski em psicologia e pedagogia e envolve consciência introduzida externamente sob as formas de mediação. Essa é uma noção de mediação que continua a desempenhar um papel nas discussões contemporâneas da prática educacional e da cognição distribuída. Em contraste, o tratamento de mediação implícita de Vigotski era parte de sua discussão da fala, especialmente o discurso interior. Nesse caso, as ferramentas culturais utilizadas para mediar a ação humana não são conscientemente ou externamente introduzidas, mas resultam da utilização da linguagem humana. (WERTSCH, 2005, p. 61)

Levando em consideração as afirmações sobre a mediação, Wertsch (2005) explicita o foco dado por Vigotski nas diferenças entre “ferramentas psicológicas” em oposição às “ferramentas técnicas”. Como exemplificado por ele, essas “ferramentas psicológicas” são sinais que apresentam um potencial para influenciar psicologicamente o comportamento. Eles podem ser a linguagem, os sistemas de contagem, as técnicas mnemônicas, os sistemas algébricos, diagramas, mapas e todos os tipos de sinais convencionais. Por outro lado, as “ferramentas técnicas” podem ser artefatos físicos, geralmente objetos materiais.

A importância está, segundo Wertsch, em se reconhecer as transformações que as novas ferramentas culturais causam à ação mediada e assim como a “ferramenta psicológica” altera todo o fluxo e a estrutura do funcionamento da mente, *uma “ferramenta técnica” altera o processo de adaptação natural determinando a forma das operações de trabalho* (VIGOTSKI, 1981, p. 137).

O foco dado por Vigotski para a mediação, principalmente o foco nas “ferramentas psicológicas”, fazendo uma distinção entre essas e as “ferramentas técnicas”, é evidente em todos seus escritos (WERTSCH, 2005). Além disso, essa distinção contribuiu para a proposição feita por Wertsch (1991) da metáfora do “kit de ferramentas” ao afirmar que os meios mediacionais não devem ser concebidos como um todo único e indiferenciado, mas sim, como o produto de um conjunto dessas ferramentas culturais.

Para descrever mais sobre a utilização de ferramentas psicológicas e ferramentas técnicas na ação humana, Wertsch (1998) se apoia nos cinco elementos do pentagrama, ou elementos pentádicos, propostos por Burke (1969) que apresentam potencialidades para

descrever uma ação dramática: o ato, a cena, o agente, a agência e o propósito do ato. Podemos descrever esses elementos de forma generalizada por meio de afirmações como: ato é o que está sendo feito; a cena é caracterizada pelo tempo e espaço nos quais o ato é realizado; o agente é delimitado por quem (ou o quê) realiza o ato na cena; a agência pode ser entendida como a forma como o ato é realizado pelo agente; e, por último, o propósito é definido como sendo a finalidade para a qual o ato é realizado.

Podemos exemplificar cada um dos elementos do pentagrama, em relação a processos escolares, se pensamos na ação de ministrar aulas (ato). Para isso, possivelmente precisamos considerar o contexto no qual essa ação acontece (cena), como, no caso o professor (agente) utiliza os meios mediacionais (agência) para o ensino de algum conteúdo (propósito).

No delineamento de ideias sobre os processos mediados por ferramentas, além da apropriação dos elementos pentádicos de Burke, Wertsch (1998, 1991) se utiliza também do conceito de *affordances* (traduzido por nós como potencialidades). Esse termo foi criado por Gibson (1986) para designar as propriedades ambientais disponíveis a certo indivíduo ou espécie animal, permitindo sua ação.

Gibson caracteriza a teoria das *affordances* como sendo uma implicação sobre o modo como vemos as coisas, como chegamos até elas e o que fazemos, ou não, com elas. Segundo ele, o que isso sugere é que *a percepção visual que temos do ambiente serve ao comportamento e o comportamento é controlado pela nossa percepção* (GIBSON, 1986, p. 223). Em outras palavras, as *affordances* do ambiente são o que o ambiente oferece aos animais e que cada ambiente apresenta suas próprias *affordances*.

Outra observação enfatizada por Gibson (1986) é relacionada à percepção em contrapartida aos estímulos. Ele destaca que a percepção é um ato de atenção e não uma resposta a estímulos. Dessa forma, a percepção é uma realização do sujeito e não um reflexo, pois ela não é uma atividade mental dentro de um corpo, mas de todo um organismo dentro de um ambiente.

Se considerarmos o papel dos indivíduos nas suas relações com os meios mediacionais, podemos perceber que as *affordances* apresentam explicações apropriadas para o que Burke (1969) denomina como agência. Em outras palavras, do mesmo modo que os indivíduos podem reconhecer e apropriar-se das possibilidades inerentes às ferramentas culturais, eles também podem opor-se e/ou utilizá-las para atingir seus próprios propósitos.

Dentro dessa perspectiva, acreditamos que o uso de ferramentas culturais pode tanto possibilitar ou permitir a ação, quanto restringir ou limitar as formas de ação realizadas,

dependendo das possibilidades que esses meios evocam para a ação dos indivíduos sobre eles. Dessa maneira, os elementos pentádicos de Burke e as *affordances* de Gibson nos auxiliam a esboçar como acontece a ação do professor quando este evoca algum meio mediacional, levando em consideração os elementos que compõem essa ação, e as possibilidades e limites que o uso deles apresenta em sala de aula.

Possivelmente a partir dos termos e definições descritos anteriormente sobre a mediação, Wertsch (1991, 1994, 1998) traz para as suas obras a Ação Mediada como uma unidade de análise da pesquisa sociocultural. Isto porque essa abordagem, em níveis mais gerais, está relacionada aos modos como a ação humana, incluindo a ação mental (por exemplo, raciocínio e recordação) estão intimamente ligados aos contextos culturais, institucionais e históricos em que essa ação ocorre. Ou seja, os meios mediacionais são inerentemente situados culturalmente, institucionalmente e historicamente (WERTSCH, 1998).

Apesar das características gerais da Ação Mediada, há uma tendência geral em se concentrar na mediação promovida por meio da linguagem falada e em outros sistemas de signos, isolados em seu potencial de mediação. Para Wertsch (1991), isso geralmente significa que a pessoa não está se concentrando na mediação, mas antes, em examinar sistemas de signos abstraídos de ação humana.

Em seu livro *Mind As Action*, Wertsch (1998) foca seus estudos na relação entre o agente que realiza a ação, e a ferramenta cultural, mediadora da ação. Ele argumenta que, na ação mediada, não há como separar o agente do meio mediacional, pois o sujeito nunca age sozinho e, ao se analisar a ação, tanto o agente como o meio sempre estão juntos e devem ser analisados como tal. Além disso, a chave para tal explicação é o uso da noção de ação mediada como sendo uma unidade de análise e o *sujeito-atuando-com-meios-de-mediação* (WERTSCH, TULVISTE, HAGSTROM, 1993, apud WERTSCH, 1998, p.26), como a descrição relevante da impossibilidade de separar agente do meio mediacional.

A partir dessa perspectiva, Wertsch (1991, 1994, 1998) afirma que qualquer tendência para se concentrar isoladamente no agente ou nos meios mediacionais seria uma tendência que levaria a uma análise parcial.

A função dinâmica da mediação é exemplificada por Wertsch (1998) por meio de situações nas quais agentes agem com meios mediacionais. Aqui, usamos alguns desses exemplos, em especial o detalhamento e discussão da ação de um saltador agindo com uma vara de saltar, retomando como Wertsch aborda a história desse uso e como a ação mediada ocorre.

Recorrendo ao exemplo do salto com vara, ao realizar um salto sem o objeto, um

atleta alcançava pouco mais de 2 metros de altura. A vara foi usada para o salto em 1896, quando o atleta, correndo, deveria saltar sobre uma barra suspensa por dois pilares, atingindo a altura de 3,30 metros. A partir de 1900, foi introduzido o uso de varas de bambu em competições, que possibilitavam saltos mais altos em função da maior flexibilidade do material. Em 1943, o atleta Cornelius Warmerdam saltou 5,78 metros, recorde que durou até o ano de 1959. Após essa data, foram introduzidas as varas de alumínio e, finalmente, as varas feitas de fibra de vidro que permitiram a Sergei Bubka saltar mais de 7 metros de altura (WERTSCH, 1998).

Nesse exemplo, tanto a ação de saltar (ação humana) quanto à maneira como o mediador (objeto) é usado podem influenciar no resultado dessa ação. Isso porque elas indicam a importância dos processos histórico, físico e simbólico do uso da vara, bem como a influência desses na dinâmica do salto.

Ao refletirmos sobre ações mais complexas, como a ação de ensinar, o mesmo raciocínio pode ser aplicado. Ao pesquisar a forma como se ensinava, podemos encontrar registros de uma época em que o único meio empregado era a palavra do mestre. Posteriormente, surgiu o uso da lousa e do quadro negro, ou quadro de giz, que mais tarde foram usados em conjunto com cadernos, nos quais os alunos anotavam os pontos ditados pelo mestre. Esse método se tornou menos recorrente quando foram introduzidos os textos didáticos no ambiente escolar (MARTINS e MOSER, 2012).

Atualmente, o professor pode fazer uso dos mais diversos recursos para ensinar, que vão do simples quadro negro, retroprojeter, projetor multimídia até a sofisticada tela interativa. Essa ação pode acontecer por meio de uma articulação própria que configura a aula como um espaço bastante particular de cada um. Por outro lado, os estudantes podem se aproveitar de recursos diferenciados utilizados pelos professores para potencializar a aprendizagem de algum conteúdo.

Baseando-se principalmente nos escritos de Vigotski e Bakhtin, Wertsch (1994, 1998) argumenta que a ação mediada deve ser entendida, então, como envolvendo uma *tensão irreduzível* entre o agente e os meios mediacionais. Essa tensão irreduzível se tornou a primeira propriedade da Ação Mediada. Para enfatizar essa afirmação, o autor discorre sobre o fato de que as ferramentas culturais, por si só, são impotentes para fazer qualquer coisa. Elas podem ter seu impacto somente quando um agente as utiliza. Além disso, torna-se claro nossa dependência de tais ferramentas culturais quando elas não estão disponíveis (WERTSCH, 1998).

A tensão irreduzível é considerada por alguns pesquisadores como a mais importante das propriedades da ação mediada (PAULA e MOREIRA, 2014). Isso porque ela se situa em um cenário sociocultural particular que nos obriga a ir além do agente individual para explicar as forças que configuram a ação humana (PEREIRA e OSTERMANN, 2012).

O exemplo do salto com vara é utilizado por Wertsch (1998) para demonstrar essa propriedade em termos tanto do agente quanto do meio mediacional, em isolamento. Nesse caso, Wertsch enfatiza que não há como negar que o sujeito só se torna capaz de realizar a ação de saltar sobre a barra transversal a uma altura relativamente elevada quando utiliza um objeto que o impulsiona. Neste sentido, a resposta à questão “Quem realizou o salto?” deve ser sempre “o indivíduo agindo com a vara de saltar (meio mediacional)”, pois não conseguimos separar o que na ação de saltar vem do indivíduo e o que vem do objeto por ele utilizado. Essas conclusões reforçam a ideia de que a ação mediada se torna impossível sem ambos: os meios mediacionais e o agente.

Essa propriedade nos leva a pensar na ação de professores em salas de aula agindo com meios mediacionais para promover a aprendizagem dos estudantes. Podemos assim perguntar sobre “quem de fato ensina”? Para responder, devemos pensar se o professor, que utiliza meios mediacionais para ensinar, conseguiria promover situações de aprendizagem dos estudantes com sucesso da mesma forma se, porventura, não os utilizasse. Na perspectiva da ação mediada, sempre que refletirmos sobre essas questões somos obrigados a considerar na resposta não apenas o sujeito (professor), mas também os diversos meios mediacionais que ele emprega.

A partir da consideração da tensão irreduzível, Wertsch (1998) sugere o delineamento de mais nove propriedades da Ação Mediada que estão relacionadas ao uso das ferramentas culturais. Descreveremos a seguir algumas delas, que são importantes para essa pesquisa.

Com relação ao uso de meios mediacionais, Wertsch (1991, 1998) utiliza o conceito de *affordances* de Gibson (1986) para delinear a propriedade em que *os meios mediacionais têm o poder tanto de restringir quanto de potencializar uma ação*, sendo que a chave para isso pode ser, na maioria das vezes, a mudança da ferramenta cultural e não as habilidades para usar essa ferramenta.

Retomando o exemplo do saltador com vara, o fato de não se usar atualmente uma vara de bambu ou de alumínio em competições profissionais reflete tanto a emergência das restrições impostas por ferramentas culturais que são normalmente reconhecidas, apenas em retrospectiva (por meio de um processo de comparação do ponto de vista do presente), quanto

as possibilidades que estas propiciam em relação às outras.

Pensando novamente no Ensino, em aulas ministradas em ambientes universitários, percebemos que professores utilizam recursos como o quadro de giz e aparatos de projeção de imagens e textos (como retroprojetores, projetores multimídia, telas interativas) de maneira bem diferenciada. Para essa ação idiossincrática, deve haver fatores que influenciam a ação com relação à escolha de uma ferramenta em detrimento de outra.

Ainda segundo Wertsch, para percebermos as limitações e possibilidades proporcionadas por certa ferramenta cultural, é preciso que ocorra a introdução de uma nova ferramenta cultural, devendo, ainda, estar claro o reconhecimento do papel que os meios mediacionais desempenham na definição da ação humana (WERTSCH, 1998).

Nesse contexto, Wertsch apresenta outra propriedade da ação mediada afirmando que *a introdução de novos meios mediacionais transforma a ação mediada*. Exemplificando, as limitações das varas feitas de bambu e de alumínio só foram consideradas no salto com vara ao se utilizar as varas de fibra de vidro.

Podemos citar como a ação mediada sofre transformações quando o professor altera a forma como se comunica com os estudantes. Por exemplo, podemos pensar nas mudanças ocorridas na ação dos professores que alteraram, no passado, as formas de ação com o retroprojetor, em substituição ao projetor multimídia, um recurso tecnológico mais sofisticado. Essa mudança, de um recurso, considerado atualmente obsoleto, para outro recurso mais moderno, possivelmente, causa modificações nos modos de agir do professor com o novo recurso de projeção. Além disso, podemos citar as mudanças nos modos de comunicação, visto que o projetor multimídia apresenta dinâmica de funcionamento diferente daquela apresentada pelo retroprojetor. Por último, pode tornar evidentes as *affordances* dos meios mediacionais, vistos os recursos técnicos que o projetor multimídia apresenta (como projeção de imagens de melhor qualidade, projeção de vídeos e animações etc.), além daquelas possibilitadas pelo retroprojetor.

Outra propriedade importante para esta pesquisa diz respeito ao fato de que *a ação mediada normalmente serve a múltiplos objetivos simultâneos*, estando eles, muitas vezes, em conflito (WERTSCH, 1998).

Com relação ao que Wertsch (1998) denomina como conflito entre os múltiplos objetivos, o autor explica que, na maioria dos casos, a ação mediada pode ser inadequadamente interpretada ao se assumir que ela é organizada em torno de somente um único e ordenadamente identificável objetivo. Por exemplo, ao mobilizar um modelo molecular, em aulas de Ciências,

o professor pode objetivar, em primeira instância, ensinar a geometria de alguma molécula de interesse. Porém, pode estar relacionado a esse uso, o objetivo de aprimorar a visualização tridimensional dos estudantes da molécula, a disposição dos átomos que se ligam, ângulos possíveis, ou até mesmo tentar tornar a aula mais interessante ao introduzir um meio mediacional que apresenta a possibilidade de materializar uma entidade submicroscópica.

Citamos também a importante propriedade da ação mediada que se refere à noção de que os meios mediacionais são muitas vezes produzidos para outras finalidades que não as que estão sendo consideradas na ação mediada. A essa propriedade Wertsch (1998) denomina como *spin-off*. O autor justifica esta consideração nas situações em que as ações com os meios mediacionais se tornam “acidentes” com potencial inesperado capaz de transformar a ação. Tal *spin-off* pode ser, segundo Wertsch (1998), a norma e não a exceção quando se trata de ferramentas culturais utilizadas na ação mediada. Isso significa que a maioria das ferramentas culturais que nós empregamos não foi criada para os fins em que estão sendo empregadas. Elas possuem outras finalidades e cabe a nós embutirmos nelas outros propósitos, o que, para Vigotski (2010), possibilita o compartilhamento de significados, além da produção e ressignificações na ação mediada.

Na química, por exemplo, usar canetinhas para representar ligações químicas, objetos planos para representar planos no espaço, ou qualquer utilização ressignificada de algum recurso clarifica essa ideia sobre tais *spin-offs*.

Wertsch (1998) chama a atenção também para o fato de que os agentes, as ferramentas culturais, e a tensão irreduzível entre ambos sempre têm um passado em particular e estão sempre em processo de alterações. A partir dessa relação, outra propriedade da ação mediada, denominada *caminhos evolutivos*, foi delineada. Ela teve origem nos escritos de Vigotski acerca do método genético ou evolutivo (VIGOTSKI, 1994; WERTSCH, 1985).

Em outras palavras, a ação mediada estar situada em caminhos evolutivos, significa que para entender os aspectos da mente humana e as transformações que ocorrem internamente, devemos recorrer às suas origens e às transições pelas quais ela tem acontecido. Além disso, a tensão irreduzível entre agentes e meios mediacionais tem um passado peculiar, estando sempre em um processo de transformação contínuo. Dessa maneira, assim como o reconhecimento das *affordances* nas ações de agentes com meios mediacionais, é preciso lançar olhares para o passado, isto é, para o processo histórico de desenvolvimento das ações, para entendermos as evoluções ou transformações que eventualmente vieram a ocorrer. Isso porque, como afirma Wertsch (1998), a ação mediada é historicamente situada.

Levando-se em consideração algumas das propriedades que caracterizam a tensão

irredutível entre os agentes e os meios mediacionais, seja ele um recurso psicológico ou técnico, percebemos que as proposições de Wertsch contribuem para o desenvolvimento e para a compreensão de ações executadas pelo professor em ambientes de aprendizagem.

Como exemplificado em algumas propriedades, e pensando mais especificamente no Ensino de Ciências, podemos nos lembrar de experiências que tivemos (ou temos) como professores e estudantes. Nessas experiências, ações mediadas por recursos diversos em ambientes de sala de aula são frequentemente evidenciadas e, muitas vezes, moldam a forma como os professores oportunizam situações de compartilhamento de significados.

Dessa forma, o principal referencial dessa pesquisa, a Teoria da Ação Mediada, pode auxiliar na investigação de processos de compartilhamento de significados de professores agindo com meios mediacionais em salas de aula, bem como as possibilidades e limitações que o uso desses recursos encerra na ação.

No que se refere à ação com os meios mediacionais no contexto da aula, consideramos importante conhecer a história desse uso no percurso docente de professores universitários. Além disso, é importante evidenciarmos uma tipologia que dê conta da idiosincrasia das formas de ação que se estabelecem.

Acreditamos que a teoria da ação mediada proposta por Wertsch (1998) é um referencial que se mostra promissor, com potencial para contribuir no entendimento de situações de aprendizagem e sobre a importância da utilização de meios mediacionais nos processos escolares.

2.5 Categorizando Meios mediacionais no Ensino de Ciências

Algumas pesquisas realizadas na área de Ensino de Ciências no nível superior relatam que vários professores utilizam, com frequência, ferramentas em suas aulas com a aparente finalidade de auxiliar no compartilhamento de significados. Esse uso é característico de cada professor, pois cada um deles emprega os recursos de maneira completamente idiosincrática.

Apoiados na ideia de que as ferramentas possuem essa dimensão mediacional na ação do professor, levamos em consideração os aspectos que Wertsch (1998) denomina “ferramentas técnicas” ou “ferramentas psicológicas”, generalizadas por outros autores como “artefatos culturais” (OTERO, 2003; WERTSCH, ALVAREZ e DEL RIO, 1995), para realizarmos uma primeira subdivisão do termo.

Wertsch esclarece o uso desses termos ao refletir sobre a propriedade que diz

respeito à *materialidade dos meios mediacionais*. Segundo o autor, os aspectos da materialidade são importantes para a denominação do termo “artefatos” no sentido de artefatos históricos que permanecem existindo mesmo depois que os agentes que os usaram desapareceram (WERTSCH, 1998). Além disso, Wertsch argumenta que existem meios mediacionais com materialidade instantânea (caso da linguagem falada) e aqueles que possuem uma *materialidade permanente*.

Wertsch nos traz um exemplo da linguagem escrita, que se enquadra na, maioria das vezes, na categoria de meios mediacionais com materialidade permanente, contrapondo-se à linguagem falada. Porém, enfatiza que a materialidade é uma propriedade de qualquer meio mediacional.

O caso mais relevante de uma ferramenta cultural aparentemente imaterial é a linguagem falada. Isto muitas vezes é mais fácil de reconhecer a relevância dos objetos de linguagem escrita que continuam a existir mesmo quando eles não estão sendo empregados como meios mediacionais (por exemplo, um manuscrito que se encontra não utilizado em um tronco durante décadas) do que para reconhecer a materialidade da linguagem falada. Ao contrário da linguagem escrita, a materialidade da linguagem falada parece evaporar após a existência de um momento, exceto para aqueles casos raros quando o discurso é gravado. No entanto, a materialidade é uma propriedade de quaisquer meios mediacionais (WERTSCH, 1998, p.31).

Essas inferências de Wertsch à luz da propriedade que diz respeito à materialidade dos meios mediacionais nos fazem perceber que, em salas de aula, são apresentados, nas ações de professores, meios mediacionais que possuem materialidades com temporalidades diferentes.

Por exemplo, assim como sons produzidos ou imagens de vídeos reproduzidos em telas nas salas de aula, a fala é um meio mediacional que possui materialidade que desaparece instantaneamente. Desse modo, podemos categorizar esses meios e classificá-los como *meios mediacionais de materialidade instantânea*.

Pensamos, por outro lado, naqueles meios mediacionais que possuem materialidade permanente, isto é, meios mediacionais com características objetivas que continuam a existir, mesmo que os agentes que os manipulam os abandonam na ação. Podemos exemplificar esses recursos nas salas de aula como os modelos moleculares, varas de apontar, objetos fixos no espaço físico etc. A esses recursos que, como afirmamos, continuam a existir, mesmo após finalizada a ação com o sujeito, denominamos *meios mediacionais de materialidade permanente*.

Por último, apontamos aqueles *meios mediacionais de materialidade intermediária*. Nessa categoria, chamamos a atenção para aqueles meios que não perdem a materialidade instantaneamente (como a fala), nem continuam a existir, após finalizada a ação (como o

modelo molecular), mas deixam de existir no decorrer da ação do sujeito, adquirindo nessa situação, uma materialidade intermediária.

Ao observar uma sala de aula, notamos que os sujeitos integrantes desse meio social manipulam determinadas ferramentas. Por exemplo, com o quadro se projeta, com o livro se lê, com o quadro se escreve etc.

Para exemplificarmos melhor, podemos pensar na seguinte situação: um professor ao ensinar usando o projetor multimídia, projeta uma sequência de imagens e explica para os estudantes algum conceito. Segundo as classificações, a fala do professor pode ser categorizada como meio mediacional de materialidade instantânea, porque ela desaparece instantaneamente após ser proferida. Por sua vez, as inscrições projetadas normalmente possuem materialidade mais duradoura do que a fala. Contudo, o professor ao projetar as inscrições com o uso do projetor multimídia (considerado aqui com materialidade permanente), muda os slides com frequência, dentro do mesmo intervalo em que a comunicação acontece. Nesse contexto, consideramos as imagens, textos e outros, contidos nos slides, como meios mediacionais de materialidade intermediária.

Podemos ampliar essa ideia levando em consideração as ações dos professores com o que alimenta o quadro de giz. Ao considerarmos as ações comunicativas, nesse momento, a fala pode ser pensada como um meio mediacional de materialidade instantânea (porque ela desaparece instantaneamente após ser proferida), a escrita um meio mediacional de materialidade intermediária (intermediária, porque normalmente o professor escreve no suporte, se refere à escrita e apaga as inscrições com frequência) e o plano do quadro (o que permanece) um suporte de materialidade permanente. Nota-se que não exemplificamos, como sendo um meio mediacional de materialidade permanente, o que é denominado projetor multimídia ou o quadro de giz.

No caso, o aparato de projeção é considerado por nós como um sistema constituído do projetor multimídia e da tela de projeção. Porém, de acordo com o que é proposto por Wertsch (1998), na Teoria da Ação Mediada, que leva em consideração sujeitos agindo com meios mediacionais, esses recursos não podem ser entendidos como meios mediacionais. Isso porque essa classificação para tais recursos traria complicações quando levássemos as ações dos sujeitos com eles em consideração. Dessa maneira, vista a natureza do que se denomina como tensão irreduzível entre agentes e meios (WERTSCH, 1998) se faz necessária a realização de uma distinção entre o que pode ser considerado meio mediacional e o que denominamos como *meios que fazem uso de suporte material* no ambiente da sala de aula.

A denominação de meios que fazem uso de suporte material se faz necessária porque certos recursos têm a função de mediar a ação de sujeitos com outras ferramentas culturais, ou em outras palavras, com meios mediacionais.

Desse modo, classificamos como meios que fazem uso de suportes materiais aqueles recursos que não são capazes de modificar o meio diretamente, mas sim, indiretamente. Além disso, os meios que fazem uso de suporte material permitem apresentar outros artefatos culturais. Esses artefatos, por sua vez, apresentam foco na mediação principal nas ações. Exemplos mais comuns de meios que fazem uso de suportes materiais são aparatos de projeção, quadros (de giz ou branco), livros, tabelas físicas, *banners*, entre outros.

Por exemplo, o professor universitário usa com frequência o projetor multimídia. Se observarmos as funcionalidades do projetor multimídia, veremos que a projeção suporta uma infinidade de conteúdos, servindo na ação do professor que o utiliza como um suporte de projeção. Além disso, a escolha pelo que projetar é própria do professor, sendo a estruturação de uma apresentação em *powerpoint* totalmente idiossincrática. Quando o aparato de projeção é considerado em uso, sua função na ação é projetar informações na tela. Nesse caso, o professor age com as informações que são projetadas, sendo o aparato em si apenas um emissor, ou projetor, de informações.

Quando pensamos nas ações dos professores com o quadro de giz (ou branco) e com o projetor multimídia, em especial, assumimos que os sujeitos agem com os símbolos escritos e projetados pelos suportes materiais. Porém, consideramos a ação em uma visão mais ampla com os meios mediacionais porque consideramos esses recursos como essenciais para que se estabeleça a comunicação dos professores com os estudantes.

Dessa forma, não descrevemos nas nossas análises as ações dos professores com os meios mediacionais de materialidade instantânea e de materialidade intermediária, mesmo elas estando implícitas no uso dos meios que fazem uso de suporte material. Assim, focamos nosso olhar sobre as ações dos docentes com os meios mediacionais de materialidade permanente (modelos moleculares, tabela periódica, pontaria laser etc.). Porém, consideraremos principalmente nos gráficos e quadros produzidos nessa pesquisa, os suportes para projeção, escrita e leitura, como sendo meios mediacionais, porque eles aparecem frequentemente nas ações dos professores dando suporte à comunicação.

Em outras palavras, não haveria ação com as equações químicas e matemáticas ou com as imagens projetadas, se elas não fossem inscritas nos meios pelos quais elas são apresentadas. Desse modo, consideramos, de antemão, que a ação acontece dirigida para o quadro e para o projetor multimídia para que a ação com os meios mediacionais de

materialidade instantânea (a fala, sons e vídeos projetados) e os de materialidade intermediária (escrita do quadro ou imagens projetadas que desaparecem após um período de tempo demasiadamente curto) nesses casos, se estabeleça.

Assim como afirma Wertsch (1998), as propriedades materiais, externas de ferramentas culturais, têm implicações importantes para a compreensão dos processos internos nos quais elas operam. Tais processos internos podem ser pensados como habilidades no uso de determinados meios mediacionais e pelo que discutimos aqui, também pelos meios que fazem uso de suporte material.

Dessa maneira, consideramos, nas nossas análises, o quadro de giz, o projetor multimídia, materiais para leitura (cadernos, livros, tabelas com informações) e outros suportes materiais que possuem funções semelhantes a estes. Isso porque não podemos separar, nesse contexto, um meio mediacional inscrito do suporte material, que o sustenta, do próprio suporte material. Em outras palavras, está embutido no suporte material (projetores, cadernos, quadros de escrita, tabelas periódicas etc.) o uso do meio mediacional de materialidade intermediária (textos, figuras, representações, equações, gráficos, simulações etc.) que ele alimenta. Assim, contabilizamos o tempo de ação dos professores com o suporte material, a partir do momento em que eles manipulam os recursos, projetando, escrevendo ou lendo alguma informação.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado aos quadros (de giz e branco), cadernos, livros de leitura etc. No caso dos quadros e cadernos, eles são suportes de escrita para professores e estudantes. Eles por si, não são considerados meios mediacionais. O mesmo acontece com os livros ou outros suportes de leitura.

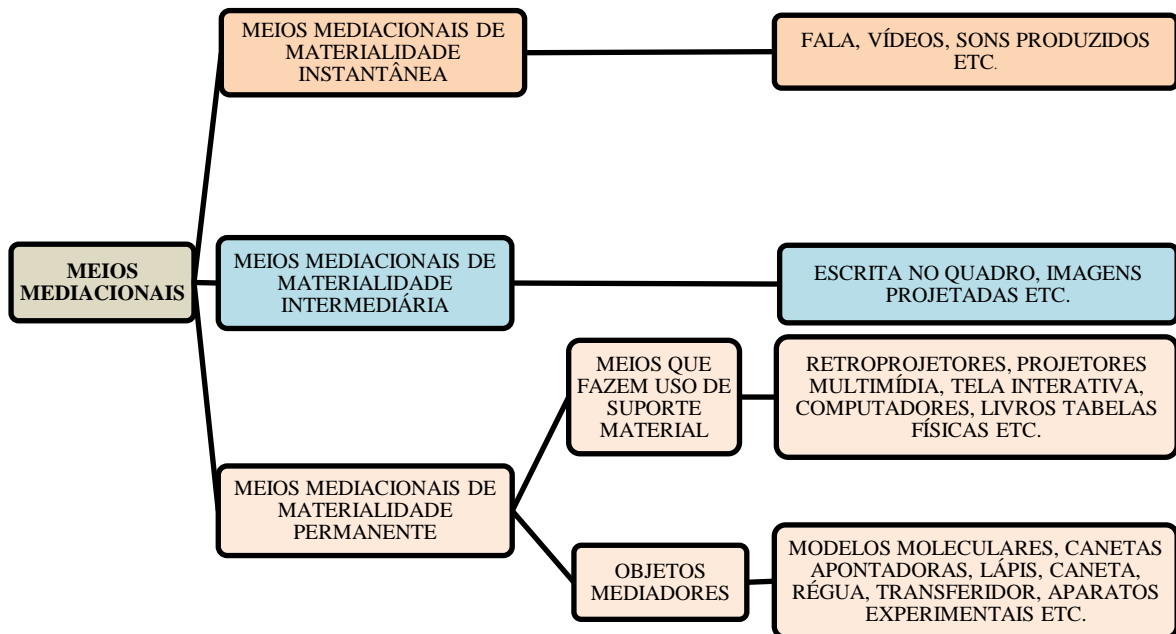
No decorrer da coleta de dados observamos que, dependendo do meio mediacional que se integra na ação do professor, a sua funcionalidade e seu significado se subdividem. Por exemplo, as ações muito comuns que se constituem na prática de professores, giram em torno de alguns recursos que denominamos como *meios que fazem uso de suporte material*. Já outras ações acontecem com recursos que podem ser denominados como *objetos mediadores* (MORTIMER et al., 2015; SILVA, et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017).

Alguns meios mediacionais, diferentemente dos meios que fazem uso de suportes materiais, são manipulados por sujeitos em ambientes de aprendizagem de diferentes modos. Falamos aqui daqueles recursos que são manipuláveis e por meio deles, tanto professores quanto estudantes compartilham significados, sem necessidade de um suporte material para apresentá-los na ação. Além disso, possuem a característica objetal e, quando introduzidos

na ação, são capazes de mudar o meio diretamente. Denominamos esses meios mediacionais como *objetos mediadores*, principalmente devido à sua manipularidade, à capacidade de causar transformações no meio ambiente e da materialidade particular.

Apresentamos no diagrama da Figura 1 um esquema com essas categorizações.

Figura 1 - Diagrama de subcategorização dos Meios Mediacionais de materialidade permanente em meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O que percebemos é que esses objetos, quando em conjunto com o professor, oferecem condições para ações relacionais com os sujeitos que os manipulam. Dentro dessa categoria, podemos subcategorizar alguns objetos mediadores mediante as funções e as *affordances* que apresentam quando os professores os utilizam. Para isso, realizamos a análise das aulas, nesta pesquisa e, a partir delas, procuramos indícios para essa subcategorização.

Acreditamos que os meios que fazem uso de suportes materiais e os objetos mediadores utilizados por professores, principalmente no ensino de Ciências, sempre apresentam novas possibilidades que o seu uso encerra, mas, ao mesmo tempo, apresentam também limites bem definidos. A melhor maneira de se investigar os limites e as possibilidades de cada recurso, sem quebrar a unidade de análise do “professor agindo com os meios mediacionais”, é perguntar sobre a história desse uso e sobre como ele foi se constituindo na história de cada professor. Para isso, a teoria da ação mediada (WERTSCH, 1998) se mostra adequada para tais análises.

Convencidos da importância do uso de meios que fazem uso de suportes materiais

e de objetos mediadores por professores em salas de aula, buscamos em nossa pesquisa obter dados sobre a importância desses recursos nas salas de aula de ciências do Ensino Superior, com foco no comportamento, nas motivações, nas estratégias e formas de ação de professores universitários ao agirem com os mesmos. Com isso, os recursos utilizados para compartilhar significados podem ser vistos como elementos que compõem a estrutura de uma ação nas suas relações históricas, limitações, possibilidades em situações de aprendizagem.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Com o propósito de discutir as questões que nortearam nosso trabalho pesquisamos, primeiramente, como os meios mediacionais são tratados na literatura. Essa busca iniciou-se em 2015, no âmbito do nosso grupo de pesquisa, o grupo FOCO da Faculdade de Educação da UFMG. Nesse contexto, realizamos estudos teóricos sobre a Teoria da Ação Mediada, com foco nas ações de professores com meios mediacionais, em aulas de Ciências do Ensino Superior. O estudo dessa literatura se estendeu até 2016, ano em que o projeto que originou esta pesquisa foi aprovado no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da UFMG. No cursar de disciplinas, no primeiro e segundo períodos do curso, a busca na literatura pode ser expandida. Consideramos os estudos da literatura como etapa importante da metodologia de pesquisa, servindo como base para a construção metodológica que sustenta a investigação.

Para produção dos dados desta pesquisa, planejamos coletar e organizar dados que nos permitissem investigar as ações de professores de Química do Ensino Superior com meios mediacionais e a produção de significados a partir delas. Para descrevermos com mais detalhes esse processo de pesquisa, dividimos o desenho metodológico da produção de dados em quatro etapas: seleção de professores; filmagem das aulas; produção e análise dos dados; e entrevista com os professores.

3.1 Seleção dos professores

Na etapa de seleção de professores, optamos por investigar aulas de docentes que ministrassem aulas em disciplinas básicas da Química. Dessa maneira, escolhemos investigar aulas de professores nas disciplinas, a considerar: a Química Geral, Química Orgânica I, Química Inorgânica I, Fundamentos de Química Analítica e Físico-química I, todas geralmente ofertadas nos primeiros períodos dos cursos de graduação em que a Química é uma disciplina fundamental.

Essa escolha se justifica, principalmente, porque acreditamos ser importante voltarmos nosso olhar para as disciplinas mais gerais da Química que são pré-requisito para todas as outras disciplinas dessa mesma área.

Por exemplo, na Química Geral, geralmente, é feita uma revisão dos temas que são estudados no Ensino Médio, com foco naqueles mais importantes e recorrentes nos cursos que têm como base a química (por exemplo, os cursos de Química, Farmácia e as Engenharias). Assim, resolvemos voltar nossa atenção para situações as quais professores agem com meios mediacionais, nas disciplinas básicas estruturantes da química, para discutirmos como esses

recursos são mobilizados pelos docentes no tratamento de temas e conceitos estruturadores do conhecimento químico. Delimitamos, em dois, o número de professores investigados por disciplina, totalizando 10 sujeitos de pesquisa.

Investigar professores nas cinco disciplinas nos proporciona a possibilidade de realizarmos uma caracterização mais ampla de aulas de Química do Ensino Superior da UFMG. Isso nos permite divulgar processos de compartilhamento de significados que acontecem na academia e que podem ser comparados com outros centros de ensino superior, no que diz respeito à ação mediada. Por exemplo, sabemos que o meio mediacional “modelo molecular” é utilizado por alguns professores em contextos de aulas de Química Geral, Química Orgânica e Química Inorgânica. Dessa forma, investigar como professores usualmente utilizam esse objeto em cada uma das disciplinas e para quais finalidades, nos permite fazer inferências sobre as ênfases dadas aos modelos moleculares em cada uma das disciplinas e quais aspectos são explorados.

Após decidirmos pelo número de disciplinas e pela quantidade de professores, acessamos o site de oferta de disciplinas de Química da UFMG, oferecidas pelo Departamento de Química (DQ), no primeiro período de 2017, para verificarmos se seria possível acompanhar aulas em todas elas. Observamos que havia oferta das disciplinas, neste período, além de horários, professores regentes e os cursos para os quais essas disciplinas seriam ofertadas. Em posse dessa lista, fizemos uma pré-seleção de alguns professores que seriam regentes das disciplinas ofertadas e nos dirigimos ao DQ, a fim de realizar os convites pessoalmente.

Apesar de haver professores do Departamento que já participaram de pesquisas anteriores do nosso grupo, sabíamos que a prática de permitir acompanhamento das aulas e seus registros não era tão comum naquele ambiente de trabalho. Porém, pelo fato de eu ter sido aluno do curso de Química Licenciatura na UFMG, por ter participado de atividades de Iniciação Científica de 2010 a 2012 no próprio Departamento e ter sido estudante de diversos professores, esperava poder convencê-los a participarem da pesquisa.

Dessa maneira, realizamos o convite pessoal para cada professor das disciplinas, em seus gabinetes, explicando os objetivos gerais da pesquisa, as etapas de produção de dados e as possíveis contribuições da pesquisa para a literatura da área. Surpreendemo-nos, então, com a adesão, em primeira instância, de quase todos os professores convidados. Apenas dois deles recusaram o convite, alegando não terem disponibilidades, no referido semestre, para atender às nossas demandas de acompanhamento, filmagem das aulas etc. Dessa maneira, outros dois professores foram convidados, em substituição àqueles que não se disponibilizaram,

que se prontificaram a participar conosco da produção de dados.

Por fim, outro ponto importante é justificarmos a escolha dos professores do DQ. Essa escolha foi feita porque acreditamos que, na Química, o ensino de conteúdos geralmente demanda a utilização de vários recursos e modos de apresentação de informações, como meios que fazem uso de suporte material de projeção de imagens (como projetor multimídia e tela interativa), objetos mediadores, como modelos moleculares, geralmente usados para representar entidades submicroscópicas (átomos, moléculas, ligações químicas etc.), meios que fazem uso de suportes materiais, comuns nas ciências exatas, (como quadro de giz ou branco), dentre outros. Outro aspecto importante é a possibilidade do DQ apresentar uma diversidade de práticas de ensino, pois docentes desse Departamento ministram aulas variadas, tanto em laboratórios quanto em salas de aula convencionais, além de seminários em auditórios. Além disso, já relatamos que o fato de eu ter formação em Química auxiliaria na análise dos dados e na compreensão dos objetivos dos professores em cada aula.

3.2 Filmagem das aulas

As aulas analisadas nessa pesquisa foram ministradas por professores pertencentes ao Departamento de Química da UFMG, das disciplinas Química Geral, Química Orgânica CI, Química Inorgânica CI, Fundamentos de Química Analítica e Físico-química CI, sendo que apenas duas delas foram resgatadas do nosso banco de dados. Uma dessas aulas foi filmada em 2014, no âmbito da disciplina Química Orgânica CI, para uma turma de Farmácia. A outra aula que resgatamos foi filmada em 2016 no contexto de aulas de Físico-química I, para uma turma do curso de Química. As outras oito aulas analisadas foram filmadas para este trabalho no primeiro semestre de 2017.

O objetivo das filmagens é identificarmos, durante a atividade docente dos professores selecionados, as ações ocorrem com o uso de meios mediacionais e como esses meios são articulados nas ações. Após a seleção dos professores, descrita na seção anterior, escolhemos as unidades didáticas que iríamos acompanhar e registrar.

Entendemos unidade didática como um conjunto de conceitos, leis, situações e teorias que são tratados em torno de um tema central. Por exemplo, nesta pesquisa, a unidade didática escolhida para ser investigada na disciplina Química Geral é sobre Geometria Molecular. Nessa unidade, são discutidos os conceitos principais que a sustentam (ângulos, eletronegatividade, átomos etc.), leis gerais como a lei da repulsão de cargas elétricas (elétrons) não ligantes, situações como a verificação das geometrias de compostos com diferentes propriedades e teorias, como a teoria de orbitais moleculares.

Juntamente com os professores, ajustamos e adequamos as filmagens à disponibilidade e ao planejamento de cada um deles. Optamos pela filmagem de uma unidade didática por disciplina, em comum, e não somente por uma aula de cada professor escolhida aleatoriamente.

Desse modo, com as unidades didáticas predeterminadas, nos dirigimos novamente aos gabinetes dos professores para apresentarmos as propostas de acompanhamento e filmagem das aulas.

Procuramos acompanhar e registrar o início, o meio e o fim do desenvolvimento de uma unidade didática, observando e comparando ações de pares de professores com os meios mediacionais em um contexto comum. Descreveremos, mais à frente, as especificidades de cada unidade didática abordada em cada disciplina.

Para realizar as filmagens, nos equipamos com uma câmera filmadora, complementada com um cartão de memória e um tripé para apoio. A câmera foi fixada no fundo da sala, em todas as aulas, de modo a contemplar totalmente o espaço de atuação do professor.

O número de aulas filmadas por disciplina apresentou uma pequena variação. Por exemplo, houve disciplinas em que, para abordar o tema escolhido, o professor utilizou três aulas. Outros professores utilizaram duas aulas para abordar um tema e assim por diante. Porém, como nosso objetivo era registrar o tratamento do mesmo tema, conseguimos ter resultados parecidos dentro de cada uma das disciplinas.

Assim sendo, realizamos a filmagem de um total de 18 aulas, das quais planejamos escolher uma de cada professor, por tema, para realizarmos uma análise geral.

3.3 Seleção das aulas filmadas para análise

Após a filmagem das aulas, assistimos a todos os vídeos e selecionamos uma aula de cada professor, com o tratamento da mesma unidade temática, para realizarmos a análise. Para essa seleção, obedecemos a alguns critérios, além daqueles já mencionados que nos levaram à escolha das áreas e disciplinas.

Optamos por filmar aulas com professores diferentes ensinando a mesma unidade didática, porque acreditamos que analisar como eles agem com meios mediacionais, em um contexto de ensino semelhante, nos dá a possibilidade de realizar uma comparação dos modos de ação com os recursos e modos de compartilhamento de significados.

Outro critério é relacionado com a seleção da aula de cada professor, lecionadas dentro dessa mesma unidade didática. Esta etapa foi realizada após assistirmos a todos os

vídeos. Para selecionarmos uma aula, em comum, priorizamos aquelas que apresentaram o maior número de meios mediacionais sendo manipulados pelos professores. Isso porque, como nosso foco nesta pesquisa é investigar como professores universitários agem com esses recursos materiais em sala de aula, procuramos por aulas que nos dessem o maior número de situações possíveis para suportar nossas discussões a respeito desse tema. Após essa etapa, acompanhamos e filmamos as aulas, como será descrita na próxima seção.

3.4 Produção de dados a partir das filmagens das aulas

Uma etapa que consideramos importante nesta pesquisa de mestrado é a produção de dados obtidos a partir de filmagem de aulas. Com relação a esse método de produção de dados, Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) afirmam que cabe ao pesquisador escolher o método que melhor se adequa à obtenção dos dados e aos pressupostos teóricos que orientam a pesquisa e, para tanto, ele precisa ter conhecimento de diferentes possibilidades de escolha. Nesse sentido, esses mesmos autores (GARCEZ; DUARTE; EISENBERG, 2011) fazem reflexões e recomendações acerca do uso da filmagem de aulas na realização de pesquisas qualitativas, discutindo especificidades da produção e da análise de materiais audiovisuais em procedimentos de investigação, afirmando que a filmagem é muito importante para captar exatamente os aspectos que vão além da fala.

Além dessa característica, podemos observar as contradições entre discurso e comportamento (PINHEIRO; KAKEHASHI; ANGELO, 2005); revisitar os dados quando necessário, oportunizando inúmeras leituras e desfazer possíveis erros, por meio da retomada do conteúdo gravado (LEONARDOS; FERRAZ; GONÇALVES, 1999). Obtivemos, por sua vez, variadas possibilidades de visualização do material registrado, realizando uma visualização seletiva do que é de interesse do pesquisador (SADALLA; LAROCCA, 2004). Nesse contexto, para Garcez, Duarte e Eisenberg (2011), utilizar-se de aulas gravadas em vídeo pode possibilitar a correção de alguns aspectos importantes do posicionamento do pesquisador em campo, modificando, se necessário, sua atuação nas atividades subsequentes.

Nesta pesquisa, em específico, acreditamos que todas as vantagens supracitadas são coerentes com nossas convicções e subsidiam a escolha também desse método de produção de dados. Isso porque não nos seria possível realizar uma caracterização dos meios mediacionais, nem uma descrição e análise das ações de professores com os meios mediacionais nas aulas de Ciências, especificamente de Química do Ensino Superior, muito menos analisar as possibilidades e limitações desse uso, se não tivéssemos em posse das gravações das aulas e se não pudéssemos revisita-las.

Por isso, é importante observarmos como ocorrem as ações, o tempo de sustentação da manipulação dos recursos, no decorrer das aulas, e investigarmos as possibilidades e limitações desse uso durante o processo. Enfim, acreditamos que a filmagem das aulas se apresenta como uma etapa essencial para que possamos dar suporte às discussões que vem a seguir.

Gostaríamos de chamar a atenção para o fato de que, assim como problematizamos no capítulo anterior (Referencial Teórico) consideramos na construção dos diagramas, gráficos e tabelas, os meios que fazem uso de suporte material como sendo meios mediacionais de materialidade permanente. Essa consideração é necessária porque, se considerássemos cada representação projetada, escrita ou lida separadamente, teríamos muitas dificuldades para o mapeamento e análise das aulas por se tratar de meios mediacionais com inúmeras características, propriedades e funções diferentes. Além disso, não é nosso foco de investigação analisar as ações com meios mediacionais dessa natureza. Apesar de considerarmos as distinções entre meios mediacionais e meios que fazem uso de suporte material, tanto para os diagramas quanto para os dados produzidos, ambos foram considerados como meios mediacionais.

3.4.1 Macroanálise das aulas filmadas por meio da construção de mapas de episódios

Em posse das aulas selecionadas, realizamos a macroanálise das aulas, por meio da construção dos mapas de episódio de cada uma delas. Para isso, utilizamos o *software* NVivo11³.

Segundo Mortimer e colaboradores, episódios são “um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem início e fim claros e que pode ser facilmente discernido do episódio precedente e do subsequente” (MORTIMER, et al., 2007, p. 61). Por exemplo, a realização de uma revisão de assuntos tratados em aulas anteriores por um professor caracteriza um episódio por apresentar geralmente início, meio e fim bem claros; ou quando um professor apresenta um conceito científico novo, sustenta esse conceito durante sua interação com os estudantes e finaliza esse tratamento, abrindo espaço na interação para o tratamento de outro tema ou outra ação nova.

Para organizar as aulas analisadas em episódios consideramos, nas unidades

³ O NVivo11 é um *software* que possibilita gerar dados durante o processo de tratamento dos dados como, por exemplo, categorias de análise. Ele permite ao pesquisador criar suas pastas pessoais e estruturar a organização de seus arquivos, que podem ser de diferentes formatos de texto, imagem ou som.

didáticas, como os professores abordam os conceitos, leis, situações e teorias, bem como suas ações com os meios mediacionais. Dessa maneira, para cada episódio delimitado, relacionamos os recursos utilizados e descrevemos como os professores agiram com eles. A macroanálise, fragmentando cada aula filmada em mapas episódios, nos possibilita visualizar o conjunto global dos dados, auxiliando na explicitação dos nossos resultados.

A construção desses mapas nos possibilitou descrever quais subtemas, assuntos e conceitos são abordados nas aulas, quanto tempo dura cada um deles e em quais momentos da aula eles foram levantados.

Complementando essa construção, identificamos e apontamos também os meios mediacionais que os professores utilizaram no decorrer de cada episódio. Essa produção foi importante para nos oferecer um melhor panorama de cada aula filmada. Isso nos permitiu estabelecer pequenas inferências iniciais, principalmente no que diz respeito aos momentos em que cada recurso foi inserido no âmbito da ação dos professores.

Assim, construímos dez mapas de episódios, referentes às dez aulas selecionadas e registradas em vídeo das cinco disciplinas básicas da Química.

Após a construção dos mapas de episódio, realizamos com o auxílio do *software* NVivo11 um mapeamento do uso dos meios mediacionais pelos professores nas dez aulas selecionadas.

3.4.2 Análise das aulas filmadas por meio da construção de diagramas de mapeamento das ações dos professores com os meios mediacionais

A próxima etapa da produção dos dados está relacionada ao uso do *software* NVivo11, instalado em um computador do nosso laboratório de pesquisa em ensino, para a realização do mapeamento das ações dos professores de Química com meios mediacionais, ao longo das aulas. De acordo com nossos propósitos, consideramos necessário identificar em quais momentos das aulas e, por quanto tempo, os professores agiram usando os meios mediacionais e em quais episódios isso aconteceu. Esse mapeamento contribui para termos uma visão mais ampla dos momentos, nas aulas, em que os recursos eram utilizados pelos professores.

Mesmo constatado que ainda é baixo o número de pesquisas qualitativas que usam algum tipo de *software* de apoio (LAGE, 2011), o NVivo11 é um *software* que vem sendo utilizado com frequência no ambiente acadêmico brasileiro.

Neste trabalho, em específico, exploramos um recurso do NVivo11 que foi importante para esta etapa de produção de dados: os *Nodes* ou nós. Esses *nodes* são marcações

temporais durante, no nosso caso, o decorrer do vídeo gerado nas gravações das aulas, que correspondem às categorias de análise. O *software*, Nvivo11, nos permitiu produzir diagramas que apresentam um mapeamento do uso dos meios mediacionais nas aulas pelos professores. Nesse caso, a categoria de análise é um determinado meio mediacional. Por meio da seleção dos fragmentos nos quais professores agiram com recursos, produzimos diagramas das aulas, que nos forneceram um mapeamento dos momentos das aulas em que ocorriam essas ações.

Assim, realizamos a construção dos diagramas de mapeamento para cada aula filmada e dos gráficos das porcentagens do tempo total de utilização de cada um dos meios mediacionais pelos professores.

O uso do NVivo11, como ferramenta de produção de dados, foi muito importante porque nos permitiu complementar os mapas de episódio com informações visuais, por meio dos diagramas de mapeamento do uso, tanto de meios que fazem uso de suporte material quanto de objetos mediadores pelos professores. Além disso, o *software* oportunizou a contagem do tempo total de ação dos professores com cada um dos recursos utilizados, possibilitando a realização de múltiplas inferências sobre a ação mediada.

Esse mapeamento foi construído considerando o tempo de ação com os meios mediacionais pelos professores no qual se estabelece um início, meio e fim da ação. Para demarcar o início, procuramos por mudanças nas pistas contextuais, de modo a demarcar as transições. Por exemplo, quando o professor segura o modelo com as mãos e se refere a ele, pode ser o início de uma ação com esse objeto. Da mesma forma, quando o professor coloca o modelo molecular sobre a mesa e não chama mais a atenção para nenhum aspecto que se refere ao objeto, ele está sinalizando o fim da ação. Quando a ação acontece com o meio que faz uso de suporte material, normalmente o professor faz referência às informações nele contidas para sinalizar o início da ação com o recurso. Neste caso, o fim da ação geralmente é sinalizado pela transição para um outro recurso. Apresentamos, no próximo capítulo, os resultados dessa análise.

3.4.3 Microanálise

Nesta etapa, procuramos descrever e analisar como cada professor utiliza os meios mediacionais escolhidos para se comunicar. Para isso, criamos tabelas detalhando o uso e propósitos para cada meio mediacional que foi identificado. Além disso, apontamos fragmentos que se destacaram nas aulas dos professores, relacionados às ações específicas que cada um deles realiza com algum(ns) meio(s) mediacional(ais).

3.5 Entrevistas exploratórias

Após obter os resultados das análises das aulas filmadas, realizamos uma entrevista semiestruturada com cada um dos professores. Essa entrevista visa verificar sua formação docente e se eles reconhecem a recorrência que fazem dos meios mediacionais que identificamos na análise das aulas. Procuramos também descobrir como os professores reconhecem os limites e as possibilidades inerentes às ações possíveis com os meios mediacionais. Além disso, investigamos como se construiu a história desse uso em seus percursos profissionais. Pelas características das perguntas e respostas componentes desse material de levantamento de informações, podemos classificá-lo como “entrevista narrativa” (SCHÜTZE, 1983).

A ideia de entrevista narrativa foi proposta por Schütze (1983) de forma que a história narrada pelos entrevistados se encontre mais suscetível a reproduzir, em detalhes, as estruturas que orientam as suas ações sem reconstruir a história de vida do informante, em sua especificidade. Dessa maneira, é importante que a entrevista narrativa busque a compreensão dos contextos em que as experiências foram construídas e o reconhecimento dos fatores que produzem mudanças e motivam as ações daqueles que nos contam.

Com ações nesse sentido, uma entrevista narrativa contribui para que ocorra uma ruptura com a rigidez apresentada pelas entrevistas estruturadas, contribuindo para a produção de textos narrativos sobre as experiências vividas, permitindo-nos entender melhor os contextos sociais nos quais elas ocorrem.

Essa entrevista inicial foi validada por nosso grupo de pesquisa, contexto no qual discutimos as questões. Neste momento, reorganizamos as perguntas e alteramos alguns pontos, de forma a obtermos uma entrevista mais coesa e fluida. Além disso, realizamos anteriormente duas entrevistas com dois professores do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (ICB) e observamos que a entrevista atendeu aos objetivos da investigação.

Para melhor aproveitamento dessa pesquisa, retomamos a análise da entrevista semiestruturada e observamos que ela seria útil para ser utilizada como material de levantamento de informações por alguns motivos. Primeiro, conhecer aspectos da formação dos professores é importante porque acreditamos que essa formação pode refletir em suas práticas. Apontamos o segundo ponto, que se refere ao uso dos meios mediacionais no início de suas carreiras docentes e suas relações ações que acontecem nos dias atuais.

Esse levantamento exploratório nos proporciona complementar as informações sobre os modos de ação mediada por ferramentas no início da carreira docente dos professores,

visto nosso interesse em descobrir as transformações ocorridas ao longo do tempo. Além disso, nosso interesse no planejamento que o professor realiza se dá no intuito de descobrirmos quais professores levam em consideração os meios mediacionais no planejamento da aula, o tempo de preparação desse planejamento e se eles reconhecem, no ato de planejar, os limites e possibilidades que os recursos apresentam no ambiente da sala de aula.

Sendo assim, o padrão de perguntas sobre esses temas foi mantido durante as entrevistas com todos os professores, objetivando obtermos respostas que pudessem ser comparadas, correlacionadas e avaliadas. Para complementar a aquisição de informações, consideramos importante perguntar aos professores sobre algum aspecto específico de casa aula (se houvesse), observado na etapa de visualização das gravações. Desse modo, essas perguntas faziam parte dos únicos itens diferenciadores de uma entrevista para outra. Acreditamos que essas perguntas sobre aspectos específicos de aulas dos professores nos auxiliariam a reconhecer as idiosincrasias de determinada ação. Além disso, acreditamos que as perguntas auxiliam no entendimento do motivo que levou cada professor a optar por certo tipo de ação com um recurso em específico, em detrimento de outras.

Dessa maneira, o roteiro de entrevista foi constituído de doze perguntas. Dentre as doze perguntas, as seis primeiras são mais gerais, relacionadas ao percurso pessoal e profissional dos professores. Outras duas perguntas são relacionadas à prática docente dos professores na UFMG e duas são referentes à ação dos professores com os meios mediacionais identificados nas aulas filmadas. Essas dez perguntas são específicas da prática de cada um dos professores.

As duas últimas perguntas da entrevista são sobre os modos de planejamento de aulas dos professores selecionados e as relações desse planejamento com os meios mediacionais escolhidos para a comunicação, em ambiente de ensino.

Para a coleta de informações, agendamos previamente as entrevistas com os professores e nos dirigimos ao DQ, onde se localizam os gabinetes dos docentes e realizamos as entrevistas. Utilizamos para isso uma câmera filmadora e, para nos resguardar de algum possível problema no armazenamento de dados, utilizamos também um gravador de voz portátil para termos a segurança de que captaríamos pelo menos o registro da fala dos entrevistados.

As entrevistas foram realizadas em ordem aleatória, dependente da disponibilidade de tempo dos professores. Elas se mostraram bastante heterogêneas, com relação ao tempo de filmagem. Acreditamos que essa heterogeneidade teve relação com o tempo de docência dos professores, visto que havia entrevistados com pouca experiência docente (2 anos) e outros com

mais de 35 anos de magistério; com a capacidade comunicativa de cada um; e até mesmo com a disponibilidade no momento da entrevista.

Em posse desses registros, realizamos uma releitura e fizemos a transcrição⁴ de todas elas. Com o registro escrito, fizemos uma análise das respostas e uma descrição narrativa a fim de descobrirmos, por meio dos relatos, a história do uso de recursos na vida profissional de cada professor, bem como as limitações e possibilidades que eles consideram ao agir com os meios mediacionais em suas aulas.

Com os resultados da produção de dados, que incluem a caracterização das aulas, o mapeamento do uso de meios mediacionais pelos professores e as entrevistas, procuramos caracterizar as aulas, segundo as propriedades da Ação Mediada (WERTSCH, 1998). Além disso, acreditamos que conhecer a história do uso desses recursos no percurso desses professores nos dá subsídios para entendermos a evolução dos meios mediacionais, normalmente utilizados na docência.

⁴ Nesta pesquisa, tivemos o cuidado de manter nas transcrições a fidelidade ao que foi efetivamente dito. Para isso, as transcrições dos fragmentos selecionados foram feitas exatamente da forma como os ouvimos. Adotamos um código simplificado para registrar uma pontuação à língua oral. Para indicar uma mudança no tom, indicativo de uma pergunta ou uma exclamação, foram mantidos o ponto de interrogação (?) e o ponto de exclamação (!), sempre que a entonação da fala assim os indicava. Os comentários, para situar algum aspecto do contexto, sinalizados por parênteses duplos ((comentário)). Para indicar uma pequena pausa usamos a barra /. As falas em negrito indicam no discurso maior volume ou entonação (Buty e Mortimer, 2008). Para indicar trechos retirados da fala dos professores que não tinham relação com as perguntas, utilizamos o sinal (...).

4 ANÁLISE DOS DADOS

Para melhor entendimento da ação mediada por meios mediacionais nas aulas dos professores de Química da UFMG, organizamos este capítulo em três partes.

A primeira parte busca caracterizar e analisar as aulas de professores de cada uma das áreas da Química escolhidas. Neste contexto, apresentamos a descrição e caracterização do percurso profissional de cada um dos professores, conseguidas nas entrevistas e a descrição e a análise das aulas selecionadas de cada um deles. A segunda parte é destinada a apresentarmos a transcrição e o tratamento das entrevistas, que nos foram concedidas pelos docentes, com foco no que eles nos disseram sobre as ações com meios mediacionais em suas trajetórias profissionais. A terceira parte busca sintetizar a categorização dos meios mediacionais construída nesta pesquisa, de acordo com as observações das ações dos professores com os recursos e as funções que eles cumprem quando são mobilizados no ensino⁵.

4.1 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Química Geral

As aulas da disciplina Química Geral, analisadas nesta pesquisa, foram acompanhadas e registradas no primeiro semestre de 2017. A Química Geral é uma disciplina de quatro créditos, pertencente ao primeiro período de vários cursos de Ciências da Natureza e Tecnologias, que corresponde a 60 horas, sendo ofertada durante um semestre letivo. Na ementa institucional da disciplina é proposta a abordagem de temas gerais da Química, como: Notação e nomenclatura de compostos químicos; Estequiometria; Soluções; Estrutura atômica; Propriedades periódicas; Ligações químicas e Interações Intermoleculares.

No tratamento dos temas Ligações químicas e Interações intermoleculares, é comum os professores abordarem, como tema estruturante, a Geometria molecular. Esse tema foi o escolhido para acompanharmos as aulas dos professores selecionados desta disciplina. Nesse contexto, nomearemos o professor participante como Paulo e a professora como Daiane.

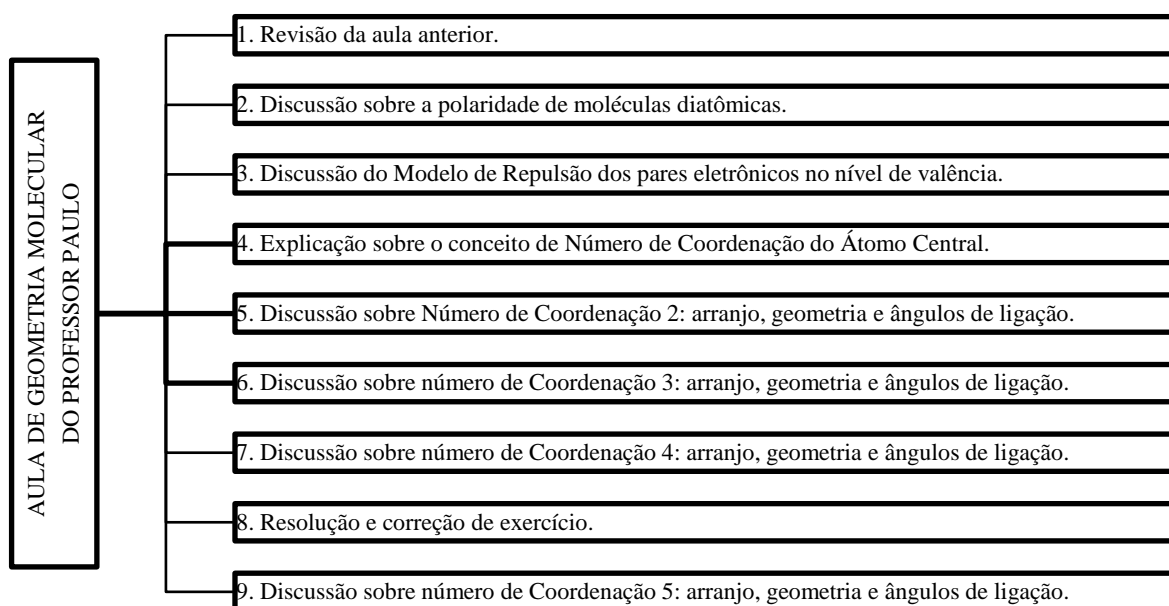
O professor de Química Geral, Paulo, possui 11 anos de experiência no magistério. Graduou-se em Licenciatura em Química pela UFMG, concluindo também, nessa mesma universidade, o seu mestrado e o seu doutorado, ambos na área de Química Inorgânica. Paulo não atuou como professor do Ensino Médio. Durante o doutorado, ele foi professor substituto por 2 anos e por 1 ano voluntário, todos na UFMG. Terminado o doutorado, foi aprovado no

⁵ Para preservar a identidade dos professores participantes, em todas as descrições que se seguem, adotamos nomes fictícios.

concurso para professor na Universidade Federal da Bahia (UFBA), em 2009. Em 2011, foi aprovado no concurso para uma vaga de professor do DQ da UFMG, onde se encontra lecionando há 6 anos.

Para abordar o tema Geometria Molecular, Paulo utiliza 1 aula, de aproximadamente 1 hora e 40 minutos. A aula ministrada por ele apresenta 9 episódios e está esquematizada conforme descrito na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria Molecular do professor Paulo.



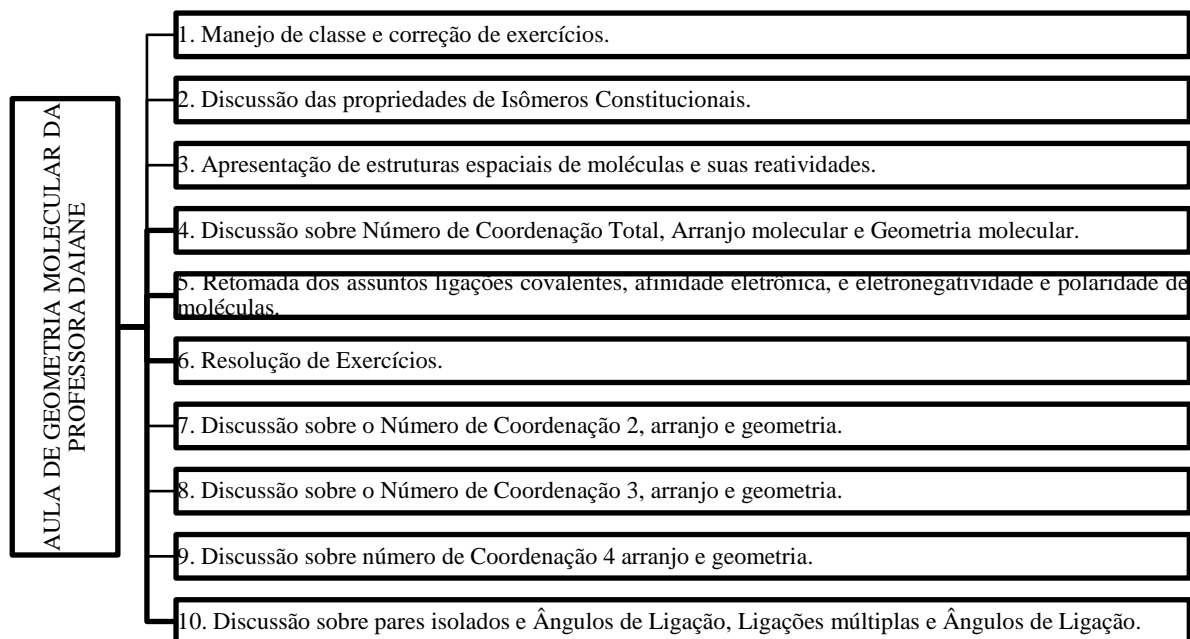
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A professora Daiane possui 6 anos de experiência no magistério. Ela formou-se em Licenciatura em Química pela UFMG, em 2005 e, em 2006, ingressou no mestrado em Química Inorgânica, concluindo em 2 anos. Logo em seguida, iniciou o seu doutorado, também na mesma instituição de ensino, finalizado em 2012. Durante o doutorado, realizou um curso de especialização na área de Ensino, com duração de 2 anos, voltado para o planejamento e implementação de cursos à distância. Em 2012, iniciou de forma efetiva sua carreira docente como professora substituta no Ensino Superior, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET), lecionando na instituição por quase um ano. Nesse mesmo ano, ingressou como professora efetiva na UFMG, permanecendo na Instituição até os dias de hoje.

Para ensinar no âmbito da disciplina Química Geral, no tratamento do tema Geometria Molecular, a professora Daiane aborda a unidade didática dispondo de duas aulas de, aproximadamente, 1 hora e 40 minutos cada. Para a análise, selecionamos a primeira aula, porque nela a professora introduz e discute a maior parte dos conceitos principais que compõem

a temática. A aula de Daiane apresenta 10 episódios e está apresentada no diagrama da Figura 3 abaixo.

Figura 3 - Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria Molecular da professora Daiane.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que, pelos diagramas representativos do mapa de episódios dos dois professores, a organização das suas aulas gira em torno, principalmente, do tratamento de números de coordenação de moléculas, as geometrias e arranjos. Paulo e Daiane iniciam as aulas de forma a evidenciar algum assunto que foi discutido em aulas anteriores, definem momentos para tratamento de conceitos e informações necessárias no estudo de geometria molecular e reservam momentos específicos para resolução e explicação de exercícios.

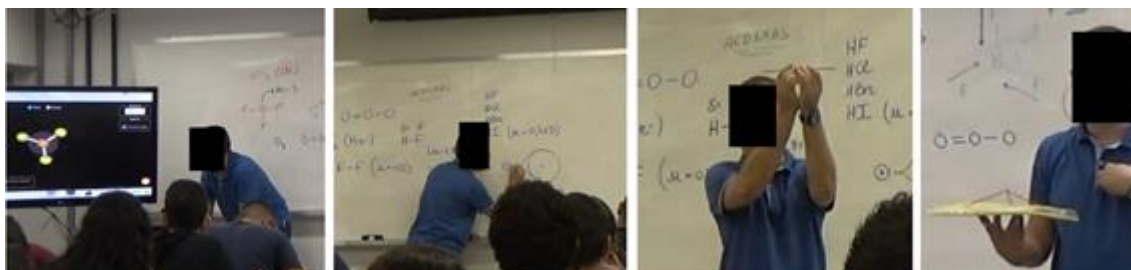
Durante os episódios, os dois professores utilizam meios mediacionais para compartilhar significados. A seguir, caracterizamos as ações desses professores com esses meios mediacionais, por meio da macroanálise, com foco nas ações com os meios que fazem uso de suporte material e com os objetos mediadores.

4.1.1 Ações de Paulo com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores

Para compartilhar significados em sua aula, Paulo utiliza dois meios que fazem uso de suporte material (o projetor multimídia e o quadro branco) e dois objetos mediadores (o

modelo molecular do tipo vareta e uma pasta) (Figura 4). Sua ação com cada um deles acontece de forma bastante particular.

Figura 4 - Momentos de ação de Paulo com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular: projetor multimídia, quadro branco, modelo molecular e pasta.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O quadro de giz, ou branco, também bastante utilizado pelo professor Paulo, é talvez o meio que faz uso de suporte material para a escrita mais utilizado por professores brasileiros no nível superior. Ele é basicamente utilizado para a escrita de textos e desenho de alguma entidade.

O projetor multimídia também é um meio que faz uso de suporte material, neste caso para a projeção, bastante utilizado por professores do Ensino Superior. Esse recurso tem a funcionalidade básica, quando utilizado no ensino, de projetar na tela ou em alguma superfície plana, textos, imagens, figuras, tabelas, diagramas, vídeos, simulações etc.

Consideramos, nessa pesquisa, o projetor multimídia como sendo constituído pelo aparelho de projeção e a tela de projeção em conjunto. Isso porque os professores, ao agirem com o que é projetado, utilizam ambas as partes, logo consideramos tanto o aparelho emissor de imagem quanto a tela na qual a imagem é projetada e materializada como parte do projetor multimídia.

O modelo molecular é um *objeto mediador prototípico* mais comum de ser observado nas ações de professores em aulas de Química Orgânica e Química Inorgânica. Ele tem a função de representar, em 3 dimensões (3D), substâncias químicas. Nesse modelo, ficam evidentes as posições de átomos e as ligações entre eles, dando uma visualização da disposição espacial dessas entidades submicroscópicas.

Por último, Paulo usa uma pasta, que ele levou para a sala de aula. Pastas são objetos utilizados usualmente para guardar folhas. Porém, a ação de Paulo com esse objeto apresenta uma *ressignificação* do seu uso (OLIVEIRA, et al., 2017).

Consideramos essa ressignificação porque ele explora uma função completamente diferente daquela para qual o objeto foi criado. Nesse sentido, nós chamaremos os objetos, usados para outros fins para os quais foram criados, de *objetos mediadores ressignificados*.

Essa ressignificação da pasta produzida por Paulo se relaciona com a propriedade que trata da transformação da ação mediada: os *spin-offs*. Quando Wertsch (1998) relata que a maioria das ferramentas culturais que nós empregamos não foi projetada para os fins a que elas estão sendo empregadas, ele busca em Vigotski (2010) a ideia chave para esta afirmação: o significado construído e a ressignificação permitida pelos meios mediacionais.

Para detalhar melhor o uso e os propósitos de cada recurso na aula do professor Paulo, apresentamos a Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição geral das ações de Paulo com meios mediacionais na aula de Geometria molecular.

Ep.	Meios mediacionais	Uso e propósito
1	Projektor Multimídia	✓ projetar texto sobre informações do gás ozônio para revisar a aula anterior.
	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula estrutural e molecular do gás ozônio para falar da distribuição dos elétrons na estrutura desenhada.
2	Projektor Multimídia	✓ projetar imagens representativas da densidade eletrônica de moléculas diatômicas para tratar da diferença de eletronegatividade dos átomos; ✓ projetar texto para explicar modelo de repulsão dos pares de elétrons no nível de valência; ✓ projetar um gráfico para demonstrar as diferenças do caráter iônico da série dos hidrácidos.
	Quadro branco	✓ desenhar fórmulas estruturais de moléculas diatômicas como gás flúor e ácido fluorídrico para tratar da diferença do momento dipolo de cada uma e compará-los; ✓ escrever a série de hidrácidos para tratar de eletronegatividade e do momento de dipolo das moléculas.
3	Projektor Multimídia	✓ projetar um texto contendo informações sobre o modelo de repulsão dos pares eletrônicos no nível de valência dos átomos para iniciar a explicação sobre os números de coordenação.
	Modelo Molecular	✓ representar a estrutura em 3D do composto iônico de caráter covalente elevado, BeCl_2 para tratar de substâncias com número de coordenação 2, evidenciar as ligações e os ângulos entre elas.
	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula estrutural de Lewis do composto iônico de caráter covalente elevado, BeCl_2 para tratar de substâncias com número de coordenação 2.
4	Quadro branco	✓ se referir à fórmula estrutural de Lewis do composto iônico de caráter covalente elevado, BeCl_2 , desenhada anteriormente para tratar de substâncias com número de coordenação 2 e a distribuição dos elétrons pelos átomos.
5	Quadro branco	✓ iniciar a construção de uma tabela para informar o número de coordenação 2, de arranjo linear; ✓ desenhar a fórmula estrutural do gás carbônico para evidenciar a disposição dos átomos na representação.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a disposição dos átomos em uma geometria linear para tratar das características de moléculas com número de coordenação 2 e arranjo; ✓ representar em 3D a disposição espacial da molécula de gás carbônico para evidenciar o arranjo, ângulos entre ligações e a geometria.
	Projektor Multimídia	✓ apresentar o programa de simulações Phet para utilizá-lo durante a aula; ✓ representar a molécula do gás carbônico e girá-la no simulador Phet para evidenciar a geometria.
6	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula molecular e estrutural do composto BF_3 para falar da geometria trigonal plana; ✓ desenhar a molécula em uma geometria trigonal plana para falar do número de coordenação 3; ✓ escrever na tabela desenhada anteriormente no quadro para complementar com as características de moléculas com número de coordenação 3, geometria trigonal plana e arranjo; ✓ evidenciar nas representações moleculares presentes no plano do quadro os vetores momento-dipolo para discutir as polaridades das espécies; ✓ retomar as discussões sobre a molécula de ozônio (número de coordenação 3), sua geometria, ângulos de ligação etc.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a fórmula estrutural e geometria do composto BF_3 para demonstrar os ângulos de ligação e disposição espacial dos átomos no arranjo.
	Projektor Multimídia	✓ demonstrar no programa de simulações Phet, a molécula do BF_3 e realizar um giro na molécula no plano da tela para falar das ligações, geometria e ângulos de ligação; ✓ demonstrar como manipular informações no programa de simulações Phet para o caso dos estudantes quererem utilizá-lo para estudar.
7	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula molecular e a fórmula estrutural da molécula de tetrafluoreto de carbono (CF_4) para falar de compostos com número de coordenação 4, arranjos e geometria.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a fórmula estrutural e geometria tetraédrica do CF_4 e CHF_3 para compará-los; ✓ representar em 3D compostos com geometria tetraédrica para explicar espacialmente as moléculas com arranjo tetraédrico, porém, com geometria piramidal.
	Projektor Multimídia	✓ demonstrar no programa de simulações Phet, a molécula do CF_4 para realizar giros na molécula no plano da tela e evidenciar a disposição das ligações arranjo e geometria.

	Pasta	✓ representar um plano no qual se apoiam os três grupos de átomos que formam a base da geometria piramidal de uma molécula representada pelo modelo molecular para demonstrar a disposição dos átomos.
8	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula molecular do sulfeto de hidrogênio (H_2S) para falar da sua geometria, ângulos de ligação e arranjo; ✓ voltar a tratar das estruturas das substâncias BF_3 , CF_4 e CHF_3 que já estão representadas no quadro para falar das diferenças em suas geometrias; ✓ escrever na tabela semiestruturada para preencher o campo referente ao número de coordenação 4.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria tetraédrica para falar da geometria, ângulos de ligação e arranjo tetraédrico; ✓ representar em 3D a estrutura referente ao H_2S para falar do seu arranjo, geometria e ângulos de ligação.
	Projektor Multimídia	✓ projetar na tela a representação da molécula H_2S e girá-la espacialmente, no plano da tela de projeção para falar da geometria e arranjo.
9	Quadro branco	✓ desenhar a fórmula molecular e estrutural do composto PCl_5 para tratar de compostos com número de coordenação 5; ✓ escrever na tabela os dados referentes ao composto apresentado com número de coordenação 5 para complementá-la.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria do PCl_5 para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação, a geometria e arranjos possíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que Paulo utiliza o quadro de giz basicamente para desenhar fórmulas moleculares, estruturais e de Lewis, de substâncias; para construir uma tabela, para estruturar as informações e conclusões obtidas no decorrer da aula e recorrer a algumas informações por ele introduzidas nesse meio que faz uso de suporte material para o tratamento do tema geral, Geometria molecular.

Com o projetor multimídia, Paulo, nos três primeiros episódios da aula, projeta um pequeno texto, mas não se refere com frequência ao texto projetado, pontuando apenas algumas informações contidas na tela. Durante quase todos os outros episódios, Paulo o utiliza para projetar simulações, nas quais há moléculas de diferentes geometrias que são giradas no simulador, pelo professor.

Paulo age com o objeto mediador prototípico, modelo molecular, principalmente com o propósito de representar a disposição das substâncias no espaço em 3D e mostrar como essa disposição depende da geometria que cada uma assume.

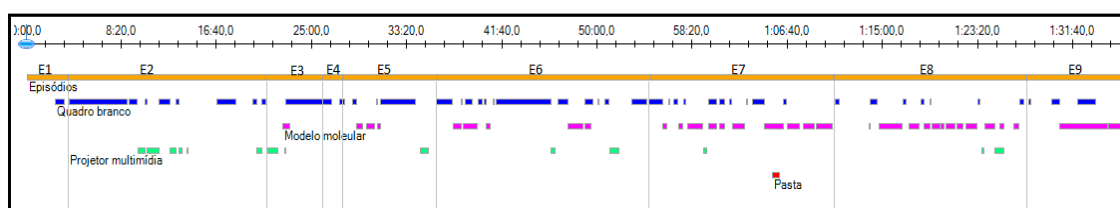
A pasta é introduzida na ação do professor para complementar a ação com o modelo molecular, no sentido de representar um plano no qual estão contidos os átomos que formam a base da molécula de geometria piramidal. Dessa maneira, Paulo atribui à pasta uma função diferente daquela que, normalmente esse objeto possui, o que proporciona novas significações com relação ao seu uso. Nesse sentido, a pasta usada por Paulo pode ser considerada um objeto mediador ressignificado.

Observamos que Paulo utiliza o quadro branco, o projetor multimídia, o modelo molecular do tipo vareta e a pasta principalmente para tratar de algum aspecto ou conceito referente às moléculas e discutir os possíveis arranjos, ângulos de ligação e às possíveis geometrias de cada uma. Isso pode ser justificado por uma provável preocupação do professor

em representar as estruturas das quais ele fala, de diversas maneiras.

Quando observamos a Figura 5, que representa a divisão da aula em episódios e o mapeamento do uso dos meios mediacionais, no decorrer de toda a aula ministrada, percebemos que o professor Paulo utiliza os recursos de forma alternada, e recorre com frequência a essa alternância no decorrer da maioria dos episódios componentes da aula. Essa alternância e recorrência frequentes só não são observadas quando o professor age com o objeto mediador ressignificado – pasta – que foi utilizado por Paulo em um único momento da aula (episódio 7).

Figura 5 - Diagrama de divisão da aula de Paulo em episódios e mapeamento do uso de meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular.

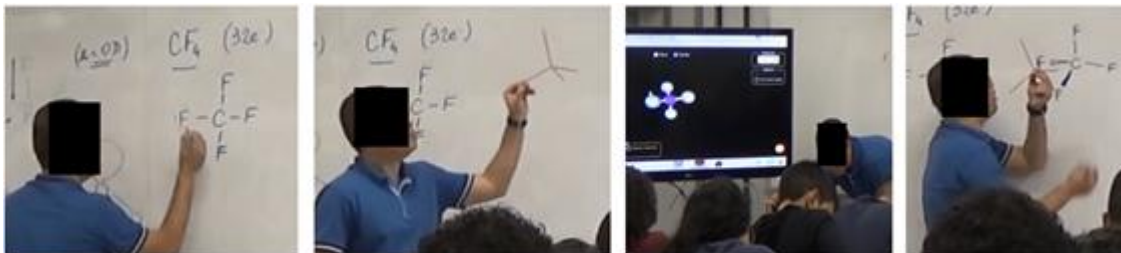


Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

Podemos observar que Paulo age com um dos recursos (o quadro branco) em quase todo o tempo de aula. Isso demonstra a propriedade da tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) entre o professor e os meios mediacionais que emprega para se comunicar. Isso porque praticamente sempre que se comunica, Paulo evoca na ação um recurso capaz de auxiliá-lo no compartilhamento de significados com os estudantes.

Observamos, porém, que há uma organização ou o que denominamos como “rota de ação” com meios mediacionais, bem definida. Por exemplo, em quase todos os episódios, para evidenciar principalmente os números de coordenação, geometrias, arranjos e ângulos de ligação, Paulo utiliza: 1) primeiramente com o quadro branco, de modo a representar as fórmulas moleculares e estruturais, por vezes a fórmula de Lewis; 2) passa, a seguir, a agir com os modelos moleculares, preparados previamente para representar as mesmas moléculas; 3) alterna, por vezes, complementando uma representação no quadro com a do modelo molecular; 4) se dirige também, ao projetor multimídia, no qual se refere às imagens de representações das mesmas moléculas projetadas na tela da TV, por meio de programas de simulação que permitem girar as moléculas e observar suas geometrias e; 5) por fim, retoma a ação com o quadro branco ou com o modelo molecular, ou até mesmo com os dois simultaneamente, para concluir o tratamento dos temas (Figura 6).

Figura 6 - Ações de Paulo com o quadro de giz, com o modelo molecular, com a simulação projetada pelo projetor multimídia e com o modelo molecular e quadro de giz, em sequência, para representar a geometria tetraédrica.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Além disso, podemos pensar na alternância frequente entre os meios mediacionais feita por Paulo. Acreditamos que essa alternância auxilia a aprendizagem dos estudantes porque Paulo oferece formas comparativas e complementares de representar as substâncias que escolhe para evidenciar as possíveis geometrias das moléculas, como exemplificado na Figura 6.

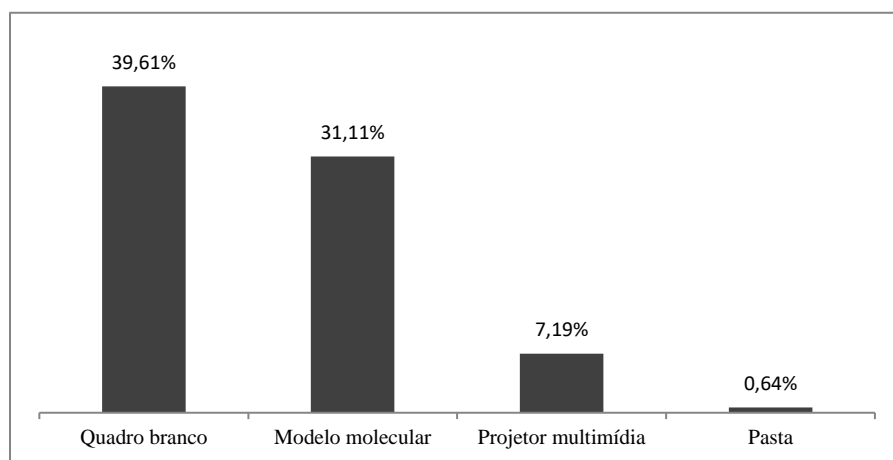
Por exemplo, ao usar o quadro branco, Paulo tem liberdade para desenhar as moléculas em diferentes estruturas, evidenciar por meio de cores diferentes dos pincéis algum aspecto que mereça destaque. Ele tem as representações sempre em posição estática, podendo retomar a ação com elas no momento que desejar, sem muito esforço. Ao usar os modelos moleculares, as perspectivas referentes à organização espacial adquirem novos sentidos porque, com a utilização dos modelos moleculares, Paulo demonstra, em 3D, alguns aspectos que não são facilmente percebidos nas representações em 2D (no caso, as do quadro branco). Além disso, ele também pode alterar o modelo molecular, trocando átomos e evidenciando o efeito dessas alterações na estrutura das espécies e nas suas propriedades. Já com relação ao uso do projetor multimídia, por projetar as representações moleculares dos programas de simulação, Paulo consegue, de forma virtual, manipular as representações dessas mesmas moléculas em 2D, o que dá uma aparente percepção de um objeto se movimentando em 3D, permitida pela projeção das simulações. Para isso, ele realiza giros nas moléculas, o que causa um efeito visual tridimensional.

O que essa alternância evidencia, em termos da ação mediada, pode ser descrita como o poder transformador (WERTSCH, 1998) na ação que a introdução de diferentes meios mediacionais causa nas ações de Paulo com os recursos. Isso porque, pelo que observamos, a introdução de um meio mediacional frente ao outro pode criar uma perspectiva relacionada à percepção espacial com poder transformador na percepção dos estudantes. Além disso, destacamos que, com essa alternância, é possível tornar evidente os limites e possibilidades de cada recurso, visto que alguns são representações em 2D e outros 3D.

Para termos uma ideia geral do tempo em que o professor faz uso de cada meio mediacional identificado nas ações, produzimos o Gráfico 1. Nesse gráfico, podemos observar

que o professor faz uso, com maior frequência, do quadro branco (39,61%), seguido pelo modelo molecular (31,11%) e, com menor frequência, utiliza o projetor multimídia (7,19%) e a pasta, utilizada para representar um plano (0,64%). Isso pode ser justificado porque é com os dois primeiros meios mediacionais que Paulo aborda os conceitos principais, usando o projetor apenas para demonstrar, de forma rápida, a representação das moléculas em um simulador e observar seu giro. A pasta é utilizada em um episódio específico para representar um plano. Após isso, as ações com a pasta não são mais retomadas.

Gráfico 1 - Porcentagem do tempo de ação do professor Paulo com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula sobre Geometria Molecular.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

São quatro aspectos que mais nos chamaram a atenção nas ações de Paulo com os recursos: (i) a grande alternância nas ações com os quatro meios mediacionais, no decorrer de toda a aula, em que se destaca a alternância entre o quadro branco, os modelos moleculares e o projetor multimídia para representar uma mesma molécula; (ii) o fato de Paulo usar os meios que fazem uso de suporte material, projetor multimídia e quadro branco, para representar principalmente as moléculas de seu interesse, gráficos e tabelas, em detrimento da projeção ou escrita de textos; (iii) o fato de ser o único professor a utilizar o projetor multimídia para projetar simulações de moléculas e suas propriedades para potencializar o entendimento do que estava sendo comunicado com outros meios mediacionais e; (iv) utilizar a pasta como objeto mediador ressignificado para representar um plano e para complementar a utilização do modelo molecular.

4.1.2 Ações de Daiane com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores

Com a análise da aula de Geometria Molecular da professora Daiane, identificamos

que ela age com meios mediacionais de forma semelhante à do professor Paulo. Ela também utiliza dois meios que fazem uso de suporte material (projektor multimídia e quadro de giz) e dois objetos mediadores (modelo molecular do tipo vareta e uma folha de papel) (Figura 7), em uma aula com composição total de 10 episódios.

Figura 7 - Momentos de ação de Daiane com os meios que fazem uso de suporte material na aula de Geometria Molecular: projetor multimídia, quadro de giz e com objetos mediadores: modelo molecular e folha de papel.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Percebemos que Daiane tem bom controle das ações com os meios mediacionais o que torna o tratamento dos conceitos de forma organizada e sequencial. Suas ações com os quatro recursos acontecem, basicamente, no sentido de representar a geometria, as ligações e arranjos dos compostos e seus números de coordenação. Por exemplo, Daiane usa o quadro de giz para desenhar algumas estruturas, demarcar vetores e evidenciar pares de elétrons que são determinantes para avaliar a geometria das substâncias.

O projetor multimídia é utilizado pela professora para projetar conceitos-chave importantes para tratar dos números de coordenação, arranjos e geometrias possíveis, além de projetar imagens em 2D de estruturas moleculares. Em todos os momentos em que um *slide* é projetado, a professora se refere a todas as informações nele contidas, isto é, toda informação apresentada no meio que faz uso de suporte material de projeção é explorada pela professora sejam eles textos, imagens ou outras representações.

Com relação ao modelo molecular, esse objeto mediador é utilizado por ela também para demonstrar em 3D estruturas moleculares e avaliar os arranjos e as geometrias possíveis. Com ele, Daiane centraliza a comunicação no sentido de falar sobre as ligações entre os átomos e os efeitos da presença ou não de pares de elétrons não ligantes no átomo central das moléculas. Dessa forma, o modelo molecular permite a ela alterar e demonstrar a geometria das substâncias, dependendo de características inerentes a cada uma delas.

Por último, observamos que a ação de Daiane com a folha de papel, assim como acontece na ação do professor Paulo com a pasta, acontece no sentido de dar complementaridade ao uso do modelo molecular. Isto porque a folha de papel, um objeto utilizado normalmente para escrever, auxilia na discussão das posições de ligações químicas e átomos que necessitam da visualização de um plano que contenha os três átomos componentes de uma molécula em

geometria trigonal plana.

Novamente, assim como afirmamos sobre as ações de professor Paulo com a pasta, Daiane dá novos significados (OLIVEIRA, et al., 2017) à folha de papel, o que nos permite categorizá-la, também, como objeto mediador ressignificado. Como afirmamos na situação em que Paulo utiliza a pasta, para representação também de um plano, essa ação de Daiane evidencia a propriedade da ação mediada proposta por Wertsch (1998), denominada *spin-off*. Isso porque, na ação da professora, a folha apresenta significados novos, diferentes daqueles para os quais ela foi criada (suporte de escrita).

A ressignificação produzida por Daiane, ao utilizar a folha de papel para representar o plano, pode ampliar as possibilidades do objeto mediador ressignificado. Em contrapartida, essa complementação pode diminuir as restrições (WERTSCH, 1998) do modelo molecular, no entendimento sobre a orientação espacial das ligações, possibilitando novas *affordances* à ação (GIBSON, 1986). Para melhor descrever o uso e os propósitos de Daiane ao agir com os recursos nos episódios da aula, construímos a Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição geral das ações de Daiane com meios mediacionais na aula de Geometria molecular.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Não utiliza qualquer meio	que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.
2	Projektor Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar imagens de estruturas moleculares isoméricas para mostrar substâncias isoméricas; ✓ projetar tabela para tratar das propriedades físico-químicas de isômeros; ✓ projetar pequenos trechos de textos para tratar dos principais conceitos relativos à isomeria.
3	Projektor Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar imagens de estruturas moleculares para evidenciar moléculas com mesmo número de átomos, porém com geometrias diferentes; ✓ projetar pequenos trechos de textos para tratar de estruturas espaciais.
4	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para tratar dos conceitos de número de coordenação total (NCT); modelo de repulsão dos pares de elétrons; ✓ projetar imagens de estruturas de Lewis de moléculas para mostrar a distribuição dos elétrons de valência dos átomos e verificar o NCT; ✓ projetar imagens de representações estruturais de moléculas de todos os cinco NCT possíveis (do 2 ao 6) para mostrar as principais geometrias e influência de pares elétrons;
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D a geometria linear para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis; ✓ representar em 3D a geometria trigonal plana para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis; ✓ representar em 3D a geometria tetraédrica para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis; ✓ representar em 3D a geometria bipirâmide trigonal para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis; ✓ representar em 3D a disposição espacial de uma molécula para introduzir o conceito de ligações em posição axial e equatorial; ✓ representar em 3D a geometria octaédrica para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis.
	Folha de papel	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar um plano que contém as ligações e os átomos em uma geometria trigonal plana em complementaridade ao modelo molecular.
5	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar a fórmula molecular de uma molécula de ácido clorídrico (HCl), e explicar os conceitos envolvendo a atração/repulsão de elétrons, densidade eletrônica e vetores que compõem o momento dipolo da molécula; ✓ desenhar a fórmula molecular de uma molécula de gás hidrogênio (H₂) e explicar os conceitos envolvendo a atração/repulsão de elétrons, densidade eletrônica e polaridade da molécula;

		✓ escrever um trecho sobre a direção da seta que representa o momento dipolo entre átomos para falar das mudanças das regras da IUPAC ⁶ .
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria linear da molécula de HCl para falar da eletronegatividade, afinidade eletrônica e demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e arranjos possíveis.
6	Quadro de giz	✓ desenhar a representação estrutural do ácido cianídrico (HCN) para tratar da geometria, dos ângulos de ligação e dos conceitos relacionados à polaridade da molécula; ✓ desenhar vetores e nuvem eletrônica na representação do HCN para discuti-los.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria linear da molécula de HCN para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e o arranjo; ✓ representar em 3D a geometria linear da molécula de gás carbônico (CO ₂) para demonstrar a disposição espacial dos átomos, polaridade, os ângulos de ligação e o arranjo.
7	Projektor Multimídia	✓ projetar imagens de representações moleculares de substâncias com geometria linear para falar do NCT igual a 2 e resumir; ✓ projetar pequenos trechos de textos para falar do NCT igual a 2 e da geometria linear.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria linear para falar do NCT igual a 2, quantidade de átomos e ângulos.
8	Quadro de giz	✓ desenhar a estrutura molecular de Lewis da molécula BF ₃ para mostrar a distribuição dos elétrons de valência; ✓ desenhar os vetores de momento dipolo entre os átomos da representação da molécula BF ₃ para tratar da polaridade.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria linear da molécula do BF ₃ para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e o arranjo e tratar da geometria trigonal plana; ✓ representar em 3D a molécula do gás ozônio (O ₃) para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e o arranjo trigonal plano e tratar da geometria angular da molécula, diferença de eletronegatividade e polaridade.
	Projektor Multimídia	✓ projetar imagens de representações moleculares de substâncias com arranjo trigonal plano e as possíveis geometrias para esse arranjo (trigonal plana e linear) e os exemplos de moléculas para resumir compostos com NCT igual a 3; ✓ projetar pequenos trechos de textos para diferenciar geometria trigonal plana e geometria linear.
9	Projektor multimídia	✓ projetar imagens de representações moleculares de substâncias com arranjo tetraédrico e as possíveis geometrias para esse arranjo (angular, pirâmide trigonal e angular) e os exemplos de moléculas para resumir compostos com NCT igual a 4; ✓ projetar pequenos trechos de textos para diferenciar geometria tetraédrica, pirâmide trigonal e angular.
	Quadro branco	✓ desenhar a estrutura da molécula de metano (CH ₄) para demonstrar os vetores de momento dipolo e a polaridade; ✓ desenhar os pares de elétrons não ligantes e vetores de momento dipolo na molécula de água para falar do arranjo e da geometria da molécula.
	Modelo Molecular	✓ representar em 3D a geometria linear da molécula do BF ₄ ⁻ para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação, o arranjo tetraédrico e tratar da geometria tetraédrica; ✓ representar em 3D a molécula do CH ₄ para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação, o arranjo tetraédrico e tratar da geometria tetraédrica; ✓ representar em 3D a molécula de amônia (NH ₃) para demonstrar a disposição espacial dos átomos e pares isolados, os ângulos de ligação, o arranjo tetraédrico e da geometria pirâmide trigonal e polaridade; ✓ representar em 3D a molécula de água para demonstrar a disposição espacial dos átomos, os ângulos de ligação e o arranjo tetraédrico, da geometria angular e polaridade.
10	Projektor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para explicá-los; ✓ projetar figuras sobre densidades eletrônicas de estruturas moleculares de água, amônia e metano com NCT igual a 4 para falar da diferença de eletronegatividade e pares de elétrons ligados <i>versus</i> pares de elétrons isolados e a influência nos ângulos de ligação; ✓ projetar imagem da fórmula estrutural de uma molécula de CCl ₂ O para tratar do arranjo e NCT (3).
	Modelo molecular	✓ representar em 3D a molécula do CCl ₂ O para demonstrar o arranjo, disposição das ligações e geometria.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

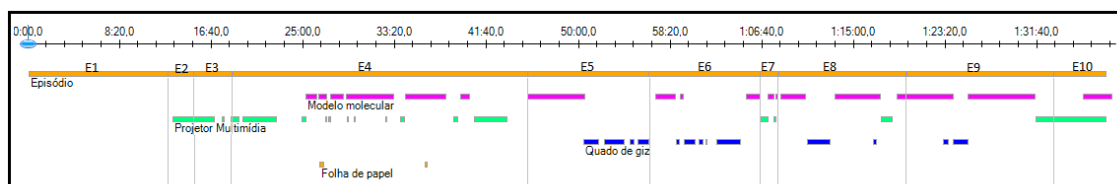
Assim como observamos nas descrições das ações de Paulo (Tabela 1), a professora Daiane também utiliza o quadro branco, o projetor multimídia, o modelo molecular do tipo vareta e a folha de papel com o propósito geral de tratar da geometria e arranjo de moléculas e ângulos de ligação de cada uma (Tabela 2). Por usar diferentes formas de representação, assim como o professor Paulo, nos parece que Daiane também se preocupa em apresentar aos

⁶ IUPAC é a sigla de "International Union of Pure and Applied Chemistry", que em português se traduz como "União Internacional da Química Pura e Aplicada", criada com o objetivo, entre outros, de elaborar as regras da nomenclatura oficial de todos os compostos químicos.

estudantes diferentes formas de visualização e representação. Porém, Daiane explora do projetor multimídia, com bastante recorrência os textos projetados.

A Figura 8 evidencia a divisão de episódios da aula, e o mapeamento do uso dos recursos durante todo o tempo de aula ministrada pela professora Daiane.

Figura 8 - Diagrama de divisão da aula de Daiane em episódios e mapeamento do uso de meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria Molecular.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

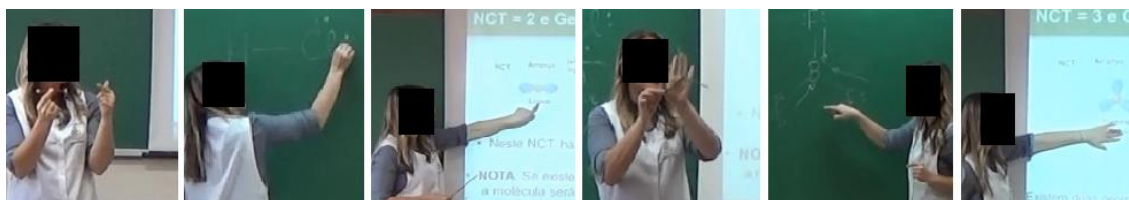
O diagrama de divisão de episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e dos objetos mediadores mostra os momentos nos quais Daiane utiliza os recursos na aula.

Analisando a aula como um todo, Daiane primeiramente representa as moléculas com diferentes números de coordenação por intermédio do projetor multimídia e, só depois, passa a apresentá-los com os modelos moleculares e com o quadro de giz. A partir do episódio 5, ela faz uma alternância semelhante à do professor Paulo nas ações com o quadro de giz e com o modelo molecular. Observamos, por exemplo, que o modelo molecular entra na ação de Daiane, aproximadamente, a partir dos 25 minutos iniciais da aula, aparecendo em seguida em todos os episódios subsequentes. O projetor multimídia, por sua vez, se apresenta nas ações da professora a partir do segundo episódio. Após esse momento, ele é utilizado, na maioria dos episódios posteriores, de forma alternada com o modelo molecular e com o quadro de giz. O quadro de giz é introduzido na aula a partir dos 50 minutos iniciais, no quinto episódio, sendo utilizado também em quase todos os episódios que se seguiram. Por último, a folha de papel é utilizada pela professora Daiane, de forma pontual, em dois momentos do episódio 4.

Novamente, percebemos, em alguns episódios, que há uma linearidade no que denominamos como “rota de ação” com meios mediacionais na aula de Daiane. Na maioria dos episódios, Daiane age com apenas dois recursos, geralmente um que representa em 3D (o modelo molecular) a substância a qual se refere e outro que a representa em 2D (o quadro de giz ou o projetor multimídia). Porém, em alguns episódios ela utiliza os três recursos em sequência, quadro branco, modelo molecular e projetor multimídia, para representar a mesma substância (Figura 9). Neste caso, evidenciamos as ações de Daiane com os recursos para exemplificar o tratamento dos NCT iguais a 2, 3 e 4.

Para ensinar sobre a geometria de substâncias nessas três condições, Daiane: 1) inicia a explicação com o modelo molecular que permite visualizar em 3D, para tratar dos ângulos de ligação, do arranjo e da geometria; 2) em seguida ela usa o quadro para desenhar a estrutura das substâncias (HCl e BF_3), para representar as moléculas em 2D e evidenciar os pares de elétrons distribuídos pelos átomos, os vetores de momento dipolo e verificar a polaridade e; 3) por último, ela se dirige ao projetor multimídia que projeta imagens das moléculas e a representação das nuvens eletrônicas para evidenciar as geometrias, polaridades e falar da eletronegatividade. Essa rota também é evidenciada para as substâncias com NCT 4, como o metano, também tratadas na aula.

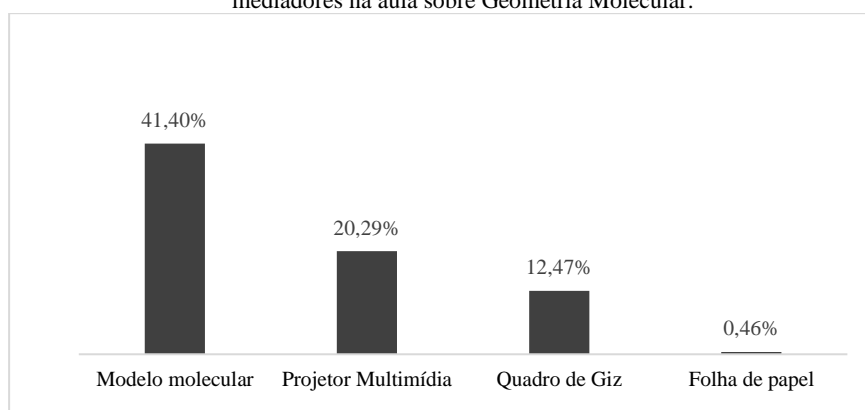
Figura 9 - Ações de Daiane com o modelo molecular, quadro de giz, projetor multimídia, para substâncias com NCT igual a 2 e 3.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para dar uma visão geral dessas ações estabelecidas por Daiane com os meios mediacionais, apresentamos o Gráfico 2, no qual constam as porcentagens do tempo total de ação da professora com os recursos no transcorrer da aula.

Gráfico 2 - Porcentagem do tempo de ação da professora Daiane com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula sobre Geometria Molecular.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Percebemos, pelo Gráfico 2, que o modelo molecular é o meio mediacional mais usado por Daiane (41,40%), assumindo um papel de destaque dentre as ações da professora com os recursos. Acreditamos que essa preferência da professora, em detrimento de outras, dá-se pelas possibilidades ampliadas de discussão dos temas que esse objeto permite na aula de Geometria molecular.

Em seguida, observamos que o projetor multimídia (20,29%) é o segundo meio

mais usado por Daiane para se comunicar com os estudantes. Acreditamos que esse meio que faz uso de suporte material assume a segunda posição, no que diz respeito ao tempo total de uso, por permitir à professora projetar os conceitos abordados e as estruturas moleculares.

O quadro de giz que, por sua vez, assume 12,47% do tempo total da aula é geralmente usado por Daiane para complementar as explicações feitas anteriormente com o modelo molecular ou com as informações projetadas na tela. Acreditamos ser esse o motivo para o uso menos frequente desse recurso, se comparado ao modelo molecular e ao projetor multimídia.

Por último, o breve uso da folha de papel, totalizando 0,46% do tempo da aula, pode ser justificado pelo fato de que esse objeto mediador, quando ressignificado, tem função de complementar e ampliar possibilidades ao modelo molecular, sendo usado exatamente quando o modelo, por si só, não consegue evidenciar planos que são importantes de serem visualizados para tratar de algum conceito (no caso, ligações que saem do plano).

Dessa maneira, observamos que Daiane, assim como o professor Paulo, utiliza modos de representação complementares durante toda aula para evidenciar conceitos relevantes no tratamento de geometria molecular. Isso pode ampliar, na nossa visão, o entendimento dos estudantes sobre o tema. Por exemplo, ao usar o modelo molecular, por vezes complementado com a folha de papel, consegue evidenciar em 3D aspectos espaciais que representações em 2D não logram o mesmo sucesso. Por outro lado, usar o projetor multimídia no sentido de projetar imagens e textos conceituais, permite à professora explicar aspectos espaciais na estrutura em 2D, mesmo que limitadamente, e ao mesmo tempo enfatizar os conceitos traduzidos nos tópicos escritos na tela.

O quadro de giz também, por apresentar uma representação em 2D, permite à Daiane desenhar as estruturas e alterá-las com fluência, desenhar elementos complementares, como pares de elétrons e vetores em uma imagem estática para que os estudantes visualizem e façam as análises necessárias. Assim, esses quatro recursos permitem à professora desenvolver a percepção visual dos estudantes ao discutir os conceitos que envolvem o tema Geometria Molecular evidenciando as *affordances* (GIBSON, 1986) de uma representação frente à outra.

Nesse contexto, fica evidente que a tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) entre Daiane e os meios mediacionais perpassa por todos os instantes em que Daiane evoca na ação algum dos recursos escolhidos. Essa tensão entre a professora e os recursos só não é proporcionada nos instantes iniciais da aula, momento em que ela não emprega nenhum deles na ação para se comunicar. Além disso, esse é um momento da aula no qual ela não explica

conceitos químicos. Nesse sentido, não se faz necessária a utilização de recursos.

Alguns outros aspectos também nos chamam a atenção nas aulas de Daiane, dentre os quais destacamos: (i) a preferência da professora em agir com um objeto mediador prototípico, o modelo molecular, priorizando assim o ensino por meio de um objeto que permite a visualização em 3D; (ii) se referir a praticamente todas as informações projetadas na tela pelo projetor multimídia (iii) e utilizar a folha de papel como objeto mediador ressignificado para representar um plano e para complementar o uso do modelo molecular.

Quando comparamos as aulas de Paulo e de Daiane, observamos que há idiossincrasias nas ações dos dois professores com os meios mediacionais, mas também há algumas semelhanças. Por exemplo, surpreendeu-nos a similaridade na escolha dos meios mediacionais pelos dois professores.

Por exemplo, Paulo e Daiane utilizam, com propósitos semelhantes, o quadro (branco e de giz), modelo molecular, e com a variante de objetos mediadores ressignificados, folha de papel e pasta, para representar planos que complementam a representação no modelo molecular. Porém, o projetor multimídia é utilizado pelos dois professores, com propósitos bem distintos. Isso porque Paulo prioriza utilizá-lo para projetar simulações (outra forma de visualização das substâncias) e Daiane prioriza a projeção de textos e imagens.

As idiossincrasias na ação mediada (WERTSCH, 1998) podem ser um indicativo de que os professores reconhecem as potencialidades de ampliação de conhecimentos que os recursos que usam em comum possibilitam para ensinar a unidade didática relacionada à Geometria molecular. Por outro lado, quando eles usam o projetor multimídia de modos diferentes, nos faz refletir sobre a propriedade da ação mediada que diz respeito aos múltiplos objetivos (WERTSCH, 1998) na ação. Isso porque as ações do professor com um meio mediacional em comum podem apresentar objetivos diversos. Nesse caso, na ação de Paulo, percebemos o objetivo principal, em manipular o meio que faz uso de um suporte de projeção, é o de utilizar a simulação para evidenciar uma representação diferente das substâncias. Por sua vez, Daiane objetiva principalmente, com o mesmo recurso, projetar imagens e textos, com os quais age sequencialmente.

Paulo usa os meios mediacionais alternando as ações com o quadro de giz, modelo molecular e projetor multimídia (simulações) diferentemente de Daiane, que não alterna tanto os modos de agir com os recursos, mas utiliza no mínimo duas formas de representação, sendo os pares, modelo molecular e quadro de giz ou modelo molecular e projetor multimídia. Além disso, Paulo prioriza a ação com o quadro branco enquanto que Daiane prioriza a ação com o modelo molecular.

Outra idiossincrasia observada é aquela referente à “rota de ação” seguida pelos dois professores para definirem as geometrias das moléculas das quais tratavam. Paulo, por exemplo, sequencia a sua rota partindo do quadro de giz (2D), passando pelo modelo molecular (3D) e finalizando com as simulações projetadas pelo projetor multimídia (2D com percepção 3D). Daiane, por sua vez, inicia com o modelo molecular (3D), passa para o quadro de giz (2D) e finaliza com referências às imagens projetadas na tela (2D).

Essas diferentes rotas, partindo de representações com percepções espaciais diferentes podem ter reflexo na percepção dos estudantes. Isso porque, ao iniciar com o quadro branco, Paulo dá mais ênfase à representação em 2D, porque inicia o tratamento dos conceitos com o recurso. Por sua vez, Daiane inicia com o modelo molecular, dando maior ênfase à representação em 3D com a qual começa a investigar a possível geometria. As outras ações, com dimensões espaciais diferentes, geralmente são utilizadas para reforçar o que foi tratado inicialmente, o que necessita de menos tempo.

Acreditamos que a opção da sequência a seguir na rota de ação com os meios também pode ter reflexo no tempo total de utilização dos recursos, visto que Paulo age mais com o quadro branco (recurso com o qual inicia o tratamento dos conceitos) enquanto Daiane age, na maior parte do tempo, com o modelo molecular (com o qual inicia a rota).

O fato de os dois professores agirem com meios mediacionais praticamente durante todo o tempo de aula em que estão se comunicando, torna evidentes as características principais de aulas, nas quais a ação é mediada por recursos (WERSTCH, 1998).

Essa grande recorrência às ações com os meios mediacionais na aula pelos dois professores evidencia a tensão irreduzível entre agentes e meios mediacionais (WERTSCH, 1998) e também as *affordances* dos recursos nas ações (GIBSON, 1986) quando os professores utilizam meios mediacionais diferentes para tratar, por vezes, do mesmo assunto na sequência didática.

4.2 Caracterização das professoras e das aulas filmadas de Química Orgânica

As aulas de Química Orgânica, selecionadas para esta pesquisa, fazem parte da disciplina Química Orgânica CI, na qual é programado o tratamento de temas relacionados aos compostos de carbono e ligações químicas. Essa é uma disciplina de 4 créditos, o que corresponde a 60 horas, ofertada nos primeiros períodos de vários cursos de Ciências da Natureza durante todo um semestre letivo.

Como subtemas da disciplina, são discutidos os Compostos de carbono

representativos, Grupos funcionais; Interações intermoleculares; Introdução às reações orgânicas: ácidos e bases; Estereoquímica; e Hidrocarbonetos alifáticos e haletos de alquila: propriedades, sínteses e reações.

Para a análise dessa disciplina, optamos por investigar aulas de duas professoras que tratassem do assunto Estereoquímica. A Estereoquímica é um tema da Química Orgânica no qual são discutidos, principalmente, os tópicos Isomerismo (Isômeros constitucionais e estereoisômeros); os compostos classificados como enantiômeros, diastereoisômeros e moléculas quirais e aquirais; a importância biológica da quiralidade, bem como sua origem histórica e testes; plano de simetria; nomenclatura (R-S); as propriedades de enantiômeros (atividade óptica e suas origens); o polarímetro e a rotação específica; etc.

Optamos por acompanhar as aulas de Estereoquímica porque nelas é comum a utilização de meios mediacionais diversificados, visto o tratamento de várias entidades macro, micro e submicroscópicas. Nomearemos ficticiamente as professoras, acompanhadas neste contexto, como Aline e Rosa.

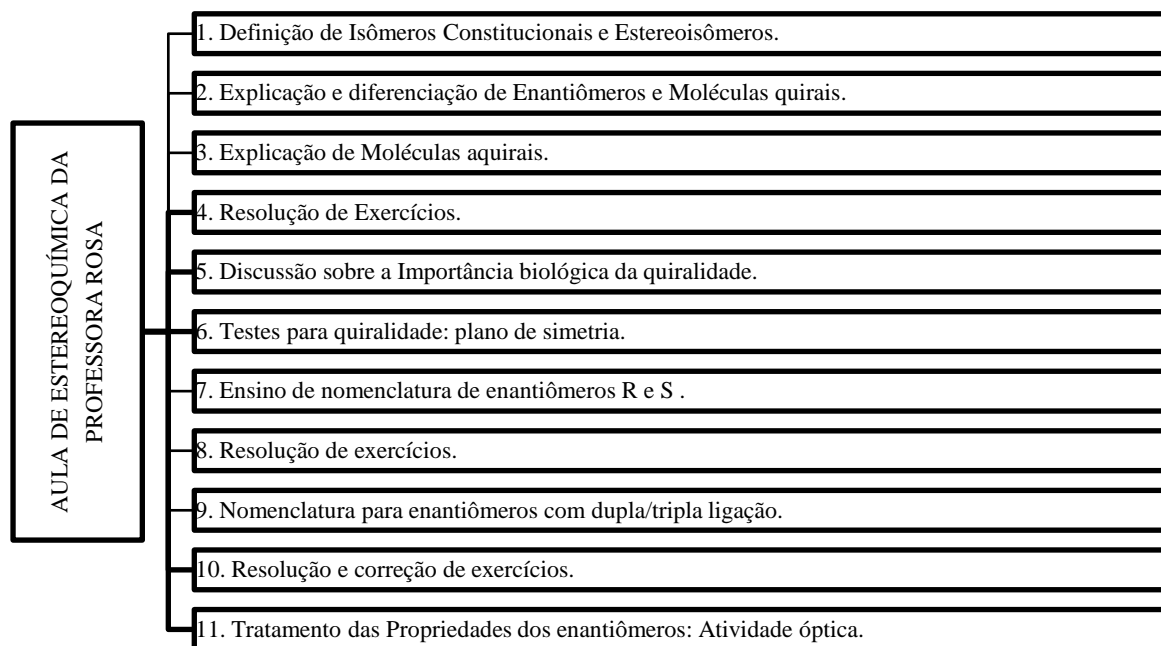
As aulas de Rosa fazem parte de um conjunto de aulas, filmadas em 2013, pertencentes ao nosso banco de dados e foi ministrada para uma turma de Farmácia. Por sua vez, as aulas filmadas da professora Aline faziam parte do conjunto de aulas ministradas, no primeiro semestre de 2017, para estudantes do curso de Química. Ambas as aulas tratavam do tema Estereoquímica.

A professora Rosa possui 17 anos de magistério. Formou-se em Química Bacharelado e Licenciatura pela UFMG, realizou o mestrado e doutorado no DQ da universidade em que atua na área de Química Orgânica. Rosa não tem experiências, como professora, no Ensino Médio. Iniciou a carreira em 2000, na Universidade de Itaúna-MG, trabalhando na instituição por 3 anos. Em 2004, iniciou a carreira docente na UFMG, completando 14 anos nesta instituição.

Para aproveitarmos algumas filmagens realizadas por Reis para sua dissertação de mestrado (REIS, 2014), utilizamos essas gravações, armazenadas em nosso grupo de pesquisa, com autorização prévia da professora. Segundo ela, suas aulas ministradas atualmente ainda seguem o padrão daquelas filmadas naquele ano (2013), com algumas pequenas modificações no que diz respeito à utilização do projetor multimídia (mudanças em alguns *slides*).

Para tratar do assunto Estereoquímica, Rosa utiliza 4 aulas de aproximadamente 1 hora e 40 minutos. Decidimos por analisar a aula que versava sobre os subtemas isomeria, quiralidade e propriedades dos enantiômeros. Nesse contexto, a aula de Rosa é constituída de 11 episódios (Figura 10), como demonstrado a seguir.

Figura 10 - Diagrama de episódios identificados na aula de Estereoquímica da professora Rosa.

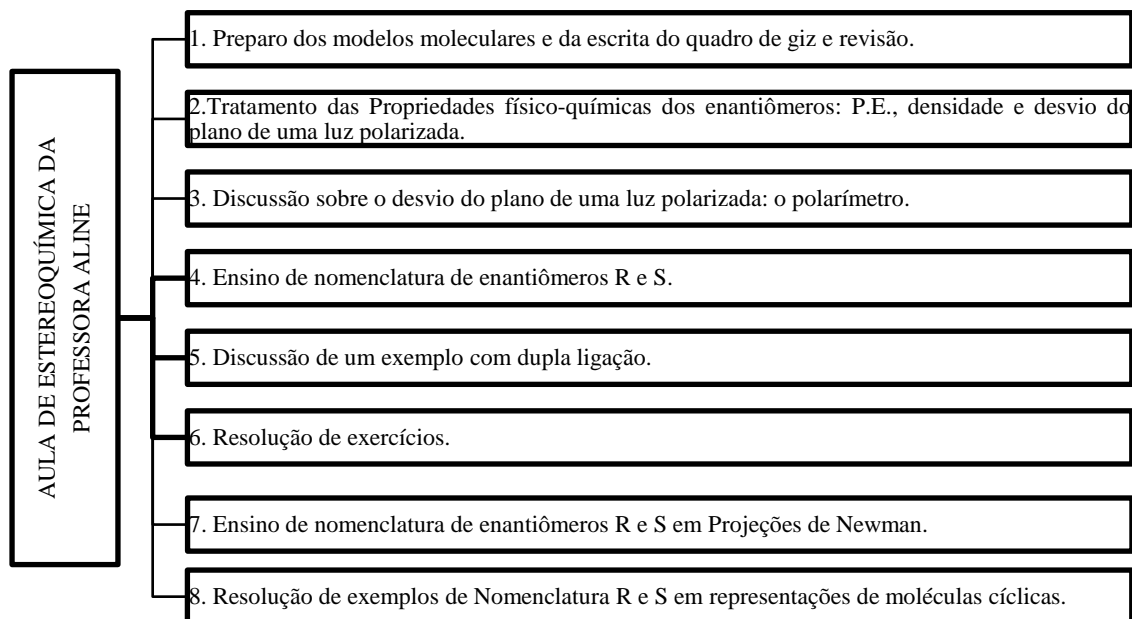


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A professora Aline é uma professora com 22 anos de magistério. Antes de se tornar professora universitária, lecionou no Ensino Médio por aproximadamente 4 anos, durante seu curso de graduação. Formada em Química Bacharelado e Licenciatura, ingressou no mestrado na UFMG e realizou o doutorado na França, ambos na Química Orgânica. Ao terminar o doutorado, retornou ao Brasil e lecionou como professora substituta no Colégio Técnico de Minas Gerais (Coltec-MG) durante 6 meses, sendo efetivada logo em seguida como professora do DQ na universidade, onde permanece lecionando até os dias atuais.

Para tratar do tema Estereoquímica, Aline utiliza 4 aulas de aproximadamente 1 hora e 40 minutos cada, todas gravadas e assistidas. Selecionamos aquela em que a professora abordava os subtemas semelhantes aos da professora Rosa (isomeria, quiralidade e propriedades dos enantiômeros). Essa aula apresentou 8 episódios (Figura 11), com uma ordem de tratamento dos tópicos um pouco diferente da ordem da professora Rosa.

Figura 11 - Diagrama de episódios identificados na aula de Estereoquímica da professora Aline.



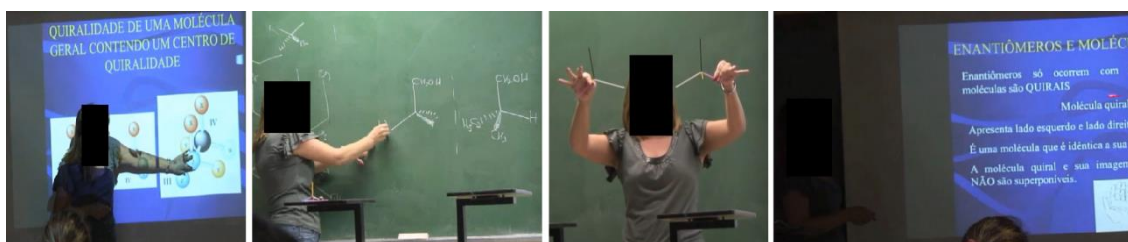
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que Rosa e Aline procuram ensinar nas aulas os conceitos sobre os enantiômeros, propriedades físico-químicas desses compostos, como nomeá-los e resolver exercícios. A seguir, detalhamos as ações dessas professoras com os meios mediacionais que elas utilizam durante as aulas.

4.2.1 Ações de Rosa com Meios que fazem uso de suporte material e Objetos mediadores

Ao analisarmos a aula ministrada por Rosa, observamos que, para compartilhar significados com os estudantes de Farmácia, a professora utiliza dois meios que fazem uso de suporte material: projetor multimídia e quadro de giz e dois objetos mediadores: o modelo molecular do tipo vareta e a ponteira laser (Figura 12).

Figura 12 - Momentos de ação de Rosa com os meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica: projetor multimídia, quadro de giz, modelo molecular e ponteira laser.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As ações de Rosa com o projetor multimídia, um meio que faz uso de suporte material de projeção, acontecem no sentido de projetar diagramas, textos, exercícios e imagens

de moléculas para tratar dos conceitos que compõem as temáticas da aula. Rosa se refere às informações projetadas com intensidade considerada moderada. Isso porque nem sempre ela lê os textos projetados, mas se dirige com frequência às informações apresentadas em diagramas, imagens e tabelas.

O meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz, é utilizado pela professora essencialmente para desenhar estruturas moleculares orgânicas e resolver exercícios. Com as representações moleculares desenhadas no quadro, durante o tratamento dos temas ou durante a resolução de exercícios, Rosa evidencia a disposição das ligações representadas em 2D, as diferenças nas disposições dos átomos que as compõem e, quando versa sobre os giros nas moléculas, representa setas indicativas dos sentidos dos giros.

O modelo molecular do tipo vareta é um objeto mediador prototípico utilizado por Rosa para representar em 3D moléculas orgânicas com o propósito geral de explicar as disposições dos átomos e das ligações químicas, ângulos de ligação e às diferenças na estrutura espacial dos enantiômeros dos quais se refere. Esse modelo é utilizado também durante o tratamento dos conceitos e na resolução de exercícios.

Por último, citamos o objeto mediador ponteira laser, com o qual Rosa age principalmente em complemento à ação com as informações projetadas na tela de projeção. A ponteira laser é um objeto que é utilizado no ensino com a finalidade de dar ênfase, apontar ou sublinhar, normalmente, algum ponto que é projetado pelo projetor multimídia ou escrito no quadro de giz. Pode ser utilizada para alternar a ordem dos *slides* na projeção quando os objetos oferecem esse recurso. É frequentemente utilizada em apresentações de seminários.

Uma das potencialidades da ponteira laser é a característica de permitir dar ênfase e alternar os slides à distância, sem precisar se aproximar da fonte de apresentação (quadro, tela de projeção etc.). Seu funcionamento é baseado na emissão de um feixe de luz monocromática pela ponteira. Com essa luz emitida, o professor geralmente chama a atenção para algum ponto específico enfatizando informações que, geralmente, são de difícil alcance pelo manipulador do objeto. Por ter a função principal de dar ênfase a informações escritas ou projetadas, categorizamos a ponteira laser como *objeto mediador dêitico*.

A ponteira laser usada por Rosa possui formato de caneta e emite uma luz monocromática de cor vermelha. Com o objeto, Rosa dá ênfase às informações apresentadas na tela de projeção, geralmente contidas no alto da tela. Por vezes, realiza giros com a luz em torno de algumas palavras, focando a luz emitida em alguma palavra ou realizando grifos em alguns trechos, enfatizando alguma informação que considera pertinente.

A tabela a seguir (Tabela 3), nos dá uma visão geral do uso e dos propósitos nas ações de Rosa com os meios mediacionais durante a aula.

Tabela 3 - Descrição geral das ações de Rosa com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar textos de definições e esquemas explicativos sobre as especificidades de compostos que apresentam isomeria para definir isômeros constitucionais e estereoisômeros; ✓ projetar figuras de estruturas moleculares de compostos isômeros para tratar das diferenças entre eles.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas moleculares para demonstrar as diferenças estruturais dos enantiômeros.
2	Projektor Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar textos de definições e esquemas explicativos sobre compostos enantiômeros e moléculas quirais para tratar de especificidades de moléculas com centros de quiralidade; ✓ projetar figuras de estruturas moleculares de compostos com centro de quiralidade para identificá-los nas estruturas.
	Ponteira laser	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar feixe de luz sobre alguma informação contida na tela de projeção para enfatizar ou dar evidências a algum ponto de interesse (palavras, frases, regiões nas estruturas moleculares projetadas).
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas moleculares quirais para mostrar estruturas com centro de quiralidade.
3	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares quirais para identificá-los nas estruturas desenhadas.
	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar textos de definições e esquemas explicativos sobre compostos enantiômeros e moléculas aquirais para diferenciá-las de moléculas quirais.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representarem 3D estruturas moleculares aquirais para diferenciá-las das moléculas quirais.
4	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares aquirais para diferenciá-las das moléculas quirais.
	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar exercícios para que os estudantes resolvam.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ resolver exercícios para evidenciar os conceitos tratados anteriormente; ✓ desenhar estruturas moleculares para evidenciar os centros de quiralidade e resolver os exercícios.
5	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D as estruturas moleculares, tratadas no projetor multimídia e no quadro de giz para complementá-las com uma visão espacial das disposições dos átomos e ligações.
	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar diagramas explicativos, imagens de estruturas moleculares e alguns textos para contextualizar com o caso do medicamento Talidomida; ✓ projetar a estrutura molecular da Talidomida para verificar os centros de quiralidade da molécula; ✓ projetar a estrutura molecular de outras drogas, mostrando os centros de quiralidade das moléculas.
	Projektor Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar textos sobre conceitos para tratar da simetria e da quiralidade de moléculas; ✓ projetar imagens de moléculas para verificar o plano de simetria e as estruturas que são imagem-espelho.
6	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D as estruturas moleculares tratadas no projetor multimídia para verificar o plano de simetria e as estruturas que são imagem-espelho nas representações espaciais.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares com centros quirais para tratar da quiralidade, planos de simetria e ordem de prioridade dos grupos substituintes e ensinar nomenclatura “R” e “S”; ✓ desenhar setas indicativas dos giros relacionados à prioridade dos grupos substituintes no centro quiral para dar nomes, “R” ou “S” para os compostos quirais.
7	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D as estruturas moleculares tratadas no quadro de giz para tratar da quiralidade, planos de simetria e ordem de prioridade dos grupos substituintes para ensinar nomenclatura “R” e “S” na representação espacial.
	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar na tela dois exercícios que se relacionam à regra do giro (“R” ou “S”) para que os estudantes resolvam nos cadernos.
8	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares para resolver os exercícios e dar nomes aos compostos referentes aos sentidos dos giros; ✓ desenhar as setas indicativas do sentido dos giros das ligações das moléculas para nomeá-las em “R” ou “S”.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D as estruturas moleculares tratadas nos exercícios e desenhadas quadro de giz para nomeá-las em “R” ou “S”.
9	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar textos sobre conceitos e imagens de moléculas para ensinar a dar nomes a moléculas com ligações duplas ou triplas; ✓ Projetar imagens de estruturas moleculares de compostos com ligações duplas e triplas para ensinar a dar nomes a moléculas com essas ligações nas suas estruturas.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares projetadas na tela para verificar as prioridades dos grupos substituintes e ensinar a dar nomes a moléculas com essas ligações nas suas estruturas; ✓ desenhar as setas indicativas do sentido dos giros das ligações das moléculas para nomeá-las em “R” ou “S”.
10	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar exercícios para que os estudantes resolvam.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ resolver exercícios para evidenciar os conceitos tratados anteriormente; ✓ desenhar estruturas moleculares para evidenciar os centros de quiralidade de moléculas com ligações duplas ou triplas, as prioridades dos grupos e resolver os exercícios.

	Modelo molecular	✓	representar em 3D as estruturas moleculares tratadas na projeção e no quadro de giz para evidenciar as disposições dos átomos em um caso do exercício.
11	Projektor multimídia	✓	projetar textos sobre conceitos para tratar das propriedades físicas dos enantiômeros; projetar uma tabela com dados sobre as diferenças entre os pontos de ebulição, densidade e índice de refração dos enantiômeros para comparar as propriedades dos enantiômeros.

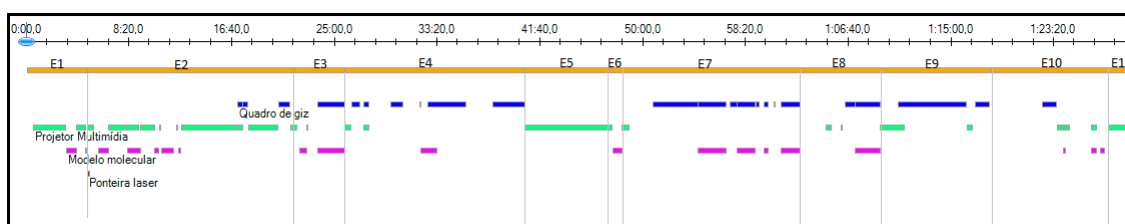
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Em geral, observamos que Rosa utiliza o projetor multimídia para projetar textos com conceitos que seriam tratados em nível molecular pelas imagens projetadas na tela, representadas em 3D pelo modelo molecular e desenhadas no quadro de giz, em uma representação em 2D. Basicamente, os três meios mediacionais são utilizados de forma organizada para evidenciar as características dos compostos enantiômeros e para dar nomes às substâncias com relação à disposição dos átomos nas estruturas de interesse.

O que difere na utilização de meios mediacionais por Rosa, com relação aos professores de Química Geral, é o uso que a professora faz da ponteira laser. Isso pode ser justificado principalmente porque Rosa apresenta uma movimentação constante no campo de atuação que se apresenta na frente do quadro de giz e da tela de projeção. Talvez por isso, Rosa opta por utilizar a ponteira, com a função de alternar os slides à distância e, como a tela de projeção tem uma altura considerável, a professora necessita utilizar a ponteira para chamar a atenção de uma informação que não consegue alcançar sem o auxílio do objeto mediador dêitico.

Construímos o diagrama de mapeamento das ações de Rosa com os meios mediacionais no decorrer dos episódios (Figura 13) para termos uma visão geral das ações da professora no transcorrer da aula.

Figura 13 - Diagrama de divisão da aula de Rosa em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

Quando analisamos a Figura acima, observamos que Rosa alterna com frequência a utilização dos meios que fazem uso de suporte material de escrita - quadro de giz - e de projeção - projetor multimídia - no decorrer da aula. Além disso, também nos chama a atenção a recorrente superposição de uma representação frente à outra (geralmente com dimensões diferentes, 2D e 3D). Essa alternância pode ser justificada porque, na maioria das vezes, Rosa

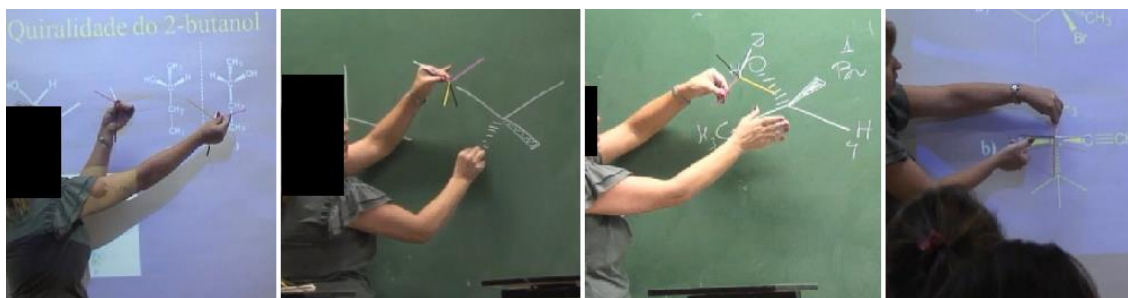
se dirige primeiramente ao projetor multimídia para tratar dos conceitos químicos e mostrar imagens de compostos orgânicos e, após, ao quadro de giz para representar as estruturas moleculares e exemplificar aquilo que foi dito, em forma de texto na projeção, por meio de representação molecular.

Quando observamos o diagrama da aula de Rosa, notamos também que ela está em ação com algum recurso durante praticamente todo o tempo. Somente nos episódios 6 e 8 percebemos trechos mais longos da aula em que ela não utiliza meios mediacionais.

Ao relacionarmos o diagrama de mapeamento das ações de Rosa com os recursos (Figura 13) com o diagrama de mapas de episódios da sua aula (Figura 11), observamos que os episódios 6 e 8 são os momentos em que ela deixa os estudantes resolverem exercícios. Isto é, enquanto Rosa está em posição central na sala de aula, está constantemente em ação com algum meio mediacional. Novamente, chamamos a atenção para a tensão irreduzível entre a professora e os meios mediacionais que escolhe para se comunicar nas ações que se estabelecem (WERTSCH, 1998).

Já a superposição é evidenciada quando observamos o diagrama da Figura 13. É interessante o que nos mostra a densidade de uso do modelo molecular com relação à sua integração recorrente aos dois meios que fazem uso de suporte material. Como observamos, o objeto mediador prototípico, modelo molecular, é utilizado em conjunto com os meios que fazem uso de suporte material (quadro de giz ou projetor multimídia), de forma superposta, em várias ações de Rosa (Figura 14).

Figura 14 - Ações de Rosa com o modelo molecular, integradas e superpostas aos meios que fazem uso de suporte material, quadro de giz e projetor multimídia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando analisamos as filmagens das aulas fica evidente essa superposição. Rosa utiliza o modelo molecular, na maioria das vezes, de forma a sobrepô-lo a alguma representação projetada na tela pelo projetor multimídia ou desenhada no quadro de giz.

Aqui, assim como analisamos na aula de Paulo, percebemos que os meios mediacionais têm o poder tanto de restringir quanto de possibilitar uma ação (WERTSCH,

1998). Ao que parece, Rosa reconhece esse poder quando integra modos de representação diferentes para a mesma entidade, de forma superposta. Possivelmente ela tem a percepção que um recurso permite diminuir a limitação do outro. Na mesma linha de pensamento, ela provavelmente reconhece as possibilidades que um dos recursos apresenta se comparado ao outro, também em uso.

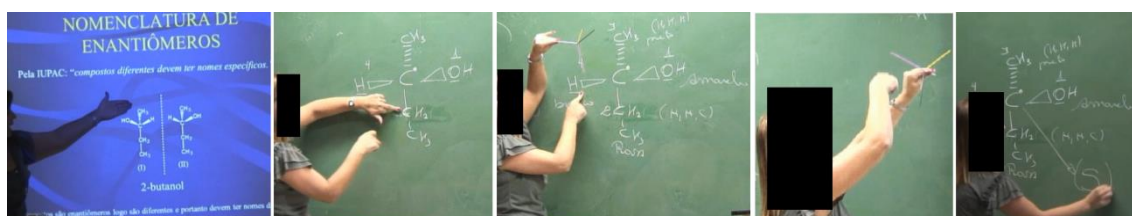
Além disso, podemos tornar evidente também nesse aspecto, a possibilidade de que novas ferramentas incorporadas na ação transformam a ação mediada (WERTSCH, 1998). Isso fica claro quando Rosa superpõe as representações em 2D e 3D. Nesse momento, há uma transformação na perspectiva da visualização molecular, o que pode ter resultado na aprendizagem dos estudantes, de modo a potencializar o entendimento sobre os conceitos que estão por traz da explicação.

Com a análise da aula, podemos inferir que a professora Rosa age de forma bastante particular entre os meios que fazem uso de suporte material e os objetos mediadores que usa e as representações que neles são evidenciadas. Isso pode ser observado pelos modos nos quais ela transita entre uma representação e outra e sua habilidade em integrar e superpor duas representações diferentes.

Do episódio 8 ao 10 é evidente o objetivo da professora ao agir com os meios mediacionais: ensinar e desenvolver nos estudantes a capacidade de analisar os compostos enantiômeros e ensiná-los a nomear esses compostos por meio de giros espaciais realizados na molécula. Para isso, nos chama a atenção a “rota de ação” escolhida por ela para ensinar a “regra do giro”.

Rosa, possivelmente, planejou essa rota de ação e percebemos um sentido lógico quando ela age com cada recurso. Essa rota é recorrente, na maioria das vezes em que ela trata da “regra do giro” com compostos diferentes (Figura 15).

Figura 15 - Ações de Rosa com o modelo molecular, quadro de giz e projetor multimídia para explicar a regra do giro e dar nomes aos compostos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que quando Rosa vai evidenciar o sentido do giro, na maioria das vezes, ela: 1) apresenta a estrutura no projetor multimídia, em 2D; 2) desenha após, no quadro

de giz a representação estrutural, também em 2D, explora as possibilidades oferecidas pelo quadro de giz de “marcar” ou enfatizar os grupos de maior prioridade; 3) traz para a ação o modelo molecular para evidenciar, com uma representação em 3D, a disposição espacial das ligações e dos grupos substituintes, sobrepondo geralmente o modelo à imagem do quadro. Após a demonstração no modelo molecular, Rosa: 4) relaciona a disposição das ligações representadas em 2D com as 3D, segurando ligações específicas (no caso aquela contendo o grupo de menor prioridade), realiza o giro com o modelo em mãos, como dito por ela “no sentido 3, 2, 1”, retoma a representação do quadro de giz e confirma a prioridade do giro e a nomenclatura com relação ao movimento espacial de girar o modelo molecular.

Dependendo do sentido do giro realizado se denomina o composto como “R” ou “S”. Essa ação acontece com frequência seguindo o mesmo padrão ou a mesma “rota de interação” para quase todos os exemplos de substâncias demonstrados por Rosa. Ao final do décimo episódio, Rosa já não utiliza mais o modelo molecular para verificar a regra do giro e nomear as substâncias. Nesse momento, ela utiliza ora o quadro de giz ora a imagem projetada pelo projetor multimídia. Porém, quando percebe as dificuldades dos estudantes, ela retoma novamente o uso do modelo molecular na ação.

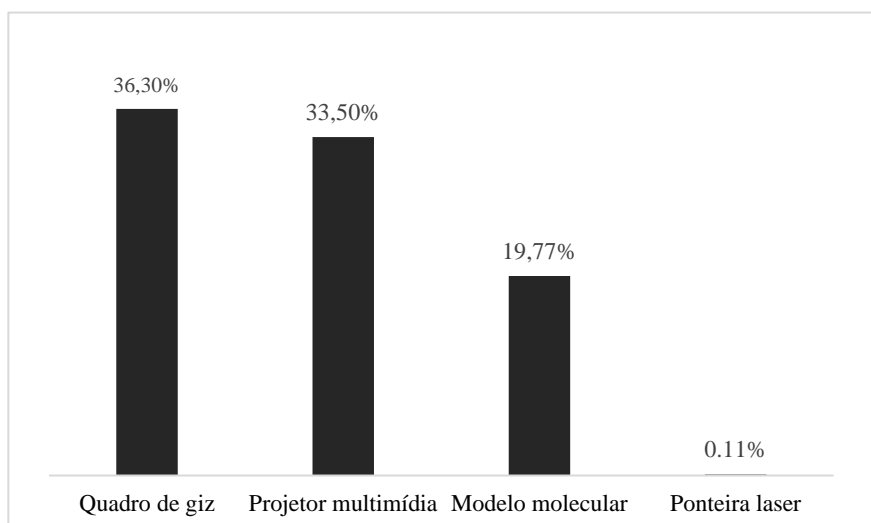
Isso pode indicar que o modelo se apresenta como um objeto mediador prototípico que dá suporte para a visualização da molécula em 3D, com *affordances* para avaliar as prioridades e regras de giro que os meios que fazem uso de suporte material que Rosa utiliza talvez não permitam com facilidade.

Essa recorrência ao modelo molecular pela professora, vistas as dificuldades dos estudantes, talvez aconteça porque o modelo é dinâmico e permita a realização dos giros nas varetas que o compõem, facilitando a visualização e o entendimento no momento de se avaliar para qual sentido o giro deve ocorrer. Além disso, essa ação com o modelo molecular pode minimizar as chances de erros que podem ocorrer quando se tem a representação em 2D (no quadro de giz ou as desenhadas nos cadernos pelos estudantes), que é estática porque, com ela, os estudantes devem pensar e imaginar para qual sentido deve ocorrer o giro na representação estática para, assim, poder nomear a molécula.

Para uma visão geral, apresentamos uma contagem do tempo total de ação de Rosa com os quatro meios mediacionais descritos anteriormente, apresentada no Gráfico 3.

Pelo gráfico abaixo, observamos que Rosa utiliza, na maior parte do tempo, o quadro de giz (36,30%), seguido de perto por ações com o projetor multimídia (33,50%) e, menos intensamente, com o modelo molecular (19,77%) e com a ponteira laser (0,11%).

Gráfico 3 - Porcentagem do tempo de ação de Rosa com meios mediacionais na aula sobre Estereoquímica.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Essa preferência pelo quadro de giz pode ser justificada pelo fato de que Rosa age com o meio que faz uso de suporte material de escrita para desenhar estruturas no quadro, realizar explicações e resolver exercícios. Essas ações nas aulas de Rosa demandam mais tempo da aula do que as ações com os outros recursos.

Com relação ao projetor multimídia, acreditamos que sua porcentagem de uso, próxima à do quadro de giz, pode ser justificada pela função semelhante à que o meio que faz uso de suporte material de projeção apresenta na aula. É com ele que Rosa introduz a maioria dos conceitos, explica aspectos importantes de moléculas, como geometria e disposição espacial, dentre outros.

Sobre o modelo molecular, mesmo que este tenha sido usado com menor frequência, podemos dizer que ele possui grande importância na aula de Rosa. É com ele que ela demonstra, em 3D, a disposição espacial das moléculas para determinar os conceitos abordados nas aulas. Ao explicar, por exemplo, os conceitos relacionados aos enantiômeros, imagem especular, centro de quiralidade, nomenclatura “R” e “S” etc., a professora sempre recorre à disposição espacial das substâncias com o auxílio desse objeto mediador prototípico. Desse modo, mesmo que os meios que fazem uso de suporte material tenham sido utilizados em um tempo maior da aula, em relação ao tempo de ação com o modelo molecular, acreditamos que esse objeto mediador é central na aula de Rosa, pois situa-se sempre como explicitador das relações 3D de todas as substâncias usadas por ela como exemplos.

Por último, analisamos as ações de Rosa com a ponteira laser, um objeto mediador dêitico. Observamos que a ponteira laser é utilizada especificamente no início da aula, de modo a complementar as referências feitas às informações projetadas na tela pelo projetor multimídia.

Esse objeto mediador dêitico é abandonado nos episódios que se seguiram. Após sua utilização, Rosa substitui a ponteria laser por ações de apontamento com as mãos, com os braços estendidos, passando a utilizá-la com a função única de alterar a ordem de projeção dos *slides* pelo projetor multimídia.

Resumimos alguns aspectos de destaque nas ações de Rosa com os meios mediacionais: (i) as ações integradas e superposições frequentes entre um dos meios que fazem uso de suporte material (quadro de giz e projetor multimídia) com o modelo molecular; (ii) uso da ponteira laser para complementar as ações com imagens projetadas pelo projetor multimídia e para dar ênfase em alguma informação contida na tela de projeção e (iii) a “rota de ação” escolhida por Rosa para evidenciar o tipo de giro e nomenclatura de enantiômeros.

4.2.2 Ações de Aline com Meios que fazem uso de suporte material e Objetos mediadores

A aula sobre Estereoquímica de Aline apresenta algumas diferenças se comparada à aula de Rosa. Essas diferenças são evidenciadas no diagrama de número de episódios, componentes das aulas. Além disso, há diferenças também no conjunto de meios mediacionais escolhidos por ela para compartilhar significados. Isso reflete diretamente nos modos de agir com os meios mediacionais na sua aula e na comunicação com os estudantes.

No decorrer da aula, Aline faz uso de cinco recursos (Figura 16) para explicar aos estudantes do curso de Química alguns conceitos pertencentes ao contexto de estudo do tema Estereoquímica. Dentre eles, quatro são considerados objetos mediadores: uma vareta de apontar (do modelo molecular), modelo molecular, a caixa do retroprojetor e o caderno de um aluno. O outro recurso é um meio que faz uso de suporte material de escrita: o quadro de giz.

Figura 16 - Momentos de ação de Aline com os objetos mediadores e com o meio que faz uso de suporte material na aula de Estereoquímica: vareta de apontar, modelo molecular, caixa do retroprojetor, caderno de estudante e quadro de giz.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Com o quadro de giz, o meio que faz uso de suporte material de escrita, Aline desenha diagramas, escreve pequenos textos sobre conceitos químicos e desenha estruturas moleculares em várias representações. Com foco nas representações estruturais moleculares, Aline as desenha no quadro com frequência para discutir os conceitos e resolver exercícios.

Além disso, se refere aos desenhos feitos no quadro também para evidenciar a disposição das ligações em 2D nas estruturas, as diferenças nas disposições dos átomos e, quando versa sobre os giros nas moléculas, representa, como Rosa, as setas indicativas dos sentidos dos giros para dar nomes aos enantiômeros.

Um aspecto que nos chamou a atenção nas ações de Aline com o quadro de giz é referente ao modo como ela inicia a utilização desse recurso na aula. Antes de iniciar a aula, Aline se apresenta mais cedo na sala de aula e escreve no quadro os temas que irá abordar até completá-lo, preenchendo-o totalmente com informações. Quando é atingido o horário do começo da aula, Aline oferece aos estudantes um tempo para que eles escrevam as informações contidas no quadro em seus cadernos e, só após todos copiarem, ela inicia a comunicação. Por esse motivo, não contabilizamos no mapa de episódios o tempo de escrita inicial da professora no quadro de giz, nem na codificação da densidade do uso dos objetos, visto que ela inicia a explicação, do que já foi escrito anteriormente, no horário em que a aula de fato se inicia.

O modelo molecular é utilizado por Aline praticamente da mesma forma que a professora Rosa: para representar em 3D moléculas orgânicas, explicar os conceitos, por meio desse objeto mediador prototípico, as disposições dos átomos, das ligações químicas e ângulos de ligação para verificar as diferenças na estrutura espacial dos enantiômeros. É utilizado também durante o tratamento dos conceitos e na resolução de exercícios.

Outro diferencial nas ações da professora Aline foi observado quando ela usa a vareta de apontar, a caixa do retroprojektor e o caderno de um estudante. Esses objetos são normalmente utilizados para complementar outro recurso, em uso pela professora, como descrevemos a seguir.

A caixa do retroprojektor é um objeto que se encontra fixado na parede frontal da sala, do lado direito do quadro de giz, dentro do qual é guardado o aparato experimental de projeção, o retroprojektor. Com essa função específica (guardar outro objeto), a caixa do retroprojektor não apresenta, usualmente, funções pedagógicas no ambiente da sala de aula.

Por sua vez, o caderno que Aline utiliza é um objeto que se encontra na mesa de um estudante com o qual ele realiza anotações do que Aline escreve no quadro. Desse modo, se fôssemos classificá-lo, com relação às ações do estudante com o objeto, o categorizaríamos como meio que faz uso de suporte material de escrita, tendo em vista suas principais funções. Porém, quando pensamos na professora compartilhando significados, assim como os outros meios de escrita semelhantes na sala de aula (outros cadernos dos estudantes), vemos que esse também não apresenta funções pedagógicas, de tal modo como a caixa do retroprojektor, até

serem evocados na ação da professora.

Com a caixa do retroprojektor, Aline procura evidenciar as ligações nos átomos do modelo molecular que ela manipula e que representa uma molécula sp^3 (em uma representação geométrica tetraédrica), as que estão no mesmo plano e as que estão fora do plano (para frente ou para trás). Para materializar esse plano, ela se aproxima da caixa do retroprojektor, aproxima o modelo da borda da caixa e explica essa observação, chamando a atenção dos estudantes para a dimensão visual espacial que o plano da caixa proporciona. Parecendo não estar satisfeita, ela se aproxima da mesa em sua frente, pega um caderno de um estudante que se encontrava sobre a mesa e faz o mesmo movimento de sobreposição do modelo no plano representado pelo caderno. Nesse momento, ela age com os dois recursos demonstrando que duas ligações do modelo ficam apoiadas nesse plano do caderno e duas ficam fora dele, aquela que fica para frente e aquela que fica para trás.

Pensando em uma categoria que contemple esses meios mediacionais introduzidos na ação de Aline, classificamos a caixa do retroprojektor e o caderno do estudante, nessa ação em particular, como *objetos mediadores ressignificados*.

Consideramos interessante essa ação de Aline que explora esses dois objetos que, antes da ação, não apresentavam funções pedagógicas na aula. Isso porque tanto a caixa do retroprojektor quanto o caderno do estudante, antes de serem trazidos para a ação, não contribuíam para o compartilhamento de significados. Essa dinâmica muda a partir do momento em que a professora os utiliza para complementar a ação com o modelo molecular nas explicações. Nesse momento tanto a caixa do retroprojektor quanto o caderno do estudante se apresentam na ação com funções diferentes daquelas que normalmente apresentavam (guardar objetos e registrar a escrita). Essa atribuição de novos significados adiciona a esses objetos (antes sem funcionalidade pedagógica) uma ampliação nas possibilidades de compartilhamento de significados, trazendo eles para o centro da aula.

Além disso, eles parecem complementar uma deficiência do modelo molecular em demonstrar planos que passam pela representação das moléculas no objeto mediador prototípico. Para diminuir essa limitação, Aline mobiliza esses elementos que compõem o espaço da sala de aula.

Por último, referimo-nos ao uso da vareta de apontar por Aline. A vareta de apontar é uma peça que compõe o *kit* de montagem dos modelos moleculares da professora. Essas varetas, na composição estrutural do modelo, têm a função de representar as ligações entre os átomos. Porém, nas ações, Aline atribui a esse objeto a função de apontar, grifar palavras, realizar círculos em volta de palavras e enfatizar alguma informação, projetadas na tela pelo

projektor multimídia. Com as características de uso por Aline da vareta de apontar, podemos categorizá-la, primeiramente, como objeto mediador dêitico, devido a sua função na ação. Porém, podemos categorizar esse objeto, também, como objeto mediador ressignificado, visto que Aline atribui a ele funções diferentes daquelas para as quais ele foi criado.

No caso do uso da vareta de apontar, torna-se evidente que, para podermos classificar os meios mediacionais, temos que levar em consideração tanto os modos de agir da professora com os objetos quanto as funções que eles desempenham nessas situações. Dessa maneira, vemos que a vareta, nas ações de Aline, tem funções semelhantes às funções da ponteira laser nas ações da professora Rosa. O que diferencia esses dois meios mediacionais é, principalmente, o fato de que a ponteira laser assume a função para a qual ela foi criada. Já a vareta de apontar tem seu uso ressignificado para assumir a função semelhante à da ponteira laser. Desse modo, podemos classificar a vareta de apontar como objeto mediador dêitico e objeto mediador ressignificado. As descrições das ações específicas nos episódios e os propósitos de cada uma delas são observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição geral das ações de Aline com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.

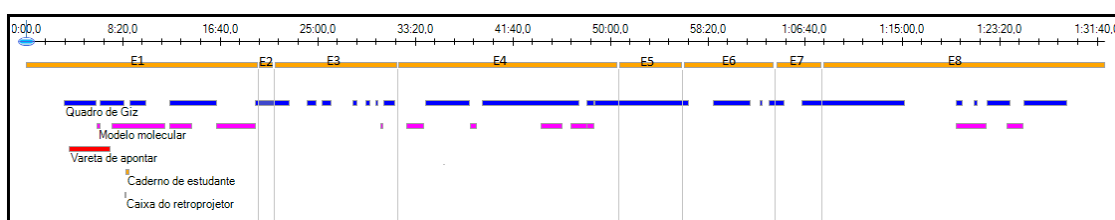
Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ explicar com um diagrama já desenhado anteriormente para introduzir a discussão sobre os isômeros e suas classificações; ✓ se referir às representações estruturais de moléculas orgânicas já desenhadas anteriormente para exemplificar os tipos de isômeros (constitucionais e estereoisômeros); ✓ desenhar estruturas moleculares de um par de enantiômeros para evidenciar um par de moléculas que sejam imagem-espelho e se seriam superponíveis.
	Vareta de apontar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ evidenciar trechos de textos, palavras e estruturas moleculares desenhados no quadro anteriormente para dar ênfase a algumas palavras e a algumas regiões das representações químicas (como átomos, ligações etc).
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas moleculares desenhadas no quadro de giz para evidenciar as ligações em uma visão 3D e evidenciar as diferenças nos pares de enantiômeros; ✓ representar em 3D estruturas moleculares para evidenciar se há superposição do par de modelos moleculares, plano de simetria e se há um par de enantiômeros.
	Caixa do retroprojektor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar um plano, em complemento ao modelo molecular, para evidenciar as disposições das ligações na representação do modelo que estão no plano do quadro e as que estão para frente e para trás na representação planar.
	Caderno do estudante	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar um plano, em complemento ao modelo molecular, para evidenciar as disposições das ligações na representação do modelo que estão no plano do quadro e as que estão para frente e para trás na representação planar.
2	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ler um trecho de um texto escrito anteriormente para introduzir as propriedades dos enantiômeros; ✓ se referir a uma tabela, desenhada anteriormente para tratar das propriedades dos enantiômeros; ✓ completar a tabela sobre as propriedades físico-químicas dos enantiômeros para evidenciar valores diferenciados para cada tipo do exemplo mencionado.
3	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir a textos e a imagem de um polarímetro, desenhado anteriormente, para explicar seu funcionamento, o efeito de polarização frente e os giros para nomear como destrógiro ou levógiro para testes com substâncias orgânicas; ✓ se referir a uma representação molecular de um álcool, feita anteriormente, para evidenciar as disposições da ligação e explicar as diferenças no giro da luz polarizada no polarímetro; usar a escrita, realizada anteriormente para explicar o cálculo de rotação específica da luz polarizada no polarímetro.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas moleculares para exemplificar o giro da luz no polarímetro quando se tem plano de simetria.
4	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever trecho de texto para introduzir a “regra do giro”; ✓ desenhar várias estruturas moleculares de pares de enantiômeros para evidenciar a disposição dos grupos no espaço e para verificar a “regra do giro”;

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar números que representam as prioridades, nas várias moléculas para evidenciar as prioridades dos grupos; ✓ desenhar setas representativas de sentido do giro para verificar o sentido do giro para nomear a substância em “R” ou “S”.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D um par de estrutura molecular para verificar se são imagem-espelho e introduzir a denominação da nomenclatura “R” e “S”; ✓ escrever a ordem numérica do sentido do giro para evidenciar a nomenclatura: R” ou “S”; ✓ representarem 3D estruturas moleculares desenhadas no quadro de giz.
5	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares genéricas com duplas ligações para verificar a denominação da nomenclatura “R” e “S”; ✓ desenhar estruturas moleculares genéricas com triplas ligações para verificar a denominação da nomenclatura “R” e “S”; ✓ desenhar a estrutura molecular de um composto com ligação dupla para verificar a regra do giro e dar nome ao composto; ✓ desenhar números que representam as prioridades, nas várias moléculas para evidenciar as prioridades dos grupos; ✓ desenhar setas representativas de sentido do giro para verificar o sentido do giro para nomear a substância em “R” ou “S”.
6	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas moleculares para utilizá-las como exercícios-exemplos para verificar a regra do giro e dar nome ao composto; ✓ desenhar setas representativas de sentido do giro nas estruturas desenhadas para verificar o sentido do giro para nomear a substância em “R” ou “S”.
7	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar uma estrutura molecular em representação de projeção de Newman para evidenciar as ligações na representação que estão para frente e para trás e utilizá-la como exercício-exemplo; ✓ desenhar números que representam as prioridades, na representação molecular para evidenciar as prioridades dos grupos; ✓ desenhar setas representativas de sentido do giro da representação desenhada para verificar o sentido do giro para nomear a substância em “R” ou “S”.
8	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas de moléculas cíclicas com mais de um centro de quiralidade para evidenciar as ligações na representação que estão para frente e para trás e utilizá-la como exercício-exemplo; ✓ desenhar setas representativas de sentido do giro da representação desenhada para verificar o sentido do giro para nomear a substância em “R” ou “S”; ✓ desenhar representações do ciclo-hexano em conformação cadeira para evidenciar as posições das ligações em axial e equatorial.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D moléculas de ciclo-hexano para evidenciar espacialmente a disposição das ligações em axial e equatorial e isomeria cis-trans; ✓ representar em 3D par de moléculas de ciclo-hexano plano de simetria e se seriam par de enantiômeros e isomeria cis-trans.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos, na Figura 17, o diagrama que representa o mapeamento do uso dos meios mediacionais por Aline no decorrer dos episódios que compõem a aula.

Figura 17 - Diagrama de divisão da aula de Aline em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Estereoquímica.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

No diagrama acima, observamos que Aline intercala com frequência para compartilhar significados, no decorrer de quase toda a aula, o uso do quadro de giz e modelo molecular. Além de intercalar com frequência, ela age superpondo em alguns momentos esses dois recursos, porém, com menor frequência do que Rosa.

Com a vareta de apontar, o caderno do estudante e a caixa do retroprojetor ela age em momentos específicos da aula, logo, sua recorrência é pontual e também é integrada a outros

meios mediacionais. Por exemplo, a vareta de apontar é utilizada em complementação ao quadro de giz. Já a caixa do retroprojektor e o caderno do estudante são superpostos de forma a complementar o modelo molecular, por propósitos já mencionados. Esses objetos, utilizados de forma complementar, só aparecem na ação de Aline durante o primeiro episódio, e não apresentam recorrência nos episódios subsequentes.

Com as descrições gerais da aula de Aline e com a observação do diagrama da Figura 17, novamente, podemos evidenciar que ação mediada é caracterizada pela tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) entre Rosa e os meios que emprega para se comunicar. Isso pode ser afirmado porque, como constatado, praticamente em todo o momento de comunicação, a professora está em uso de algum meio mediacional. Pelo diagrama de mapeamento dos recursos, notamos que os momentos em que Aline não apresenta ações com meios mediacionais acontecem nos episódios 6 e 8.

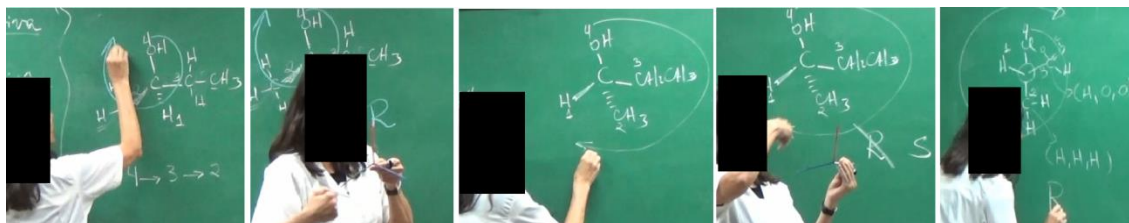
Quando revisitamos o diagrama de mapas de episódio da aula (Figura 11), observamos que nesses episódios, Aline oportuniza aos estudantes tempo para a resolução de exercícios, antes de explicá-los. Nesse momento, a professora sai de cena e suspende temporariamente as ações com os recursos.

Nos episódios 7 e 8, Aline objetiva ensinar aos estudantes como nomear os compostos enantiômeros, com relação ao giro que deve ser realizado na molécula. Nesse momento, ela apresenta propósitos semelhantes aos de Rosa nos episódios 7, 8 e 9 da sua aula (Figura 10). Quando analisamos as ações de Aline com os recursos nesses dois episódios, nos chamou a atenção a “rota de ação” que ela estabelece com o modelo molecular e com o quadro de giz para ensinar a “regra do giro” e nomear os compostos. Aline também demonstra ter planejado essa rota ao agir com o modelo molecular e com o quadro de giz para atingir o propósito.

Nas duas primeiras explicações sobre a “regra do giro”, Aline, primeiramente desenha a estrutura da molécula no quadro de giz, o que configura uma representação em 2D. Com o auxílio do meio que faz uso de suporte material de escrita, a professora complementa a representação com a numeração da ordem de prioridade e após essa complementação realiza o giro (no sentido proposto por ela “no sentido 4, 3, 2”). Finalizada a demonstração no quadro de giz, Aline pega o modelo molecular e, com ele em mãos atribui prioridades aos grupos representados (em representação 3D), volta o modelo para os estudantes e demonstra o mesmo giro representado pela seta curva no quadro, com o objeto mediador prototípico, demonstrando o giro espacialmente, concluindo que o referido enantiômero tem como nomenclatura “R”.

Após essa ação, a professora Aline desenha a representação estrutural do enantiômero equivalente à representação anterior ao seu lado, no quadro, e realiza a mesma sequência. Desenha a numeração dos grupos referente à prioridade de cada um, desenha a seta representativa do giro e, em seguida demonstra com o modelo molecular o giro devido para descobrir que aquele enantiômero é do tipo “S” (Figura 18).

Figura 18 - Ações de Aline com o modelo molecular e quadro de giz para explicar a regra do giro e dar nomes aos compostos.

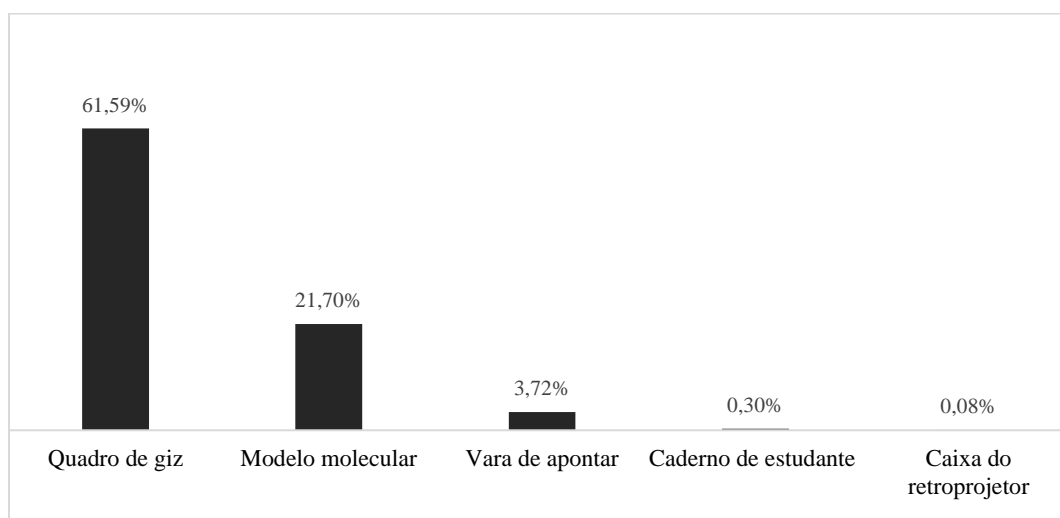


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Aline realiza mais oito verificações de giros em moléculas diferentes. Porém, nessas ações, ela abandona o uso do modelo molecular e somente utiliza o quadro, de modo a demonstrar em 2D como evidenciar o tipo de enantiômero, “R” ou “S”, dos compostos. Essa rota inicial promovida por Aline, utilizando o quadro de giz e em seguida o modelo, evidencia que a professora parece considerar importante para o entendimento dos estudantes a visualização em 3D, na aprendizagem da regra. Porém, pelo fato de a professora abandonar o objeto mediador prototípico nas outras oito representações moleculares seguintes, indica que ela considera central para nomear os enantiômeros as representações feitas no quadro de giz, em detrimento do modelo molecular.

Para verificarmos o tempo total de utilização de cada recurso, produzimos o Gráfico 4. Nele, percebemos que Aline utiliza o quadro de giz (61,59%) na maior parte do tempo. Acreditamos que essa preferência se justifica porque Aline prioriza a explicação de conceitos de modo a construir no quadro as representações. Além disso, visa aproximar sua explicação aos modos como os estudantes podem desenhar as estruturas no caderno, vistas as similaridades de escrita nesses dois meios. Para isso, principalmente com o desenhar das estruturas no quadro e com o explicar dos conceitos, com maior ênfase, neste meio que faz uso de suporte material, Aline atribui centralidade ao quadro ao agir preferencialmente com ele, principalmente, por meio das representações de moléculas que são o principal objeto de estudo das aulas. Já o modelo molecular (21,70%), vara de apontar (3,72%), caderno do estudante (0,30%) e caixa do retroprojetor (0,08%) assumem um papel menos central que o do quadro de giz nas ações de Aline.

Gráfico 4 - Porcentagem do tempo de ação da professora Aline com meios mediacionais na aula de Estereoquímica.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O modelo molecular, por exemplo, é utilizado na maioria das vezes, para reforçar uma ideia ou conceito abordado anteriormente com as estruturas moleculares desenhadas no quadro de giz. Isto é, Aline segue uma “rota de ação” para explicar os giros de modo a partir do quadro de giz e reforçar as ideias com o uso do modelo molecular, diferentemente da professora Rosa, que alterna o uso desse modelo de uma forma mais homogênea e com outros recursos para ensinar o mesmo tópico. Dessa maneira, Aline evidencia aspectos relacionados à disposição espacial das ligações em 3D, que normalmente já haviam sido apresentadas em representações do quadro de giz, fixas e estáticas no campo de visão dos estudantes (em 2D). Em todos os momentos em que Aline utiliza o modelo molecular, essa ação se dá no sentido de reforçar as ideias já discutidas, isto é, repetir o que foi dito no quadro em uma nova forma representacional.

O objeto mediador dêitico/ressignificado (vareta de apontar) e os objetos mediadores ressignificados (caixa do retroprojektor e caderno do estudante), por sua vez, apresentam na ação de Aline possibilidades de diminuir uma limitação do meio que faz uso de suporte material de escrita (quadro de giz) ou do objeto mediador prototípico (modelo molecular) respectivamente.

Por exemplo, a vareta de apontar complementa as ações de Aline com o quadro de giz principalmente por possibilitar dar ênfase a alguns pontos, permitir a ela fixar uma informação presente no quadro e se voltar para a classe para falar alguma coisa ou mesmo chamar a atenção para palavras, de forma a enfatizá-las. No que diz respeito à caixa do retroprojektor e ao caderno do aluno, que têm a mesma função na aula de representar um plano,

acreditamos que ao inseri-los na ação, em complemento ao modelo molecular, Aline amplia as *affordances* do modelo ao conseguir materializar um plano que perpassa a molécula, ampliando as possibilidades de visualização espacial dos estudantes.

Esses objetos, antes “invisíveis” aos olhos dos estudantes, são incorporados na ação, no sentido de complementar as relações espaciais insuficientes que, por si só, o modelo molecular seria incapaz de proporcionar. Para isso, a parte frontal da caixa do retroprojeto que antes não cumpria funções pedagógicas, no momento em que o modelo molecular é posicionado na sua superfície, adquire significados de representar o plano das duas ligações e, além disso, demonstrar que as outras duas ligações devem se encontrar, obrigatoriamente para frente e para trás desse plano.

Ao que nos parece, a caixa do retroprojeto permite *affordances* à ação da professora com o modelo molecular, no sentido de suprir as restrições do objeto, porém, também apresenta limitações. Isso porque, pelo que observamos, a professora, ao comunicar sobre as ligações que encontram no plano da caixa do retroprojeto, abandona com rapidez a ação com esse objeto mediador ressignificado e realiza, logo em seguida, uma ação semelhante com o outro objeto mediador ressignificado, o caderno do estudante. Quando Aline age com o caderno para demonstrar também o plano que contém as duas ligações, ela se encontra em uma posição na sala mais próxima dos estudantes, com o modelo molecular e o caderno posicionado à frente do seu corpo, em uma posição de destaque. Nesse instante, ela explica novamente as posições das ligações no plano, para frente do plano e aquelas para trás dele. Essa complementação evidencia as restrições e possibilidades impostas pelo quadro de giz e pelo modelo molecular frente ao complemento, possibilitado pela vareta de apontar e pelos objetos que representam planos na ação mediada (WERTSCH, 1998).

Levando em consideração as descrições que fizemos, apontamos os seguintes aspectos que se destacaram na aula de Aline sobre Estereoquímica: (i) preferência pelo quadro de giz para representar moléculas e conceitos químicos; (ii) uso de objetos mediadores ressignificados (caixa do retroprojeto e caderno do estudante) para complementar o uso do modelo molecular; (iii) uso da vareta de apontar que pode ser categorizada tanto como objeto mediador dêitico, pela função de enfatizar, quanto como objeto mediador ressignificado porque tem funções na ação diferentes pelas quais foi criada e (iv) a “rota de ação” utilizada por Aline para evidenciar o tipo de giro e nomenclatura de enantiômeros.

Ao compararmos as aulas de Rosa e Aline, também observamos que há formas de ação que convergem, em semelhança, mas também algumas que divergem. As divergências são vistas, por exemplo, na escolha dos meios mediacionais para ensinar. Mesmo utilizando em

comum o quadro de giz e o modelo molecular, vemos que os propósitos na utilização de cada um pelas professoras no tratamento da mesma unidade didática (estereoquímica) é um pouco diferente. No caso do quadro de giz, a professora Aline o utiliza para escrever os conceitos e as estruturas moleculares, realizar os giros e resolver os exercícios, enquanto que Rosa age com ele no sentido de somente representar as estruturas moleculares e também resolver os exercícios, deixando para o projetor multimídia a função de projetar os conceitos dos quais fala.

Outra divergência foi vista quando há integração ou superposição de dois meios mediacionais para compartilhar significados. Rosa sustenta com maior intensidade e recorrência as integrações e superposições durante sua aula, principalmente entre o quadro e o projetor multimídia, ambos com o modelo molecular, e uma única passagem complementando a utilização do projetor multimídia com a ponteira laser. No caso de Aline, ela realiza menos ações integradas e superpostas entre dois meios mediacionais, com relação ao quadro de giz e o modelo molecular. Porém, integra maior número de pares de objetos diferentes (vareta de apontar e quadro de giz; modelo molecular e caixa do retroprojetor; modelo molecular e caderno do estudante e modelo molecular e quadro de giz) do que Rosa. Por último apontamos as diferenças no que denominamos como “rota de ação” para explicar a “regra do giro”. Enquanto Rosa alterna o maior número de representações com maior frequência e recorre a elas com maior intensidade, Aline se contém em alternar a rota com apenas duas representações, no máximo, para explicar a mesma regra.

O que observamos de convergência nas ações das professoras com os meios mediacionais se baseia principalmente nas semelhanças nas ações com os recursos que se aproximam em característica e funções durante a aula; utilização de objetos mediadores dêiticos para dar ênfase a momentos específicos da aula (mesmo que com propriedades materiais e formatos diferentes); e mesmo que com diferentes rotas, no ensino da regra do giro, as professoras utilizam o quadro de giz e o modelo molecular de forma bem semelhante. O quadro para desenhar as estruturas, apontar por números a ordem de prioridade escolhida por cada uma delas e desenhar a seta indicativa do giro. O modelo molecular é utilizado para evidenciar em uma visão em 3D, o giro evidenciado pela seta no quadro.

Apesar de se apresentarem com intensidades diferentes nas ações das professoras, a integração e superposição de dois recursos (no caso o modelo molecular e o quadro de giz) nas aulas foi outro ponto em comum.

Essas ações nos permitem levantar evidências claras das *affordances* dos meios nas ações das professoras, escolhidos para compartilhar significados. Além disso, acreditamos que

as superposições nas ações com o modelo molecular e o quadro permitiram demonstrar o reconhecimento, por parte das professoras, das restrições e permissões (WERTSCH, 1998) que a utilização integrada desses dois recursos apresenta nas ações superpostas que se seguiram.

Novamente, vemos no par de aulas ministradas na Química Orgânica que as professoras escolhem meios mediacionais para se comunicar e mantém as ações com eles durante quase todo o tempo das aulas, caracterizando a importância dos meios mediacionais para o compartilhamento de significados. A tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) novamente se torna evidente quando observamos que em vários pontos da aula, os meios mediacionais são evocados na ação e se tornam instrumentos de construção de conhecimentos.

4.3 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Química Inorgânica

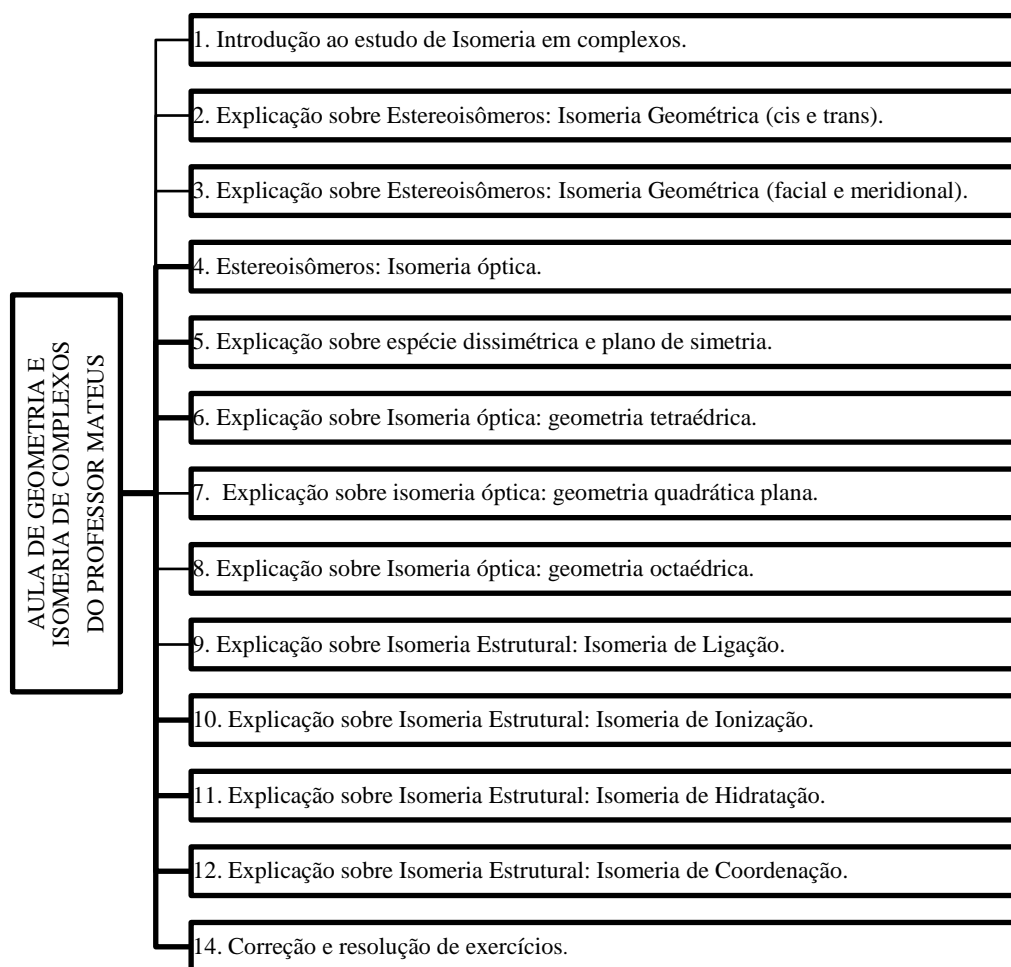
Para investigarmos como professores de Química Inorgânica utilizam os meios mediacionais em salas de aula, acompanhamos dois professores, no âmbito da disciplina Química Inorgânica CI, e registramos, no primeiro semestre de 2017, as aulas nas quais eles versavam sobre o tema Introdução ao Estudo de Complexos.

Química Inorgânica CI é uma disciplina de quatro créditos (60 horas), quando ministrada para estudantes de Química e Engenharia e de três créditos (45 horas), quando ministrada para turmas de Farmácia. Na ementa da disciplina é proposto que se estudem os temas: Teoria dos Orbitais Moleculares; Introdução ao Estudo de Complexos; Ligações Químicas nos Complexos; Conceitos de Ácidos e Bases e ao Estudo de Materiais Inorgânicos.

Ao ensinar os conceitos envolvidos na unidade didática Introdução ao Estudo de Complexos, é sugerido na ementa da disciplina o tratamento dos subtemas Estrutura e simetria dos compostos, Tipos de ligantes usuais, Regras de nomenclatura e Isomeria. Para esta pesquisa, optamos por acompanhar as aulas ministradas pelos professores, nomeados ficticiamente como Mateus e Márcia, no ensino do tema Isomeria de complexos.

Mateus é um professor do DQ da UFMG que possui 37 anos de experiência no magistério, sendo 2 anos no Ensino Médio e 35 anos na UFMG. Graduou-se em Química Bacharelado e Licenciatura na Universidade de São Paulo (USP). Começou a lecionar, no último semestre da graduação, em escola estadual, e após em uma escola particular. Terminada a graduação, iniciou o mestrado, seguido do doutorado, também na USP. Ingressou como professor na UFMG em 1982 onde leciona até os dias atuais. Para abordar o tema Isomeria de complexos, Mateus utiliza uma aula de aproximadamente três horas de duração para uma turma de Farmácia que apresenta 14 episódios, como mostra o diagrama da Figura 19.

Figura 19 -- Diagrama de episódios identificados na aula de Geometria e Isomeria de complexos do professor Mateus.

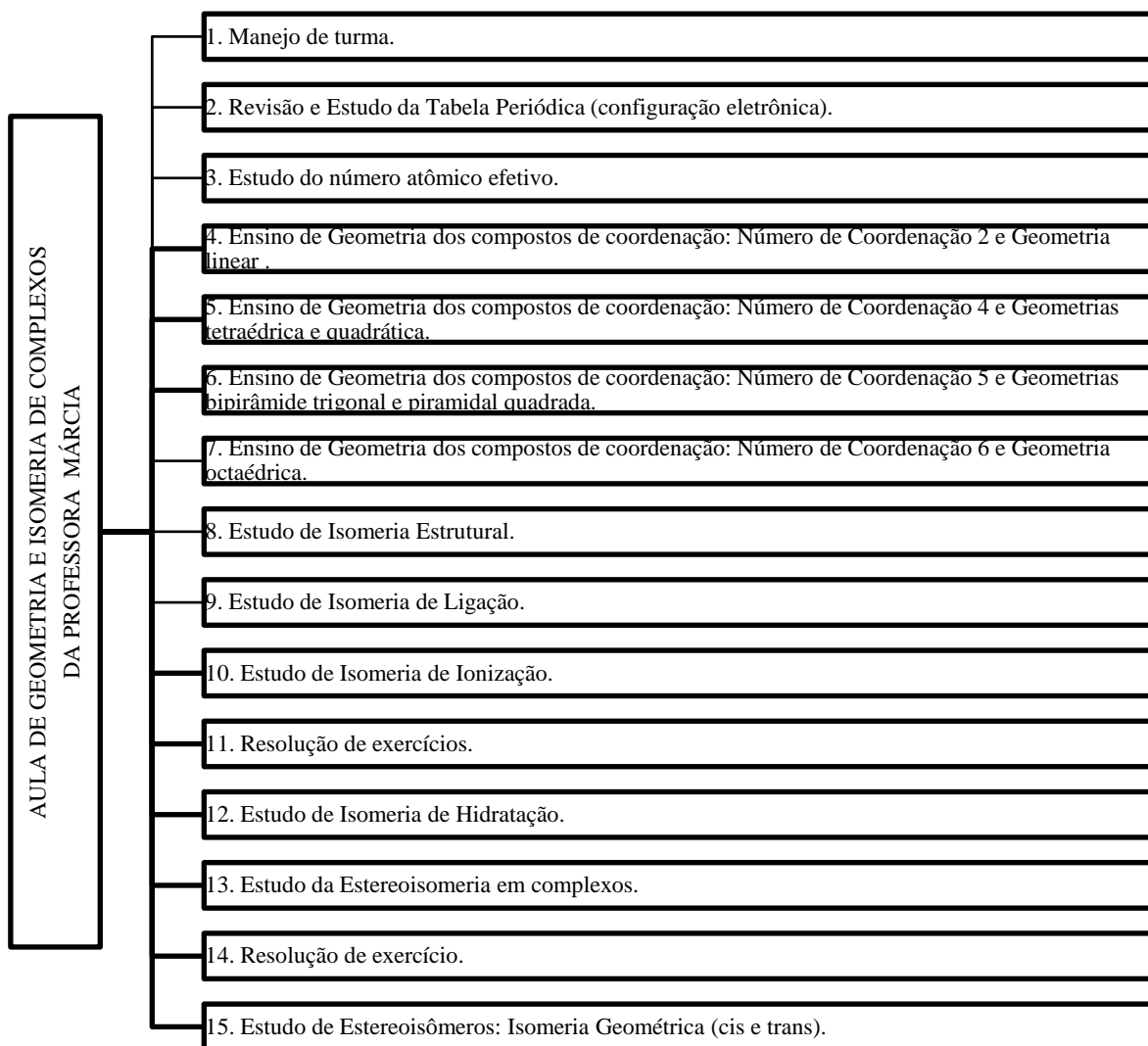


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A professora Márcia tem formação técnica em Biotecnologia, é graduada em Química Bacharelado pela UFMG. Concluiu o mestrado no Centro de Desenvolvimento tecnológico Nuclear (CDTN) na área de materiais e o doutorado na Química Inorgânica no DQ da UFMG, finalizado em fevereiro de 2013. Márcia iniciou sua carreira no magistério no começo do doutorado, em 2010, trabalhando no ensino à distância, acompanhando as turmas nas aulas práticas durante 6 meses. Após essa experiência, começou a dar aulas para os cursos técnicos do CEFET. Em agosto de 2013 ingressou como professora do DQ, na UFMG.

Para tratar da aula de Geometria e Isomeria de complexos, ministrada para uma turma de Engenharia, no primeiro semestre de 2017, Márcia dispõe de uma aula de, aproximadamente, 1 hora e 40 minutos que apresenta 15 episódios, como esquematizado no diagrama da Figura 20.

Figura 20 - Diagrama de episódios identificados na aula de Isomeria e Geometria de complexos da professora Márcia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

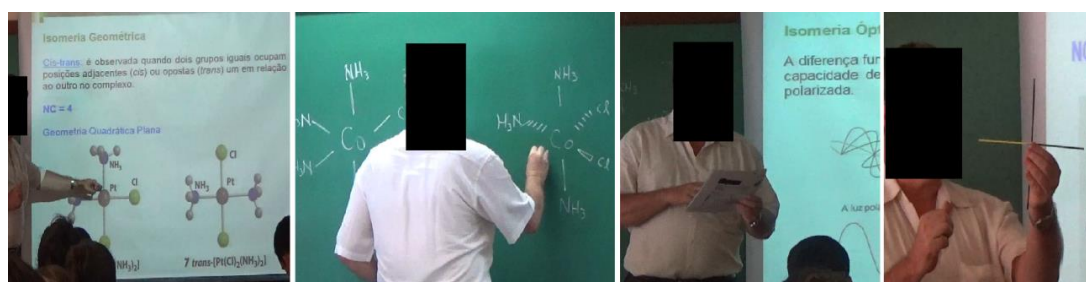
Percebemos com os diagramas das Figuras 19 e 20, que os dois professores apresentam uma similaridade com relação aos temas que tratam nos episódios. Assim como Mateus, Márcia organiza suas aulas em torno do tratamento dos temas geometria de compostos de coordenação, com enfoque nos números de coordenação, evidenciando as geometrias possíveis dos compostos e finalizando com a discussão das possíveis isomerias que os compostos apresentam. O que mais difere na organização da aula é a divisão dos temas nos episódios e o número total deles que cada uma das aulas apresenta.

Evidenciamos, a seguir, as ações de Mateus e Márcia com meios mediacionais para se comunicarem nas aulas.

4.3.1 Ações de Mateus com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores

Mateus, para ensinar aos estudantes de Farmácia, mobiliza em sua aula quatro meios mediacionais. Dentre eles, destacamos os meios que fazem uso de suporte material de projeção, de escrita e de leitura: projetor multimídia, quadro de giz e folhas de resumo, respectivamente. Além desses meios, ele utiliza o objeto mediador prototípico, modelo molecular do tipo vareta (Figura 21).

Figura 21 - Momentos de ação de Mateus com os meios que fazem uso de suporte material e o objeto mediador na aula de Geometria e Isomeria de complexos: projetor multimídia, quadro de giz, folhas de resumo e o modelo molecular.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Assim como observado nas aulas anteriores, as ações de Mateus com o projetor multimídia acontecem no sentido de projetar figuras de moléculas, textos com conceitos químicos, tabelas e esquemas. Mateus age com o quadro de giz para, basicamente, desenhar estruturas de complexos em diferentes geometrias e resolver exercícios. Ele também é utilizado nas ações para desenhar as representações que haviam sido representadas pelo modelo molecular. Esse objeto mediador prototípico, por sua vez é utilizado pelo professor para representar compostos inorgânicos em 3D e tratar de conceitos relacionados às respectivas geometrias apresentadas em cada representação.

Um dos fatores inéditos até aqui é o que vimos na ação que Mateus realiza com as folhas de resumo. Esse meio que faz uso de suporte material é constituído por folhas, contendo textos escritos com informações, as quais o professor lê e se comunica com os estudantes. O propósito dessa ação parece ser o de contextualizar a aula com aplicações e fatores históricos referentes às respectivas isomerias das quais trata.

As informações que Mateus lê são relacionadas aos cientistas que descobriram a atividade óptica e a relação com a isomeria, ao contexto de criação do polarímetro e às contribuições para o desenvolvimento dos estudos que se seguiram.

O professor também exemplifica, por meio da leitura das folhas de resumo, alguns compostos opticamente ativos e suas propriedades e aplicações.

Mateus sempre que age com as folhas de resumo, as segura em mãos, de frente para a turma e lê, sistematicamente os textos contidos nelas. Por isso, vistas as ações de Mateus com as folhas de resumo e as funções que essas apresentam na aula, categorizamos esse recurso como *meio que faz uso de suporte material de leitura*.

Uma descrição mais detalhada de cada ação com os meios mediacionais, em cada episódio, pode ser visualizada na Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição das ações de Mateus com meios mediacionais na aula de Geometria e Isomeria de complexos.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para introduzir o tratamento dos conceitos de Isomeria; ✓ projetar um fluxograma para introduzir o tratamento dos conceitos de Isomeria, de alguns conceitos químicos, aspectos históricos e diagramas.
2	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar dos conceitos de isomeria geométrica; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos com NCT 4 para evidenciar os ligantes e verificar a geometria quadrática plana; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos com NCT 6 para evidenciar os ligantes e verificar a geometria octaédrica.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar estruturas de complexos com geometria octaédrica para ensinar os estudantes a desenharem nos seus cadernos e verificar a disposição das ligações em uma representação em 2D.
3	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas de compostos com geometria quadrática plana para verificar os ângulos de ligação, verificar a isomeria cis-trans, simetria e reatividade de diferentes ligantes; ✓ representar em 3D estruturas de compostos com geometria tetraédrica para verificar os ângulos de ligação, simetria e verificar a isomeria cis-trans; ✓ representar em 3D estruturas de compostos com geometria octaédrica para verificar os ângulos de ligação, simetria e verificar a isomeria cis-trans.
	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar figura de representação estrutural genérica de um composto com geometria octaédrica para evidenciar a isomeria facial; ✓ projetar pequenos trechos de conceitos para tratar da isomeria facial; ✓ projetar figura de representação estrutural genérica de um composto com geometria octaédrica para evidenciar a isomeria meridional; ✓ projetar pequenos trechos de conceitos para tratar da isomeria facial.
	Folha de resumo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ler informações sobre descobertas de alguns cientistas sobre o polarímetro para contextualizar, falar das propriedades de alguns compostos com atividade óptica e exemplificar; ✓ ler informações sobre o desvio da luz plano polarizada no polarímetro para alguns açúcares;
4	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar imagens de ondas eletromagnéticas para falar do plano da luz polarizada; ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar da isomeria óptica e enantiômeros; ✓ projetar figura esquemática de um polarímetro para falar do seu funcionamento e aplicações; ✓ projetar uma tabela com representações estruturais e as propriedades físicas dos enantiômeros para diferenciá-los.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D a estrutura de um composto em geometria octaédrica para realizar giros no modelo e verificar ângulos de ligação, se há nela plano de simetria e atividade óptica; ✓ representar em 3D a estrutura de um composto em geometria quadrática plana para verificar se há nas representações planos de simetria.
5	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar de espécies dissimétricas e plano de simetria.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D a estrutura de um composto em geometria octaédrica para realizar giros no modelo e verificar ângulos de ligação, se há nela plano de simetria e atividade óptica; ✓ representar em 3D a estrutura de um composto em geometria quadrática plana para verificar se há nas representações planos de simetria e isomeria óptica.
6	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar da geometria tetraédrica; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos para falar de plano de simetria e exemplificar com o caso da hemoglobina.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D uma estrutura em geometrias tetraédrica e quadrática plana para comparar à representação da projeção, verificar se há plano de simetria.
7	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar da geometria quadrática plana;

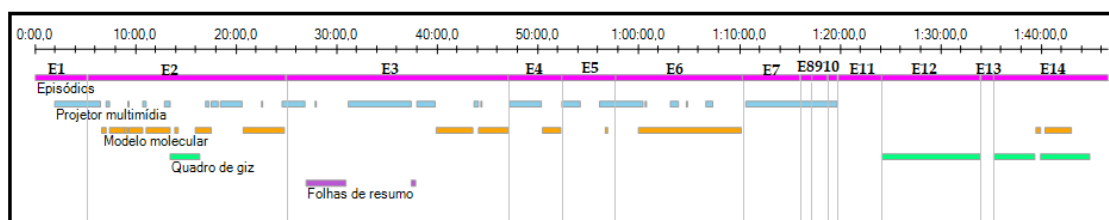
		✓ projetar imagens de estruturas de complexos para falar de plano de simetria e exemplificar com o caso de geometria quadrática plana, verificar planos de simetria.
8	Projektor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar da geometria octaédrica; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos para falar de plano de simetria e exemplificar com o caso de geometria quadrática plana e verificar planos de simetria e ligantes bidentados.
9	Projektor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos e de alguns conceitos químicos para tratar de isomeria de ligação e fórmulas moleculares de alguns compostos para exemplificar.
10	Projektor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos e de alguns conceitos químicos para tratar de isomeria de ionização e fórmulas moleculares de alguns compostos para exemplificar.
11	✓ Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.	
12	Quadro de giz	✓ escrever pequenos trechos conceitos químicos para tratar de isomeria de coordenação e fórmulas moleculares de alguns compostos para exemplificar com um exercício.
13	✓ Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.	
14	Quadro de giz	✓ escrever distribuição eletrônica de alguns metais e íons metálicos para resolver exercícios; ✓ representar estruturas de Lewis do monóxido de carbono, da amônia e da água para resolver um exercício; ✓ representar compostos de titânio para resolver exercício; ✓ representar estruturas de complexos em geometria octaédrica para resolver exercício; ✓ desenhar a estrutura de um prisma trigonal para resolver exercício.
	Modelo molecular	✓ representar em 3D um prisma trigonal para resolver exercício.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Vimos também, nas aulas desse professor, que ele parece ter o cuidado de representar as substâncias das quais trata em diferentes representações. Novamente, podemos pensar em uma “rota de ação” com os meios mediacionais nas aulas de Mateus. Isso porque em quase todos os casos em que ele explica sobre a geometria ou isomeria em compostos com NCT 4 e 6 (foco da aula), ele inicia com as representações dos compostos no projetor multimídia (2D), passando pelas representações no modelo molecular (3D) e por último, geralmente, complementa com o desenho dos compostos no quadro de giz (2D).

O diagrama da Figura 22 evidencia os momentos de utilização dos meios mediacionais pelo professor Mateus.

Figura 22 - Diagrama de divisão da aula de Mateus em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria e Isomeria de complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

O diagrama acima (Figura 22) nos mostra que o professor alterna com frequência as ações com os recursos, no que se refere ao tempo total de filmagem, principalmente com o projetor multimídia e com o modelo molecular.

Nota-se que, em poucos fragmentos, Mateus não age com qualquer meio mediacional. Em outros poucos fragmentos, ele age com pares de recursos. Na maioria das vezes, ele age com um meio mediacional em isolamento. Essa ação com os meios mediacionais constante, em quase toda a aula evidencia, também na aula de Mateus, a tensão irreduzível entre

ele e os meios que emprega para se comunicar (WERTSCH, 1998). Apenas nos episódios 11 e 13, Mateus não age com meios mediacionais. Isso porque, esses momentos da aula são destinados à resolução de exercícios pelos estudantes.

Além das ações com as folhas de resumo, outra novidade que foi observada nas ações de Mateus com os meios mediacionais é uma adaptação que ele faz ao modelo molecular. Em um momento da aula, quando o professor versa sobre os ligantes bidentados, que se constituem na formação do que se denomina na Inorgânica como quelatos, Mateus utiliza o modelo molecular complementado com pedaços de fita crepe ligando pontas do modelo (representantes de átomos). Esses ligantes bidentados são como pontes que ligam dois átomos que, por sua vez, se ligam ao centro metálico do complexo.

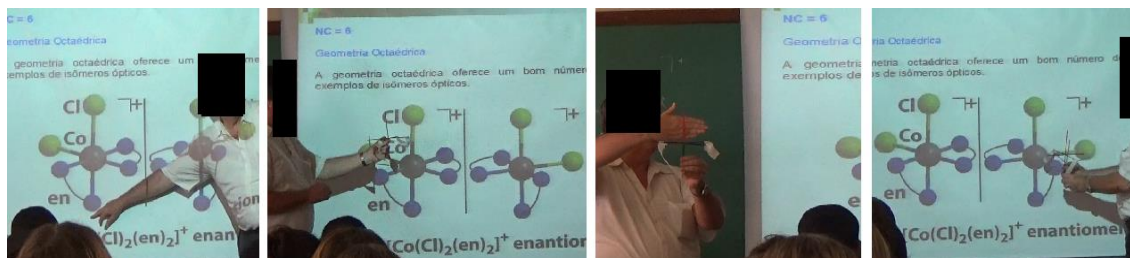
A fita crepe, assim como a fita adesiva, é utilizada geralmente para juntar duas superfícies. Nesse caso, em específico, os pedaços de fita adesiva são utilizados para representar as ligações em pontes de ligantes bidentados no complexo, função semelhante às das varetas convencionais dos modelos moleculares. Esses ligantes bidentados, comuns em complexos inorgânicos, interferem diretamente na configuração isomérica dos compostos, dependendo em quais posições da estrutura estão localizados.

No episódio 8, para tratar de compostos de coordenação com NCT 6 de geometria octaédrica, Mateus inicia a explicação utilizando o projetor multimídia. Com esse recurso ele projeta uma imagem de um par de isômero e explica a nomenclatura do complexo, NCT, geometria e número de coordenação. A estrutura possui dois ligantes etilenodiamina, que são ligantes bidentados.

Para explicar os compostos com ligantes bidentados, Mateus pega o modelo molecular, já complementado com as fitas crepe que representam os ligantes etilenodiamina, explica a representação da ponte entre os átomos na tela de projeção e explica a isomeria, planos de simetria do composto representado pelo modelo, em conjunto com a representação da tela, às vezes superpondo o objeto ao meio que faz uso de suporte material.

Após essa ação, Mateus age somente com o modelo molecular adaptado com a fita crepe para evidenciar os possíveis planos de simetria na molécula, utilizando a mão para isso. Em sequência, o professor adapta o modelo de forma a representar o composto, imagem-espelho do composto que também está projetado na tela, superpondo-o por vezes a essa imagem projetada para verificar se há isomeria *cis-trans* (Figura 23).

Figura 23 - Momentos de ação de Mateus com o projetor multimídia e modelo molecular para explicar compostos inorgânicos de geometria octaédrica que possuem ligantes bidentados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O professor também utiliza o modelo molecular adaptado para tratar de outro exemplo de moléculas constituintes de um par de isômeros, projetado na tela, de modo semelhante ao anterior (Figura 23) para evidenciar compostos sem planos de simetria nas duas representações.

Os modelos moleculares convencionais normalmente não trazem essa “peça” que representa os ligantes bidentados. O que Mateus fez para complementar seu modelo foi utilizar fitas crepe de cor branca para representar as pontes que constituem os ligantes bidentados.

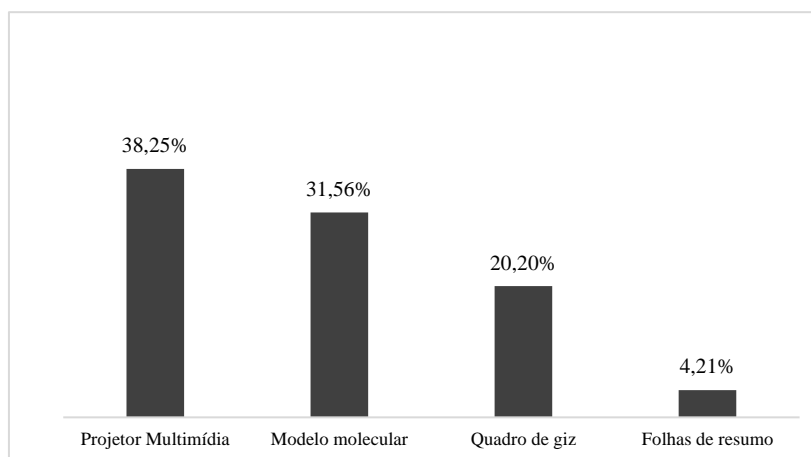
Desse modo, acreditamos que o professor, ao complementar o modelo molecular com a fita, diminui as restrições que o objeto mediador prototípico tem, explorando as potencialidades oferecidas pelos pedaços de fita, nesse caso, representando os ligantes bidentados, de modo bem particular. Acreditamos que isso permite ampliar as *affordances* do modelo adaptado ao comunicar (Wertsch, 1998).

Além disso, o que podemos concluir é que a fita crepe, em isolado, teve uma função na ação (representar a ponte dos ligantes bidentados) diferente daquela para qual foi criada (juntar superfícies). Isso nos permite categorizá-la como objeto mediador ressignificado, mesmo não a considerando em isolamento como meio mediacional nas análises que estamos fazendo.

Pensando nas propriedades da ação mediada (WERTSCH, 1998) essa adaptação se aproxima do que é proposto, na propriedade que leva em consideração os *spin-offs*, vistas as mudanças nas funcionalidades da fita crepe na ação e as ressignificações produzidas no compartilhamento de significados.

Contabilizamos o tempo total de uso dos meios mediacionais, identificados nas ações de Mateus, apresentados em forma de porcentagem, no gráfico a seguir.

Gráfico 5 - Porcentagem do tempo de ação do professor Mateus na aula sobre Geometria e Isomertia de complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Percebemos pelo gráfico acima, que a preferência de Mateus para se comunicar é agindo com o meio que faz uso de suporte material de projeção, projetor multimídia (38,25%), seguida pelo objeto mediador prototípico, modelo molecular (31,56%). As ações de Mateus com esses dois recursos representa, aproximadamente, 60% do tempo total de aula. Isso se justifica porque ele sustenta a maior parte das explicações alternando o uso dos dois recursos

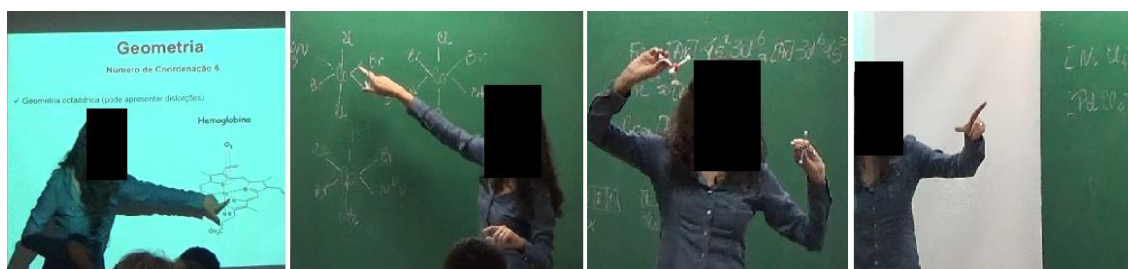
O próximo recurso mais utilizado é o meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz (20,20%) e, por último, o meio que faz uso de suporte material de leitura, as folhas de resumo (4,21%). Essa menor porcentagem é justificada porque ele basicamente utiliza o quadro para desenhar algumas estruturas químicas e para resolver poucos exercícios. Por fim, a ação com as folhas de resumo são pontuais, em momentos específicos da aula. Além disso, por ser um suporte exclusivamente para leitura, ele lê as informações e, em seguida, abandona as folhas, não se referindo mais a elas.

Diante das análises, o que mais nos chamou a atenção na aula do professor Mateus foram: (i) a alternância dos meios mediacionais durante toda a aula, principalmente do projetor multimídia e do modelo molecular, no início, e do quadro de giz e do modelo molecular, no final; (ii) a utilização do meio que faz uso de suporte material de leitura, folhas de resumo, utilizado somente por ele e; (iii) a complementação do modelo molecular com a fita crepe, considerada por nós como objeto mediador ressignificado, por apresentar funções diferentes daquelas para as quais foi criada, o que amplia as *affordances* do modelo. Por meio da alternância entre os modelos projetados ou desenhados no quadro e montados no modelo molecular, o professor deixa explícita a relação entre 2D e 3D nas várias moléculas que apresenta.

4.3.2 Ações de Márcia com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores

A professora Márcia leciona a disciplina Química Inorgânica para estudantes de Engenharia Civil. Em sala de aula, Márcia age com quatro recursos para se comunicar: projetor multimídia; quadro de giz; modelo molecular e tabela periódica (Figura 24).

Figura 24 - Momentos de ação de Márcia com os meios que fazem uso de suporte material e com o objeto mediador na aula de Geometria e Isomeria de complexos: projetor multimídia, quadro de giz, modelo molecular e tabela periódica.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A última ilustração da sequência da figura acima (Figura 24) tenta evidenciar a ação de Márcia com a tabela física, fixa na parede do lado direito da sala de aula. Infelizmente por limitação do campo de captura da câmera filmadora, não conseguimos ilustrar a referência que Márcia faz no próprio recurso. Isso porque optamos em focar a filmagem na professora, o que nos permitiu somente evidenciar as referências (à distância) que ela faz à tabela periódica, porém a proximidade e os apontamentos que a professora faz na direção da tabela periódica nos dá uma ideia sobre sua localização.

Assim como observado para Mateus e outros professores de outras áreas, Márcia age com o meio que faz uso de suporte material de projeção, projetor multimídia, no sentido de projetar pequenos textos, tabelas, equações químicas, a tabela periódica (imagem projetada) e imagens de estruturas químicas de complexos, com os quais discute os conceitos que envolvem o tema central da aula.

O quadro de giz, meio que faz uso de suporte material de escrita, também é utilizado por Márcia para desenhar estruturas químicas de complexos inorgânicos, fórmulas moleculares, distribuição eletrônica de metais e escrever nomenclatura dos complexos, principalmente para abordar a geometria e isomeria dos compostos inorgânicos.

O objeto mediador prototípico, modelo molecular, é utilizado para representar em 3D estruturas de compostos inorgânicos em diferentes geometrias. Márcia opta por utilizar dois tipos de modelos moleculares diferentes: modelos moleculares do tipo vareta e modelos moleculares do tipo bola-vareta.

Uma ação de Márcia que se diferencia daquelas realizadas por outros professores, com meios mediacionais, é relacionada com um meio que faz uso de suporte material de leitura que se encontra presente no ambiente da sala de aula: a tabela periódica.

A tabela periódica é uma tabela física que se encontra fixa na parede lateral, do lado direito das salas de aula do Instituto de Ciências exatas da UFMG (ICEX). Ela é utilizada para que Márcia obtenha informações sobre elementos químicos, geralmente metais, componentes das estruturas das quais fala na projeção (2D), desenha no quadro (2D) ou representa no modelo molecular (3D).

Pela categorização que realizamos, esse meio mediacional se qualifica como um meio que faz uso de suporte material de leitura, visto que as informações nele contidas são utilizadas para que se leiam as informações sobre os elementos químicos. Não captamos uma imagem na qual Márcia age com a tabela periódica da parede porque a professora sempre que se refere a ela, se encontra afastada do espaço no qual o meio que faz uso de suporte material está fixo, ficando ele fora do campo de filmagem.

As ações de Márcia com os meios mediacionais em cada episódio da aula descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Descrição geral das ações de Márcia com meios mediacionais na aula de Geometria e Isomeria de complexos.

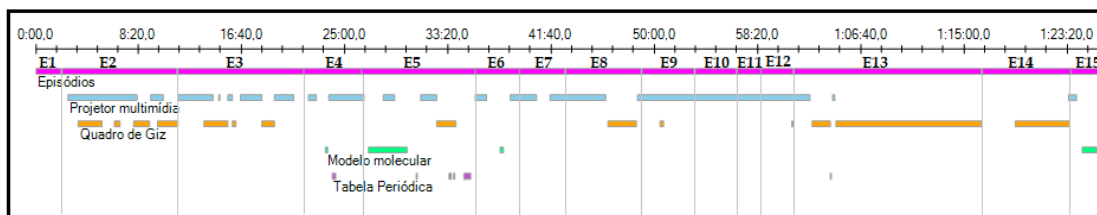
Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	✓ Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.	
2	✓ Projetor multimídia	✓ projetar a tabela periódica para fazer uma revisão das informações presentes nela (grupos, propriedades periódicas etc), falar da distribuição eletrônica de elementos e para verificar os orbitais de valência e sua relação com o período.
	✓ Quadro de giz	✓ escrever a distribuição eletrônica de alguns elementos químicos para verificar os orbitais de valência e sua relação com o período; ✓ desenhar e preencher a representação de “caixinhas” para a configuração de valência do cromo.
3	✓ Projetor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos para falar sobre as especificidades do número atômico efetivo; ✓ projetar tabelas de dados sobre alguns complexos para realizar comparações de valores e tratar de nomenclatura dos compostos; ✓ projetar a tabela periódica para verificar quantidade de elétrons de alguns elementos, tratar da configuração eletrônica de alguns metais frente aos gases nobres e verificar o número atômico efetivo.
	✓ Quadro de giz	✓ desenhar a representação estrutural de compostos inorgânicos para verificar a configuração eletrônica de seus átomos; ✓ escrever a configuração eletrônica de alguns elementos químicos para verificar a distribuição de elétrons e calcular o número atômico efetivo.
4	✓ Projetor multimídia	✓ projetar tabelas de dados, exemplos de substâncias com os NCT possíveis para introduzir os compostos de coordenação; ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar de NCT 2 e geometria linear; ✓ projetar a tabela periódica para verificar a distribuição eletrônica de alguns metais.
	✓ Modelo molecular	✓ representar em 3D estruturas de compostos com NCT 2 de geometria linear para evidenciar quais os cátions formam compostos desta natureza (cátions Cu^+ , Au^+ e Hg^{2+}).
	✓ Tabela periódica	✓ mostrar a posição de alguns elementos na tabela para discutir as suas configurações eletrônicas.
5	✓ Projetor multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos relacionados a NCT 4 e geometrias; ✓ projetar imagem genérica de estruturas de complexos com NCT 4 e geometria tetraédrica para verificar sua disposição em 2D; ✓ projetar a tabela periódica para verificar a configuração de valência de cátions.
	✓ Modelo molecular	✓ representar em 3D estruturas de compostos com NCT 4 e geometria quadrática plana para verificar os ângulos e disposições das ligações e tratar da repulsão ligante-ligante;

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas de compostos com NCT 4 e geometria tetraédrica para verificar os ângulos e disposições das ligações e comparar com a representação do modelo com geometria quadrática plana e tratar da repulsão ligante-ligante.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar fórmulas moleculares de complexos para falar das respectivas nomenclaturas; ✓ escrever a distribuição eletrônica de alguns elementos químicos para verificar a distribuição de valência; ✓ desenhar, usando o modelo de Dalton, as representações da geometria quadrática plana e tetraédrica para verificar qual será mais estável dependendo do tamanho dos átomos.
	Tabela periódica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ mostrar os símbolos de alguns elementos químicos para verificar a configuração de valência de seus cátions; ✓ evidenciar a propriedade periódica raio atômico de alguns elementos químicos para verificar em compostos com NCT 4 qual geometria será mais estável (quadrática plana ou tetraédrica).
6	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir à tabela periódica projetada para introduzir complexos com NCT 5; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos em geometria bipirâmide trigonal e pirâmide de base quadrada para tratar das diferenças entre elas.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas de compostos com geometria pirâmide de base quadrada para verificar o plano da base que compõe quatro átomos e o átomo acima do plano.
7	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para falar da geometria octaédrica; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos com geometria octaédrica para falar da estabilidade; ✓ projetar imagem de estrutura de complexos com geometria octaédrica para falar da estabilidade e diferenças de energia; ✓ projetar imagem da estrutura da hemoglobina para falar das distorções da geometria octaédrica quando se tem ligantes bidentados.
8	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para introduzir o conceito de isomeria; os conceitos de isomeria estrutural e as mudanças de conectividade.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar fórmula estrutural de complexos para discutir quando elas são isômeros ou não.
9	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar sobre os conceitos de isomeria de ligação e a influência de ligantes bidentados; ✓ projetar equações químicas de reações para exemplificar uma reação que interconverte isômeros de ligação e dar nomes aos complexos.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar fórmula estrutural de complexos que foram representados na equação química.
10	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar sobre os conceitos de isomeria de ionização; ✓ projetar equações químicas de reações para exemplificar uma reação que interconverte isômeros de ionização e as diferenças nas ações.
11	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar sobre os conceitos de isomeria de hidratação; ✓ projetar equações químicas de reações para exemplificar uma reação que interconverte isômeros de hidratação e as diferenças nas ações.
12	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar sobre os conceitos de isomeria de coordenação; ✓ projetar fórmulas moleculares de complexos para exemplificar isômeros de coordenação e nomear alguns deles.
13	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar o conceito de estereoisomerismo; ✓ projetar equações químicas para exemplificar reações que envolvem estereoisômeros; ✓ projetar fórmulas moleculares de complexos para evidenciar ângulos de ligação; ✓ projetar a tabela periódica para verificar propriedades periódicas de alguns metais.
	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar fórmula estrutural de complexos para verificar se são estereoisômeros ou não a partir da mudança de posição dos ligantes na estrutura; ✓ desenhar a fórmula molecular de complexos para nomeá-los, perguntar sobre a sua geometria com relação à análise da fórmula; ✓ escrever a nomenclatura de complexos que foram representados estruturalmente no quadro de giz para diferenciar a nomenclatura quanto ao tipo de isomeria (cis-trans).
	Tabela periódica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ verificar a distribuição eletrônica do elemento níquel para verificar qual geometria assumirá o composto representado com a fórmula molecular desenhada no quadro, visto que o níquel é o centro metálico.
14	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar fórmula estrutural de complexos para verificar se há estereoisomeria e as posições dos ligantes na estrutura.
15	Projektor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar pequenos trechos de textos para ensinar sobre os conceitos de isomeria geométrica; ✓ projetar imagens de estruturas de complexos para evidenciar a isomeria geométrica.
	Modelo molecular	<ul style="list-style-type: none"> ✓ representar em 3D estruturas de compostos com geometria tetraédrica para discutir se, nesse tipo de geometria e dependendo dos ligantes e dos ângulos, há geometria tetraédrica.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Produzimos também o diagrama da Figura 25, referente à densidade do uso de meios mediacionais pela professora. Com ele, percebemos que ela utiliza os recursos de forma bem alternada, quase sempre apresentando ações com um meio mediacional durante quase todos os episódios (com exceção do primeiro, destinado ao manejo de turma).

Figura 25 - Diagrama de divisão da aula de Márcia em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Geometria e Isomeria de complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

Notamos pelo diagrama de mapeamento do uso dos recursos por Márcia que, mais uma vez, para se comunicar durante quase toda a aula, a professora está em ação com algum meio mediacional. Isso traz em evidência também nessa análise, a tensão irredutível entre a professora e os meios mediacionais na sua comunicação (WERTSCH, 1998).

Márcia age com o projetor multimídia no decorrer de quase toda a aula registrada, exceto quando inicia a aula (episódio 1) e versa sobre exemplo e resolução de exercícios (episódios 13 e 14) dispendo da ação com o quadro de giz também de forma bastante dispersa.

O que nos chama a atenção no diagrama e o que mais difere das ações de outros professores, até agora investigados, é o padrão de ação com o modelo molecular e a introdução da tabela periódica física. Isso porque a densidade de uso do modelo molecular pela professora e o padrão de ação são diferenciados, frente aos outros modos de ação vistos até então.

O diagrama de mapeamento que apresenta as ações de Márcia com os meios mediacionais (Figura 25) evidencia que Márcia age com menor frequência com o modelo molecular nos episódios 4, 5, 6 e 15. Além disso, verificamos pela Tabela 6, que esse uso é feito para explicar geometria e isomeria dos complexos e resolver exercícios. Notamos que as ações de Márcia com esse objeto se assemelham às apresentadas pelo professor Paulo, de Química Geral, com as simulações projetadas. Isso porque, normalmente, Márcia usa o modelo para exemplificar, com a representação em 3D que o objeto possibilita, os compostos inorgânicos que havia trazido para o contexto da aula por meio do quadro de giz ou projetor multimídia.

Além dessa observação, relacionada ao modelo molecular, a ação de Márcia com a tabela periódica física, fixa na parede da sala e também com a tabela periódica projetada pelo projetor multimídia são próprias dessa professora porque nenhum outro professor dessa pesquisa recorre à tabela para ensinar nas aulas.

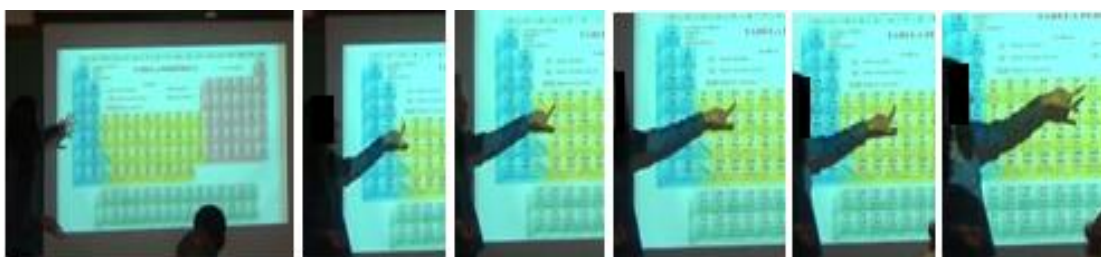
Nesse contexto, também nos chama a atenção, na aula de Márcia, o uso que ela faz da tabela periódica projetada em comparação ao uso da tabela periódica física, fixa na parede da sala.

Nota-se que temos aqui a tabela periódica, apresentada aos estudantes em suportes materiais diferentes. Isso porque a tabela projetada pelo meio que faz uso de suporte material de projeção, se comparada com a tabela física, classificada aqui como meio que faz uso de suporte material de leitura, apresenta diferentes perspectivas de visualização e influencia nos modos de ação de Márcia com os meios que fazem uso de suporte material, o que provoca uma diferença na dinâmica da aula.

Márcia dá preferência para a ação com a tabela periódica projetada na tela pelo projetor multimídia. Quase sempre ela se refere à representação da tabela da projeção, e muito pouco à tabela física da parede. Podemos pensar nas ações e na frequência diferenciada, baseados nas restrições e possibilidades (WERTSCH, 1998) que cada uma delas apresenta. Por exemplo, no início da aula, Márcia introduz a tabela periódica na projeção para falar dos complexos metálicos (Figura 26). Neste momento ela prioriza a ação com o projetor multimídia, com ênfase na explicação dos dados da tabela periódica projetada (episódios 2, 3, 4 e 5).

Acreditamos que ela se refere à tabela periódica projetada com maior frequência nos episódios iniciais porque a posição da representação nos slides está próxima aos contextos que são tratados nos slides próximos ao que a tabela é projetada.

Figura 26 - Sequência de uma ação de Márcia com a tabela projetada pelo projetor multimídia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Todavia, quando o que Márcia está falando está apresentado em slides mais distantes daquele que contém a tabela periódica, Márcia prefere agir com a tabela que está fixa na parede (episódios 4, 5 e 13).

Essa preferência pela tabela fixa influencia na dinâmica da aula porque, para se referir à tabela periódica projetada, Márcia precisa alterar a ordem dos slides, projetar o slide que contém a tabela, retomar a ordem normal de apresentação e continuar as explicações. Contudo, quando ela se refere à tabela periódica da parede, ela não precisa realizar esse movimento de alternância dos slides que são projetados na tela. A Figura 27 evidencia o direcionamento feito pela professora Márcia à tabela periódica física, fixa da parede.

Figura 27 - Ações de Márcia com a tabela periódica fixa na parede da sala de aula.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Essas ações de Márcia com as diferentes tabelas, a projetada e a física (fixada na parede), trazem em evidência algumas propriedades da ação mediada. Citamos primeiramente aquela que diz respeito à materialidade dos meios mediacionais.

Discutimos, na seção 2, as diferentes temporalidades na materialidade que os recursos podem apresentar. Nos fragmentos da aula em que Márcia age com a tabela projetada e, por hora, com a tabela física, destaca no contexto da aula essa propriedade da ação mediada, referente à materialidade (WERTSCH, 1998) e as diferenças nas duas situações.

Quando Márcia projeta a tabela na tela de projeção, naquele momento, a tabela é materializada na sala de aula. Porém, quando precisa falar de outro tópico que não se relaciona com a tabela, Márcia altera a ordem dos slides. Nesse instante, a tabela perde a materialidade. Todavia, quando a professora decide retomar a ação com a tabela periódica projetada, retoma o slide no qual ela se encontra e, nesse momento, sua materialidade é retomada. Assim, podemos afirmar que a representação da tabela periódica projetada possui materialidade intermediária.

Por sua vez, a tabela fixa na parede, se encontra materializada na sala de aula antes, durante e após a professora evocá-la na comunicação. Portanto, podemos justificar sua materialidade permanente com essa observação: a tabela fixa existia antes de ser introduzida na ação da professora, existe durante a ação e continua a existir (fisicamente) depois de finalizada a ação. Utilizando esse mesmo exemplo, das ações de Márcia com dois recursos diferentes que apresentam a mesma informação (a tabela periódica projetada e a física) podemos pensar também na transformação da ação mediada quando a ela é introduzido um meio mediacional diferente. Essa propriedade da ação mediada (WERTSCH, 1998) pode ser pensada quando Márcia alterna entre uma representação da tabela periódica frente à outra.

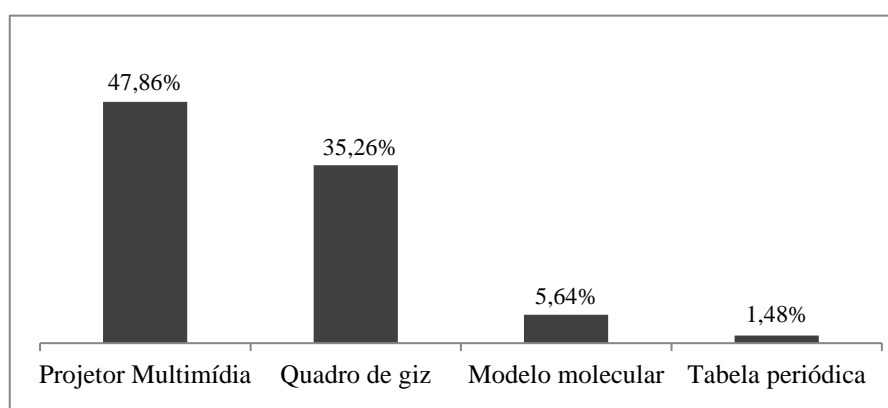
Por exemplo, ao utilizar a tabela periódica projetada, que se apresenta em uma dimensão diferente daquela fixa na parede, Márcia pode se aproximar da tela, apontar elementos ou informações na representação projetada, em evidência no centro da parede frontal da sala, e se deslocar com frequência para se referir a ela, mantendo uma ação com a tela mais prolongada.

Além disso, ela muda o *layout* da sala pelos efeitos proporcionados pela mudança na luminosidade do ambiente, ao apagar a luz. Todavia, quando Márcia se refere à tabela física da parede, normalmente se encontra distante do meio que faz uso de suporte material, apontando à distância para os pontos específicos que quer chamar a atenção. Além disso, observamos que ela usa esse meio em curtos períodos de tempo e não precisa apagar a luz para agir com esse recurso.

Essas observações indicam o poder transformador que os dois suportes materiais apresentam nas ações da professora ao ensinar. Além disso, algumas *affordances* (GIBSON, 1986) podem ser evidenciadas quando observamos as ações de Márcia com a tabela projetada, em contrapartida às ações com a tabela física da parede. Desse modo podemos afirmar também as restrições e possibilidades proporcionadas (WERTSCH, 1998) quando a professora usa um meio que faz uso de suporte material, abrindo mão do outro.

Não podemos inferir, *a priori*, se Márcia tem consciência dessas restrições e possibilidades que as duas formas de representação apresentam, mas observamos que ela explora as tabelas em momentos diferentes. Acreditamos que, no início, é mais interessante agir com a tabela projetada. Porém, quando seu uso se torna um complicador para a dinâmica (organizacional da apresentação *powerpoint*) ela explora as potencialidades da tabela física da parede, mesmo que com essa representação seja dificultada a visualização das informações. Realizamos a contagem de tempo total de uso dos meios mediacionais, identificados na ação de Márcia, apresentados em forma de porcentagem no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Porcentagem do tempo de ação da professora Márcia na aula de Geometria e Isomeria de complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O Gráfico 6 nos mostra que Márcia se comunica na maior parte do tempo agindo com o meio que faz uso de suporte material de projeção, projetor multimídia (47,86%), seguido pelo meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz (35,26%), e com menor recorrência ao modelo molecular (5,64%) e com a Tabela Periódica (1,48%).

Diante das análises podemos inferir que os fatores que mais diferem nas ações de Márcia, com relação aos outros professores são: (i) suas ações com a representação da tabela periódica, evidenciada de modo fixo na parede da sala e na maior parte do tempo com a representação projetada pelo projetor multimídia; e (ii) o pouco uso que faz do modelo molecular, frente aos outros professores.

Quando comparamos, de modo geral as ações de Mateus e Márcia, observamos que os dois professores utilizam o projetor multimídia e o quadro de giz de modos semelhantes. Em específico, observamos as diferenças significativas no caso das ações de Mateus ao agir com o modelo molecular com maior recorrência que Márcia, além da adaptação feita por ele no modelo com a fita crepe, o que se mostrou bastante particular da prática do professor. Além disso, uma diferença foi vista no caso de Márcia, com as ações com a tabela periódica, projetada pelo projetor multimídia e aquela configurada como meio que faz uso de suporte material de leitura, fixa na parede.

Vimos aqui as potencialidades que podem surgir na ação mediada, nas aulas dos professores, causando transformações (WERTSCH, 1998) nos modos de ensinar. Isso fica bastante nítido ao observarmos a adaptação do modelo molecular com a fita crepe que possivelmente causou transformações nos modos de agir do professor e no caso da professora Márcia, as transformações que a utilização da tabela periódica projetada e a fixa na parede causam, principalmente em seu deslocamento em sala de aula.

4.4 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Fundamentos de Química Analítica

Para investigar as ações dos professores de Fundamentos de Química Analítica com meios mediacionais, acompanhamos e registramos em vídeo, no primeiro semestre de 2017, as aulas de dois professores que lecionavam sobre o tema Equilíbrio de Solubilidade. A disciplina acompanhada é de três créditos, o que corresponde a 45 horas, ofertada durante todo o semestre letivo. No geral, é proposto na sua ementa o tratamento dos temas: Equilíbrio ácido-base, Equilíbrio de solubilidade, Equilíbrio de complexação e Equilíbrio de oxirredução.

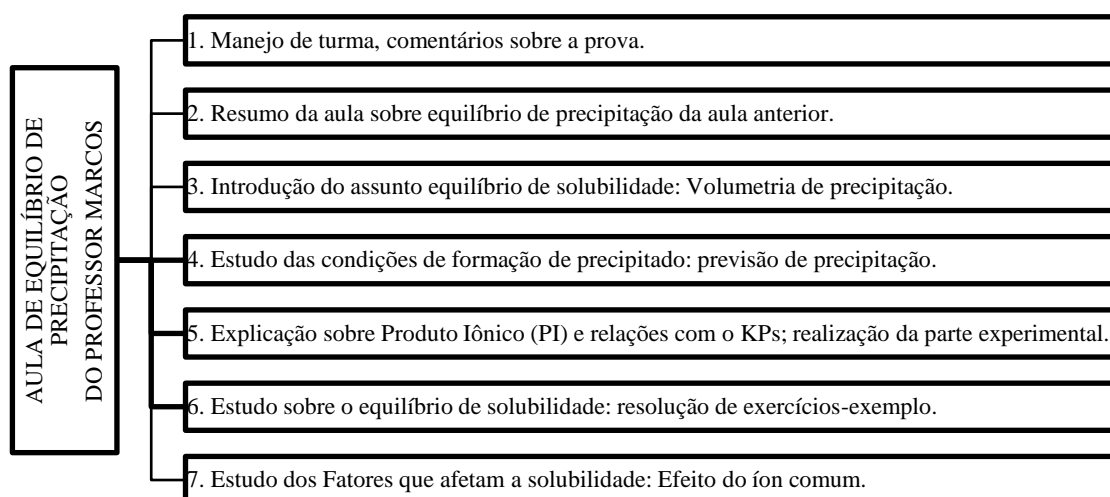
Como subtemas estudados no Equilíbrio de solubilidade, é esperado que o professor ensine: Solubilidade dos precipitados; Formação dos precipitados; Determinação do produto de solubilidade; Previsão de precipitação; Cálculo da solubilidade; Fatores que afetam a solubilidade; Precipitação fracionada; e Transformações metatéticas. Nomeamos os professores ficticiamente como Marcos e Célia e descrevemos a seguir cada um deles.

Marcos é professor de Química Analítica do DQ da UFMG desde 1996 e não teve

experiências, como professor, em outras instituições de ensino. Iniciou a carreira docente lecionando em aulas práticas de laboratório e, após um ano, começou a lecionar em aulas teóricas. Graduou-se na Universidade de Campinas (Unicamp) em Química Bacharelado em 1987, onde também realizou os cursos de pós-graduação, mestrado e doutorado, finalizando-os em 1996.

Para ensinar para uma turma de engenharia o tema Equilíbrio de Solubilidade e os fatores que o influenciam, Marcos dispõe de três aulas de, aproximadamente, 1 hora e 30 minutos, das quais selecionamos aquela em que ele versava principalmente sobre o subtema Equilíbrio de precipitação, delimitada em 7 episódios. Esses episódios estão descritos no diagrama da Figura 28.

Figura 28 - Diagrama de episódios identificados na aula de Equilíbrio de precipitação do professor Marcos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

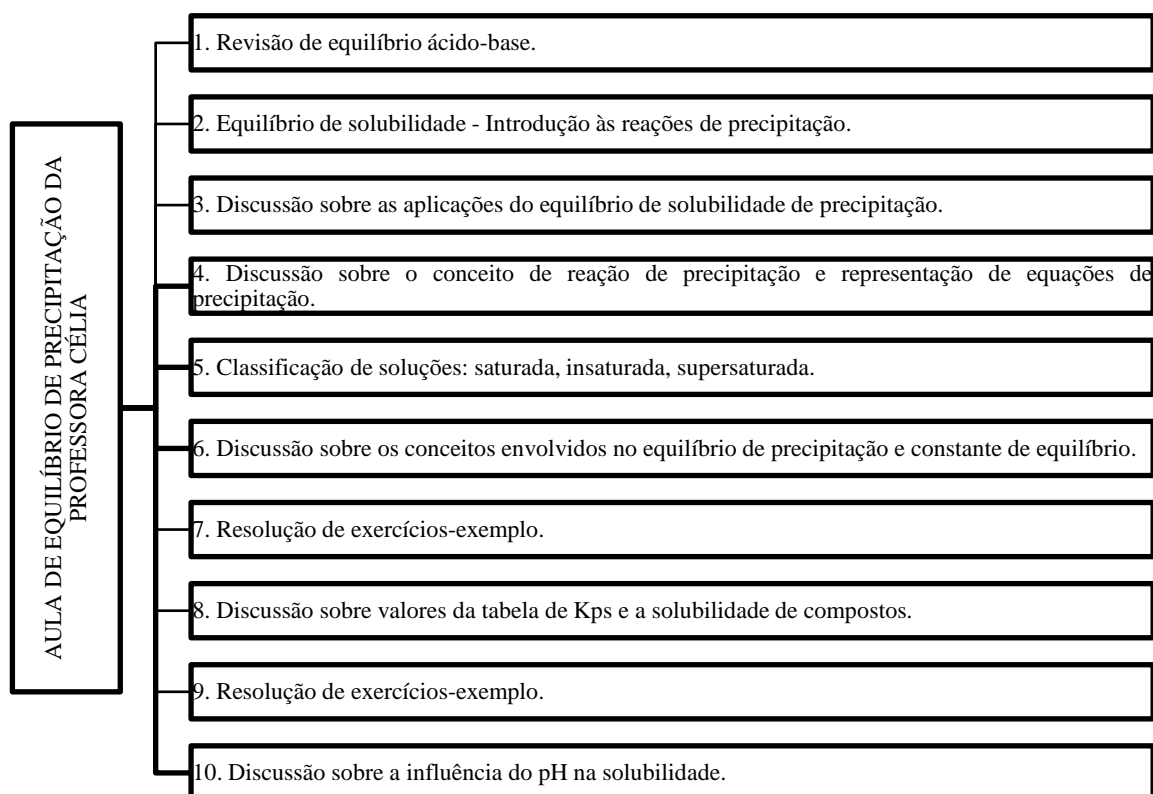
A professora Célia possui apenas 1 ano e meio de experiência no magistério, tendo iniciado sua carreira docente como professora da UFMG. Graduou-se em Química Bacharelado e Licenciatura, em 2008, pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), realizando, após, o curso de mestrado (finalizado em 2011), e o doutorado (finalizado por sua vez em 2015) na UNICAMP, todos na área de Química Analítica. Célia retornou à UFJF para realizar o pós-doutorado, sendo efetivada como professora da UFMG em 2016.

Para tratar do tema Equilíbrio de precipitação, na disciplina de Fundamentos de Química Analítica, Célia utiliza duas aulas de, aproximadamente, 1 hora e 40 minutos cada uma. Para a análise, selecionamos a primeira aula, porque nela, a professora introduz e discute a maior parte do tema e as particularidades do Equilíbrio de precipitação.

A macroanálise dessa aula apontou a presença de 10 episódios, como evidenciado

no diagrama da Figura 29.

Figura 29 - Diagrama de episódios identificados na aula de Equilíbrio de precipitação da professora Célia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

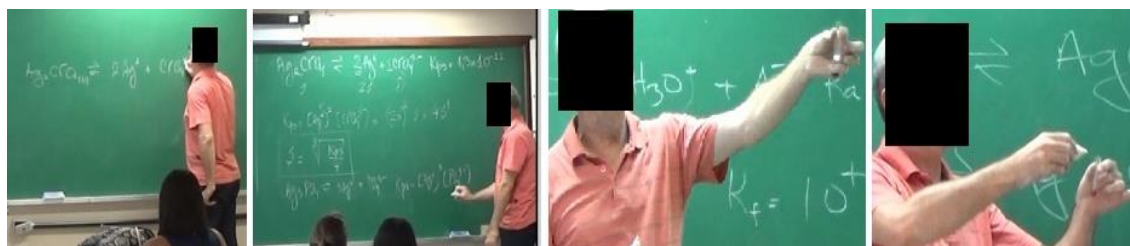
Observamos que, pelos diagramas representativos dos mapas de episódios dos dois professores, a organização das aulas de ambos gira em torno do tratamento de constantes matemáticas relacionadas aos equilíbrios químicos, fatores que influenciam na precipitação de compostos iônicos e na resolução de exercícios. Vemos também que os dois professores iniciam as aulas abordando algum assunto que foi discutido na aula anterior.

Assim como na análise de outras disciplinas, observamos que Marcos e Célia também agem com meios mediacionais para a discussão dos conceitos químicos nas aulas e para compartilhar significados. Descrevemos essas ações a seguir.

4.4.1 Ações de Marcos com Meios que fazem uso de suporte material e com Objetos mediadores

Observamos que Marcos utiliza basicamente dois recursos para se comunicar: o quadro de giz (um meio que faz uso de suporte material de escrita) e o aparato experimental que será considerado aqui como um *objeto mediador experimental/fenomenológico* (Figura 30).

Figura 30 - Momentos de ação de Marcos com o meio que faz uso de suporte material e com o objeto mediador experimental/fenomenológico na aula de Equilíbrio de precipitação: quadro de giz e aparato experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A aula de Marcos é centralizada, principalmente, na sua utilização do quadro de giz para se comunicar. Com esse meio que faz uso de suporte material de escrita, o professor escreve várias equações químicas e expressões matemáticas para evidenciar os equilíbrios de interesse, escreve pequenos textos para falar de alguns conceitos químicos e desenhar gráficos. Essa é uma característica muito comum nas aulas de Química Analítica, vista a necessidade de realização de vários cálculos, demonstração e resolução de equações matemáticas para tratar principalmente de conceitos de equilíbrios químicos e análise gráfica.

O outro meio mediacional utilizado por Marcos é constituído por um aparato experimental que categorizamos como *objeto mediador experimental/fenomenológico*. Aparatos experimentais são utilizados em aulas de ciências e normalmente são constituídos por um conjunto de objetos escolhidos para realizar alguma atividade experimental ou reproduzir algum fenômeno. Devido à ampla possibilidade de arranjos possíveis para sua constituição, os aparatos experimentais são bastante variáveis em sua composição material. No caso da aula em questão, o aparato experimental é composto por tubos de ensaios e frascos contendo soluções de reagentes.

Marcos age com esse aparato experimental para evidenciar o que acontece com a solubilidade de precipitados, quando alguma perturbação é causada em uma solução em equilíbrio. Para reproduzir o fenômeno, ele promove ações adicionando soluções ao tubo e verificando quais alterações visíveis são observadas no sistema. Devido à dimensão objetiva desses elementos constituintes do aparato e das funções experimentais de reprodução de fenômenos, propomos a categoria, denominada objeto mediador experimental/fenomenológico para aparatos experimentais utilizados em salas de aula que contribuem para a construção de significados.

Descrevemos na Tabela 7 as ações de Marcos com meios mediacionais durante os episódios da aula e os propósitos em cada uma delas.

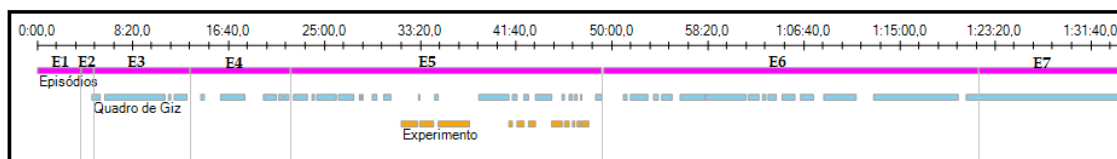
Tabela 7 – Descrição geral das ações com meios mediacionais por Marcos na aula de Equilíbrio de precipitação.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	✓	Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.
2	✓	Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.
3	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever uma equação química para revisar equilíbrio ácido-base e constante ácida; ✓ escrever equações químicas para revisar equilíbrio de complexação e constante de formação; ✓ escrever equação química para revisar equilíbrio de solubilidade e constante de solubilidade.
4	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever equações químicas para mostrar a representação das reações para explicar equilíbrio de solubilidade do cromato de prata, hidróxido de alumínio e cromato de alumínio para evidenciar o cálculo da constante de equilíbrio de precipitação.
5	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever equação matemática para evidenciar o cálculo de Produto Iônico (PI) e evidenciar a relação do PI com a constante do produto de solubilidade (Kps) e as condições para ocorrer precipitação; ✓ escrever as equações que representam os fenômenos de solubilidade e complexação evidenciados na experiência com as soluções presentes no tubo de ensaio (experimento); demonstrar o deslocamento do equilíbrio e formação do complexo por meio das equações; ✓ se referir às equações escritas anteriormente para evidenciar o deslocamento de equilíbrio em cada uma delas.
	Aparato experimental	<ul style="list-style-type: none"> ✓ adicionar ao nitrato de prata contido em um tubo de ensaio gotas de uma solução de ácido clorídrico para evidenciar a precipitação do cloreto de prata e relacionar à solubilidade do sal ao Kps; ✓ adicionar mais solução de ácido clorídrico ao tubo (contendo cloreto de prata) para evidenciar a saturação coma presença de um íon comum e explicar o deslocamento do equilíbrio; ✓ transferir parte do sólido do tubo de ensaio anterior para outro tubo de ensaio e adicionar solução de amônia para evidenciar a solubilização do precipitado e formação de um complexo solúvel; ✓ adicionar ao tubo de ensaio contendo o complexo, formado pela amônia, solução de ácido nítrico para evidenciar o deslocamento do equilíbrio na formação de cloreto de prata sólido; ✓ adicionar a um tubo de ensaio solução de nitrato de prata, solução de cromato de prata para evidenciar a formação de um sólido avermelhado; ✓ adicionar ao tubo contendo o sólido avermelhado gotas de uma solução de ácido nítrico para evidenciar a mudança de cor da solução e explicar o deslocamento do equilíbrio de solubilidade e mudança do ácido crômico a dicromato.
6	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir às equações escritas, no episódio anterior, para demonstrar o equilíbrio de solubilidade; ✓ escrever um exercício-exemplo: escrever o enunciado; a equação de solubilidade do cloreto de prata em água e a equação do Kps para o equilíbrio para demonstrar como resolvê-lo e encontrar o valor do Kps; ✓ escrever a equação que representa a solubilidade do cromato de prata e seu valor de Kps; ✓ escrever a expressão matemática para o cálculo do Kps e resolvê-la, para o cromato de prata; ✓ escrever a equação que representa a solubilidade do fosfato de prata para calcular o seu valor de Kps.
7	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir às equações escritas, no episódio anterior, para introduzir os fatores que afetam a solubilidade; ✓ escrever um pequeno texto para explicar o efeito do aumento da concentração de um íon no equilíbrio de solubilidade; ✓ desenhar um gráfico para representar a relação da solubilidade com a adição ou retirada de um íon comum; ✓ escrever a equação que representa o equilíbrio de precipitação entre os íons prata e cromato formando cromato de prata para falar do efeito do íon comum.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando voltamos nossa atenção para o mapa de episódios (Figura 28), para a descrição das ações do professor nos episódios (Tabela 7) e para o diagrama de mapeamento, apresentado abaixo, na Figura 31, observamos que Marcos não utiliza recursos nos episódios 1 e 2. Nos outros 5 episódios, o professor utiliza o quadro de giz para comunicar com os estudantes os cálculos e equações matemáticas, necessários para discutir o equilíbrio químico ou para resolver exercícios. Por sua vez, o objeto mediador experimental/fenomenológico, constituído pelo aparato experimental, é utilizado pelo professor apenas no episódio 5 para evidenciar, experimentalmente o que ocorre quando se causa uma perturbação no equilíbrio.

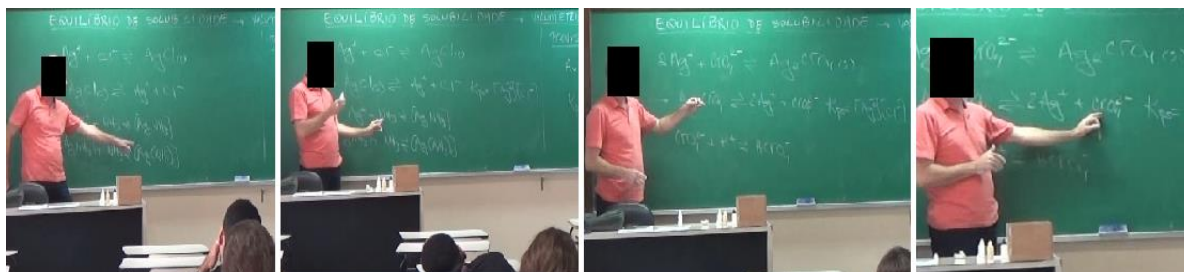
Figura 31 - Diagrama de divisão da aula de Marcos em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material e objetos mediadores na aula de Equilíbrio de precipitação.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

Quando analisamos o diagrama acima (Figura 31), percebemos que Marcos age preferencialmente, em quase toda a aula, com o quadro de giz. Esse uso frequente evidencia a tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) entre o professor e o quadro de giz nas ações que se seguem durante quase toda a aula. Há apenas pequenos fragmentos nos quais ele não age com o meio que faz uso de suporte material de escrita. Isso pode ser observado nos episódios iniciais (1 e 2) no manejo de turma e nos momentos em que ele age com o objeto mediador experimental/fenomenológico, aparato experimental (Episódio 5). A realização do experimento, por vezes, é alternada com a escrita no quadro de giz. Isso porque, enquanto Marcos realiza o experimento, escreve as equações que traduzem simbolicamente o fenômeno no quadro de giz (Figura 32).

Figura 32 - Ações de Marcos com o aparato experimental e com o quadro de giz.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Essa ação de Marcos com o aparato experimental nos chama a atenção por alguns motivos. Sabemos ser comum professores de química realizarem experiências demonstrativas em salas de aula. Porém, nesse caso específico, os fenômenos experimentais demonstrados por Marcos já haviam sido realizados pelos estudantes, nas aulas práticas que são ofertadas em laboratório, no mesmo semestre. Essa atitude do professor geralmente se diferencia dos demais porque os professores das aulas teóricas deixam para que os estudantes vejam ou realizem os experimentos nas disciplinas práticas experimentais, destinadas para tal.

Dessarte, Marcos utiliza o objeto mediador (aparato experimental) para que os estudantes relembrem as mudanças no equilíbrio de precipitação quando a ele é causada uma perturbação e complementa, ao mesmo tempo, a demonstração simbólica no quadro de giz, se

apoiando nas evidências químicas que o experimento proporciona.

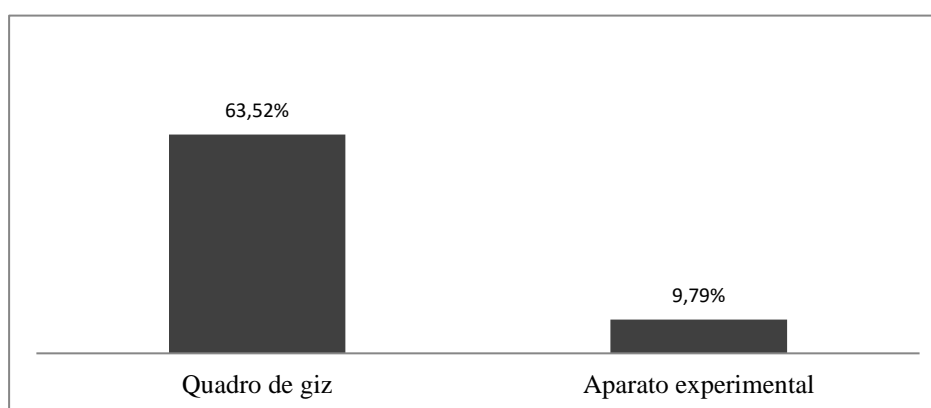
Acreditamos que a utilização do experimento para sustentar as representações escritas amplia as *affordances* tanto do quadro de giz, em decodificar simbolicamente um fenômeno, quanto do experimento realizado, capaz de reproduzi-lo, quando utilizados em conjunto pelo professor. Com isso, essa forma de agir com o aparato experimental em aulas teóricas, para reproduzir os fenômenos, e com o quadro de giz, para equacionar o fenômeno causa uma transformação na ação mediada (WERTSCH, 1998) e potencializa os significados, tanto pelo objeto mediador quanto pelo meio que faz uso de suporte material.

Essa transformação na ação mediada se justifica porque, quando o professor apresenta e utiliza o aparato experimental, ele possibilita uma mudança da dinâmica da aula. Essa mudança acontece no sentido de alterar a dinâmica característica de uma aula puramente teórica de Química Analítica, para uma dinâmica de aula teórico/experimental, não usual na disciplina.

Dessa maneira, acreditamos que houve uma transformação na ação mediada com a introdução do aparato experimental nas ações do professor. Com isso, assim como afirma Wertsch (1998) a introdução do aparato experimental nas ações, em complemento ao quadro de giz, podem ter mudado o fluxo da ação.

Sobre o tempo de ação do professor Marcos com os meios mediacionais, construímos, a partir dos dados fornecidos pelo *software* NVivo11, o Gráfico 7, abaixo.

Gráfico 7 - Porcentagem do tempo de ação do professor Marcos com meios mediacionais na aula sobre Equilíbrio de Precipitação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Nesse gráfico (Gráfico 7), observamos que o professor utiliza, na maior parte do tempo, o quadro de giz (63,52%) e com menos intensidade o aparato experimental (9,79%). Com essas observações, podemos concluir que o quadro de giz tem centralidade nas ações de Marcos e o aparato experimental se constitui como um suporte pedagógico, capaz de reproduzir fenômenos que suportam as representações escritas no meio que faz uso de suporte material de

escrita (quadro de giz).

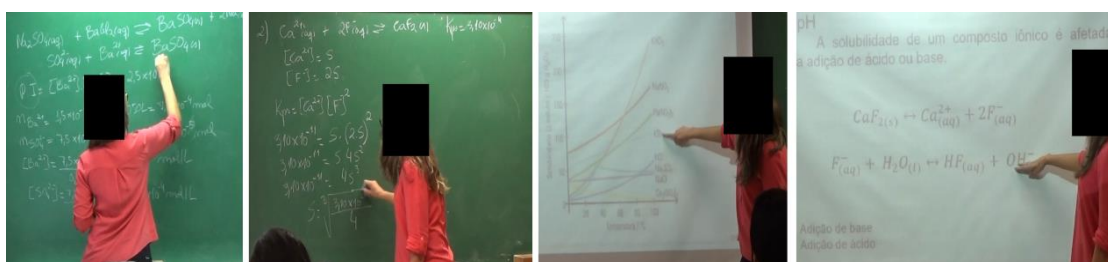
Acreditamos que tanto o professor quanto os dois meios mediacionais que ele escolhe para compartilhar significados, constituem uma unidade de produção de sentidos que se complementam a partir do momento em que os três (sujeito, meio que faz uso de suporte material e objeto mediador) constituem uma unidade na ação mediada e evidenciam a tensão irreduzível entre os agentes e os meios que ele utiliza (WERTSCH, 1998).

Com isso, os aspectos que mais nos chamam a atenção na aula de Marcos são (i) a utilização do quadro de giz prioritariamente para desenvolver as equações químicas e deduzir os cálculos matemáticos dos valores de constantes químicas; (ii) a mobilização do aparato experimental, não usual nas aulas de Química Analítica teóricas, para explicar o equilíbrio de precipitação; e (iii) relacionar, em tempo real, o fenômeno reproduzido pelo aparato experimental às representações químicas e matemáticas contidas no quadro de giz.

4.4.2 Ações de Célia com Meios que fazem uso de suporte material

A aula de Célia, que optamos por analisar, também tem como temática principal o Equilíbrio de precipitação. Para tratar desse tema, Célia age com dois recursos. Um deles é o projetor multimídia (meio que faz uso de suporte material de projeção) e o outro, o quadro de giz (meio que faz uso de suporte material de escrita). Algumas ações da professora com os dois recursos estão ilustradas na Figura 33.

Figura 33 - Momentos de ação de Célia com o meio que faz uso de suporte material na aula de Equilíbrio de precipitação: quadro de giz e projetor multimídia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quando observamos os modos de ação da professora com meios que fazem uso de suporte material, percebemos que as ações com o projetor multimídia são semelhantes às ações da maioria dos professores de outras disciplinas que o utiliza. Já com o quadro de giz, percebemos que as ações se assemelham às do professor Marcos, da mesma disciplina.

O detalhamento dessas ações e o propósito do uso do quadro de giz e do retroprojetor, pela professora, no decorrer dos episódios, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Descrição geral das ações de Célia com meios mediacionais na aula de Equilíbrio de Solubilidade.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para revisar os conceitos de equilíbrio ácido-base.
	Quadro de giz	✓ escrever uma equação que representa a ionização do ácido clorídrico para relembrar o equilíbrio ácido-base.
2	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para introduzir o tema equilíbrio de precipitação.
	Quadro de giz	✓ escrever uma equação que representa o equilíbrio de precipitação de cromo em meio básico para falar do processo de tratamento de efluentes contaminados com o metal.
3	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para evidenciá-los; ✓ projetar equações químicas para falar de aplicações do equilíbrio de precipitação; ✓ projetar imagem de um sistema que demonstra a reação de formação de um precipitado amarelo.
	Quadro de giz	✓ escrever a forma iônica da prata, ferro (III) e cálcio para iniciar o tratamento das aplicações do equilíbrio de precipitação.
4	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar do conceito de solubilidade de substâncias e reação de precipitação; ✓ projetar equações químicas para falar de soluções e sistemas heterogêneos e para demonstrar como representar equações iônicas completas e simplificadas; ✓ projetar uma tabela de dados para falar da regra de solubilidade de sais; ✓ projetar imagens de tubos de ensaio para mostrar sistemas com substâncias solúveis e insolúveis.
	Quadro de giz	✓ escrever a forma iônica da prata, ferro (III) e cálcio para iniciar o tratamento das aplicações do equilíbrio de precipitação.
5	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar do conceito de solubilidade de substâncias; reação de precipitação; soluções saturadas, insaturadas e supersaturadas.
6	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar do conceito de velocidade de precipitação; ✓ projetar imagem de uma solução de cloreto de prata para ilustrar a situação de equilíbrio.
	Quadro de giz	✓ escrever a equação de reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio para formar um sólido branco (cloreto de prata) para falar da constante de equilíbrio de precipitação.
7	Projektor Multimídia	✓ projetar um exercício-exemplo para determinar a constante de solubilidade do cloreto de prata e do cromato de prata.
	Quadro de giz	✓ escrever a equação de equilíbrio entre íons prata e cloreto e a equação matemática de equilíbrio dessa reação para realizar cálculos e resolver um exercício; ✓ escrever a equação de equilíbrio entre íons cálcio e fluoreto e a equação matemática de equilíbrio dessa reação para realizar cálculos e resolver um exercício.
8	Projektor Multimídia	✓ projetar uma tabela com nomes de substâncias e suas fórmulas moleculares para evidenciar os respectivos valores de constantes de solubilidade; ✓ projetar imagem de um diagrama sobre a relação do produto iônico com a constante de solubilidade para discutir se haverá precipitação ou não e qual tipo de solução seria formada (saturada, insaturada ou supersaturada).
	Quadro de giz	✓ escrever a equação matemática da constante de solubilidade dos íons fluoreto para resolvê-la.
9	Projektor Multimídia	✓ Projetar um exercício-exemplo de reação de sulfato de sódio com cloreto de bário para resolvê-lo no quadro de giz.
	Quadro de giz	✓ escrever a equação de equilíbrio de solubilidade entre sulfato de sódio com cloreto de bário formando sulfato de bário para verificar se haverá precipitação para calcular matematicamente o produto iônico do exercício-exemplo projetado.
10	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos para tratar dos efeitos da temperatura na solubilidade e a classificação em processo endotérmico e exotérmico; ✓ projetar um gráfico para mostrar a relação da temperatura com a solubilidade de alguns sais.
11	Projektor Multimídia	✓ projetar as equações químicas que representam a dissolução do cloreto de prata e do cloreto de sódio para tratar do efeito do íons comum na solubilidade.
12	Projektor Multimídia	✓ projetar um exercício-exemplo para estimar a solubilidade do cloreto de prata em água em uma solução de cloreto de sódio para resolver no quadro de giz.
	Quadro de giz	✓ escrever as equações matemáticas das constantes de solubilidade do cloreto de prata e do cloreto de sódio para verificar o efeito do íons comum na solubilidade e resolver os exercícios.
13	Projektor Multimídia	✓ projetar pequenos trechos de textos de alguns conceitos químicos sobre pH para tratar do seu efeito na solubilidade; ✓ projetar equações químicas para falar da influência da adição de ácido ou base na solubilidade.
14	Quadro de giz	✓ escrever a equação química de reação de cloreto de prata com ligante amina formando um complexo para escrever um exercício do efeito do ligante na solubilidade que seria resolvido na próxima aula.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Em linhas gerais, Célia recorre ao projetor multimídia para projetar em tela basicamente pequenos trechos de conceitos químicos, equações químicas que representam, na

maioria das vezes, equilíbrios químicos de solubilidade de alguns sais, imagens ilustrativas de alguns sistemas antes e após a formação de precipitados (Figura 34), tabelas e gráficos. Célia também usa o projetor multimídia para projetar na tela exercícios-exemplos para que ela os resolva no quadro de giz ou os estudantes em seus cadernos.

Figura 34 – Ações de Célia com o projetor multimídia que projeta uma imagem de sistemas antes e depois de ocorrer a precipitação.

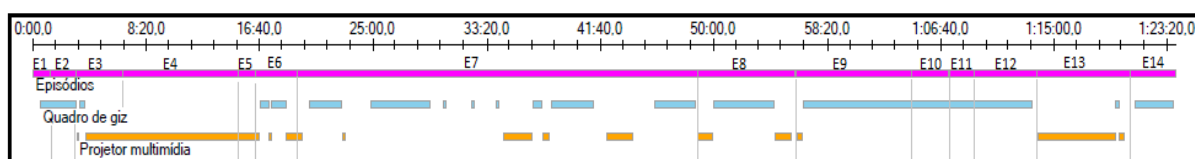


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Diferentemente do professor Mateus, que realiza a atividade experimental na sala de aula, Célia utiliza imagens de transformações químicas que acontecem quando se perturba o equilíbrio de soluções, como evidenciado na figura acima.

A professora explora o quadro de giz principalmente para escrever equações químicas que representam os equilíbrios de interesse para tratar do tema, equações matemáticas das constantes de equilíbrio relacionadas e, na maior parte do tempo, para resolver exercícios ou exemplos. O diagrama da Figura 34 apresenta a densidade do uso dos meios mediacionais utilizados pela professora Célia no decorrer da aula.

Figura 34 - Diagrama de divisão da aula de Célia em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material na aula de Equilíbrio de precipitação.



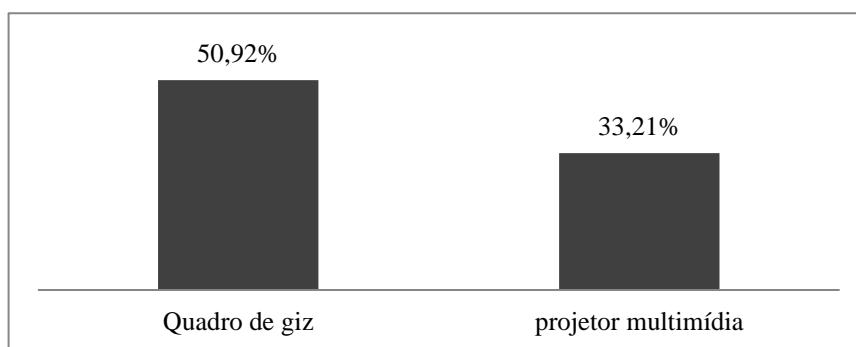
Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

De modo geral, Célia age com os meios que fazem uso de suporte material, o quadro de giz e projetor multimídia, de modo alternado durante a aula. O diagrama acima (Figura 34) evidencia que Célia, em quase todo o tempo de aula, age com algum dos dois meios que fazem uso de suporte material. Apenas no episódio 7, a professora não age com nenhum deles. Nesse episódio, a professora oportuniza aos estudantes momentos para que eles resolvam exercícios em seus cadernos. Esse uso frequente de algum recurso durante o tempo de comunicação evidencia, também na aula da professora, a tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) entre ela e os

recursos empregados para tal.

Quando contabilizamos as porcentagens de tempo de ação de Célia com cada recurso, apresentadas no Gráfico 8, observamos que ela tem preferência por agir com o quadro de giz (50,92%), se comparado à ação com o projetor multimídia (33,21%).

Gráfico 8 - Porcentagem do tempo de ação da professora Célia com meios mediacionais na aula sobre Equilíbrio de Precipitação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Essa preferência pelo quadro de giz ao projetor multimídia pode ser justificada pelo fato de que, ao resolver os exemplos e exercícios no quadro de giz, deduzir fórmulas e equações, a professora utiliza mais tempo da aula, visto que ela realiza toda a operação de sistematização do raciocínio com o meio que faz uso de suporte material de escrita. Porém, pelo uso alternado entre o quadro de giz e o projetor multimídia, acreditamos que os dois apresentam centralidade no compartilhamento de significados.

Os aspectos que nos chamam a atenção na aula de Célia são: (i) a alternância entre o projetor multimídia e o quadro de giz na maior parte da aula; (ii) a maior utilização do quadro de giz para resolver exercícios e deduzir as equações e constantes; e (iii) diferentemente do professor Marcos, Márcia opta por demonstrar o fenômeno de precipitação com o uso de imagens projetadas.

Pensando nas ações de Marcos com o quadro de giz e o aparato experimental e nas ações de Célia com o quadro de giz e o projetor multimídia, vimos que os professores de Química Analítica atribuem ao meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz, funções semelhantes na comunicação. Basicamente, os dois professores usam o quadro de giz para escrever e deduzir fórmulas químicas e matemáticas e para resolver exercícios.

Essa é uma característica que podemos afirmar ser comum na disciplina de Fundamentos de Química Analítica. Por tratar de cálculos de quantidades químicas e valores de constantes, os professores optam por agir de modo predominante com o quadro de giz a outros meios mediacionais, porque ele permite *affordances* relacionadas aos cálculos matemáticos sistematicamente, necessários para se descobrir os valores de concentrações,

solubilidades, constantes etc., ações que outros recursos não permitem com facilidade. A projeção é um recurso que Célia utiliza para tratar dos conceitos de solubilidade, além de trazer outras informações por meio de tabelas, gráficos e imagens de reações químicas. Marcos, por sua vez, não utiliza esse meio que faz uso de suporte material para projeção.

Vimos que para evidenciar alguns fenômenos de equilíbrio, Célia explora imagens ilustrativas projetadas pelo projetor multimídia na tela de projeção. Marcos por outro lado, utiliza o aparato experimental para reproduzir o fenômeno em tempo real. As diferenças de apresentação do fenômeno, por imagem projetada e por meio da realização do experimento evidenciam, para nós, o poder transformador dos meios mediacionais na ação. Além disso, ficam mais evidentes as restrições e possibilidades que um meio mediacional se comparado com outro, apresentam nas ações (WERTSCH, 1998).

A imagem do fenômeno projetada (Figura 34) permite a Célia mostrar o fenômeno visual, proporcionado pela perturbação no equilíbrio, de forma rápida e simplificada. Porém, é uma imagem virtual e estática, não causando transformações no padrão da aula (de teórica para teórico-experimental). Já o experimento reproduzido pelo professor Marcos (evidenciado nas Figuras 30 e 32) é realizado em tempo real, é dinâmico e transforma o padrão da aula teórica, para um padrão de aula teórico-experimental. Por outro lado, o experimento realizado por ele necessita de um tempo maior para ser preparado e realizado. Além disso, não garante que todos os estudantes consigam observar as mudanças no sistema (dentro dos tubos) porque há estudantes distantes do professor e os tubos são pequenos.

Acreditamos que apenas esses exemplos são suficientes para evidenciarmos algumas *affordances* desses dois sistemas nas ações dos professores, bem como a capacidade de possibilitar ou restringir (WERTSCH, 1998) a aprendizagem dos estudantes.

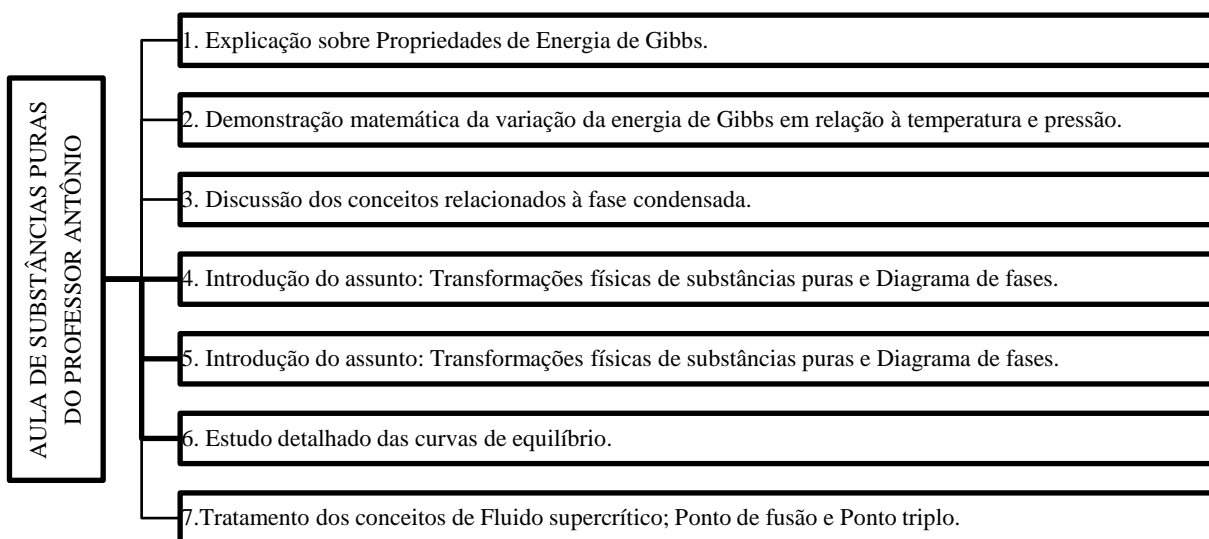
4.5 Caracterização dos professores e das aulas filmadas de Físico-química CI

A Físico-química CI é uma disciplina de 4 créditos, que corresponde a 60 horas, sendo ofertada geralmente no terceiro ou no quarto período, durante todo um semestre letivo. É proposto, na ementa institucional da disciplina, o Estudo dos Gases e Termodinâmica clássica, dentro do qual se estudam os temas Calor, Trabalho, Leis da termodinâmica, Funções de energia livre e Equilíbrio de fases. Escolhemos para analisar as aulas dos professores que versavam sobre Equilíbrio de fases em sistemas simples. Dentro dessa unidade didática, os professores normalmente tratam dos subtemas Potencial químico, Entropia, Energia livre de Gibbs e Substâncias puras.

As aulas dos dois professores, nomeados ficticiamente como Antônio e Felipe, foram filmadas em semestres diferentes. O conjunto de aulas do professor Antônio faz parte do banco de dados do nosso grupo de pesquisa e foi gravado no primeiro semestre de 2016. Por sua vez, o conjunto de aulas do professor Felipe foi gravado no primeiro semestre de 2017. A seguir, realizaremos uma descrição da formação acadêmica e profissional desses professores e da aula selecionada de cada um.

Antônio é professor do DQ da UFMG há 9 anos. Tem 13 anos de magistério, sendo 1 ano no Ensino Médio, 3 anos em uma universidade estadual da Bahia (2 anos como substituto) e 9 anos na UFMG. Formado em Química Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou o curso de mestrado e doutorado, também na mesma universidade. A aula de Equilíbrio de fases, lecionada pelo professor Antônio apresenta, aproximadamente, 1 hora e 24 minutos de duração e foi ofertada para estudantes do curso de Engenharia Civil. Essa aula apresenta 7 episódios, descritos no diagrama abaixo (Figura 35).

Figura 35 - Diagrama de episódios identificados na aula de Substâncias Puras do professor Antônio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

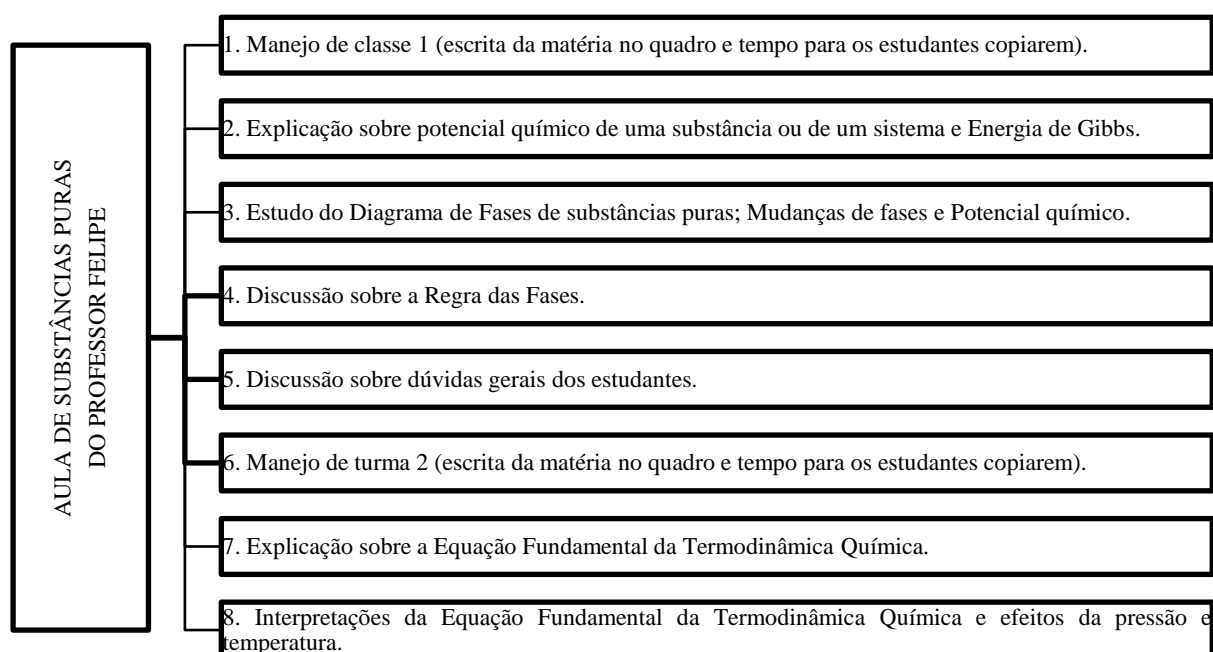
Felipe é professor desde 2002, totalizando 15 anos de magistério. Trabalhou durante 2 anos como professor de Ensino Médio, período em que também foi professor de cursinho preparatório para o vestibular. Este último se estendeu por mais 5 anos. Iniciou a graduação no curso de Química Licenciatura da UFMG em 2000, finalizando-o em 2005. Em seguida, iniciou o mestrado no DQ da UFMG, na área de Físico-química e Nanotecnologia, realizando também em seguida o doutorado, finalizado em 2011. Realizou um pós-doutorado, também na mesma instituição, com duração de um ano e meio, e um pós-doutorado no exterior, onde ficou por 6

meses. Quando voltou ao Brasil, iniciou a carreira docente no Ensino Superior na Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), por dois anos e meio e depois no CEFET, por dois anos. Ingressou, em 2016, na UFMG, completando dois anos nessa universidade.

Para compartilhar significados em suas aulas, no tratamento do tema Substâncias puras, Felipe utiliza duas aulas de, aproximadamente, 1 hora e 40 minutos lecionadas para estudantes do curso de Química.

Para a análise, selecionamos a primeira das duas aulas porque nela ele ensina a maior parte dos conceitos pertinentes ao tema. Essa aula apresenta 8 episódios, como esquematizado no diagrama de episódios abaixo (Figuras 36).

Figura 36 - Diagrama de episódios identificados na aula de Substâncias Puras do professor Felipe.



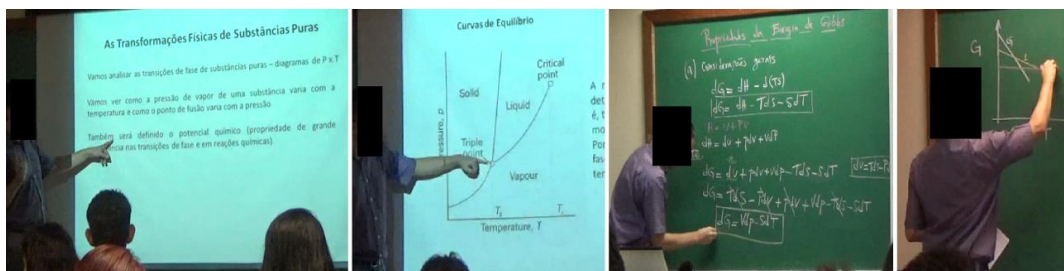
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que para tratar do tema Substâncias Puras, os professores Antônio e Felipe abordam conceitos de Energia de Gibbs, diagrama de Fases e Potencial químico. Assim como os outros professores das outras áreas, Antônio e Felipe também utilizam recursos para compartilhar significados. Descrevemos, a seguir, essas as ações.

4.5.1 Ações de Antônio com Meios que fazem uso de suporte Material

Identificamos, na aula de Antônio, que o professor utiliza dois meios que fazem uso de suporte material para tratar a temática da aula: o quadro de giz (para a escrita) e o projetor multimídia (para projeção) (Figura 37).

Figura 37 - Momentos de ação de Antônio com os meios que fazem uso de suporte material na aula de Substâncias puras: projetor multimídia e quadro de giz.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

No que se refere às ações de Antônio com esses dois meios, realizamos uma descrição geral, a fim de evidenciarmos as idiossincrasias desse uso. Para isso, apresentamos a Tabela 9.

Tabela 9 - Descrição geral das ações de Antônio com meios mediacionais na aula de Substâncias Puras.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Quadro de giz	✓ Escrever e demonstrar a equação do cálculo da Energia de Gibbs para realizar as considerações gerais e introduzir a equação fundamental.
2	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever e demonstrar a equação matemática da variação da energia de Gibbs em relação à temperatura e pressão para construir o gráfico; ✓ escrever trechos de textos de conceitos para explicar o cálculo de variação de Energia de Gibbs; ✓ desenhar o gráfico da variação da energia de Gibbs em função da temperatura para representar as variações em sólidos, líquidos e gases; ✓ desenhar um gráfico da variação de Energia de Gibbs com a pressão para falar da relação com a entropia do sistema; ✓ escrever e demonstrar a equação que relaciona a variação da Energia de Gibbs com a Entropia; ✓ escrever e demonstrar a equação que relaciona a Energia de Gibbs com o volume para demonstrar a relação entre ambos.
3	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever e demonstrar a equação do cálculo de energia molar na fase condensada; ✓ escrever os efeitos da maior ou menor variação da pressão na Energia de Gibbs molar nos líquidos para demonstrar a relação entre ambos.
4	Quadro de giz	✓ escrever exercícios para exemplificar e ensinar a resolver exercícios de variação de Energia de Gibbs molar com gases.
5	Projetor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar trechos de textos com conceitos químicos para introduzir o tema Mudança de Fases; ✓ projetar gráfico de curvas de equilíbrio de uma substância pura para demonstrar os pontos importantes e as regiões do gráfico onde as fases são mais estáveis.
	Quadro de giz	✓ escrever o título do tema a ser abordado para introduzir as discussões sobre Mudança de fase de substâncias puras.
6	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ escrever trechos de textos de conceitos para explicar o gráfico de curvas de equilíbrio (pressão e temperatura); ✓ escrever o conceito de pressão de vapor para explicá-lo.
	Projetor multimídia	✓ se referir ao gráfico projetado de curvas de equilíbrio para verificar graficamente as alterações na curva com a variação da pressão e verificar as fronteiras entre as fases.
7	Quadro de giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ desenhar um sistema que representa um líquido em aquecimento para falar da densidade; ✓ escrever um esquema para demonstrar a relação entre temperatura crítica, pressão de vapor, pressão crítica e fluido supercrítico; ✓ escrever as definições de ponto de fusão e ponto crítico para explicá-las no gráfico.
	Projetor multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ projetar o gráfico de diagrama de fases do dióxido de carbono para mostrar a fase supercrítica; ✓ se referir ao gráfico de diagrama de fases da água para explicar as interpretações sobre os pontos de interesse e as curvas de mudança de fases.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Observamos que Antônio utiliza o meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz, para escrever textos, equações matemáticas e realizar cálculos variados, desenhar representações de sistemas, desenhar gráficos, dentre outras ações. O meio que faz uso de suporte material de projeção, projetor multimídia, é utilizado na maior parte das ações para

projetar gráficos e discutir os conceitos de interesse contidos nos slides.

Não observamos diferenças significativas nas ações de Antônio com o quadro e com o projetor multimídia que nos permita realizar comparações e verificar as *affordances* que um recurso apresenta frente ao outro, diferentes daquelas já mencionadas nas análises das aulas dos outros professores. O que se mostra mais diferente é o uso do quadro de giz para demonstrar a resolução das equações matemáticas, função que não é explorada no uso do projetor, talvez, por ele não permitir esse movimento com facilidade.

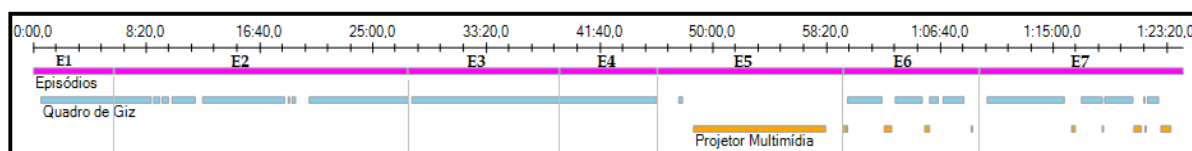
Talvez a idiosincrasia observada nas ações de Antônio com os recursos, foi evidenciada quando ele utiliza o quadro de giz. Durante o tratamento de um tema qualquer, o professor ao mesmo tempo em que escreve no quadro, vai explicando os conceitos enquanto os estudantes copiam as informações nos cadernos. Enquanto fala, na maioria das vezes, Antônio está voltado para o quadro, ficando de costas para os estudantes, e vai escrevendo ou realizando alguma anotação.

Diferentemente disso, quando Antônio age com o projetor multimídia, geralmente se volta para os estudantes ao explicar os pontos de interesse, projetados na tela. Porém, ressaltamos novamente que as funções que o quadro de giz e o projetor multimídia têm nas ações observadas são bastante semelhantes, no que se refere à comunicação.

O que destacamos como restrições e possibilidades (WERTSCH, 1998) nas ações de Antônio com os recursos é que, com o projetor, ele gasta menos tempo para tartar dos conceitos e para fazer explicações do que quando ele o faz com o quadro de giz, com o qual ele precisa escrever as informações e explicá-las. Além disso, quando Antônio desenvolve um raciocínio matemático, ele escolhe agir com o quadro de giz ao invés de projetar slides com o desenvolvimento do raciocínio na tela de projeção.

A Figura 38 apresenta o diagrama de codificação da densidade do uso dos meios por Antônio no decorrer de toda a aula ministrada.

Figura 38 - Diagrama de divisão da aula de Antônio em episódios e mapeamento do uso dos meios que fazem uso de suporte material na aula de Substâncias puras.



Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

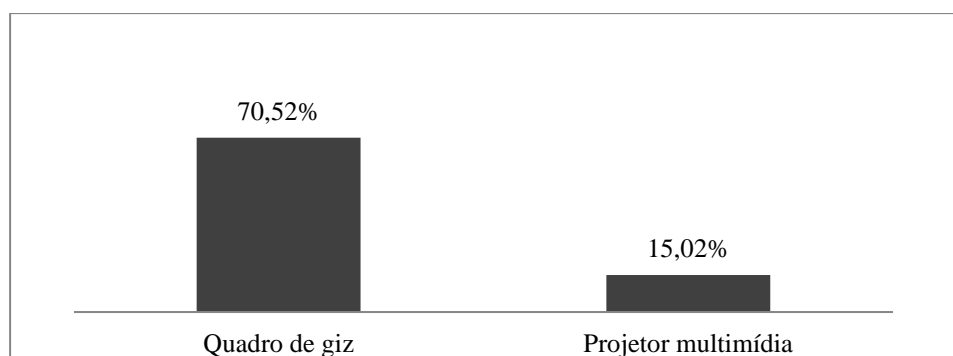
Observamos que o professor utiliza predominantemente o quadro de giz, em detrimento do projetor multimídia. Nota-se que é somente a partir do quinto episódio que ele mobiliza o projetor multimídia, utilizando-o com maior frequência nesse episódio. Nos

episódios 6 e 7, ele age alternadamente com o quadro de giz (com ações mais longas) e com o projetor multimídia (com ações mais curtas). Por sua vez, o quadro de giz é utilizado em todos os episódios e com intervalos de tempo na ação relativamente mais longos.

Pela densidade de uso demonstrada pelo gráfico acima, podemos observar também que Antônio mobiliza em quase toda a aula um meio que faz uso de suporte material para se comunicar. Nesse diagrama da aula de Físico-química também fica evidente a tensão irreduzível entre o professor e os meios que escolhe para se comunicar (WERTSCH, 1998), pois em todo o tempo de comunicação, o professor age com alguma representação contida em um dos meios que faz uso de suporte material.

Contabilizamos o tempo total de uso para os dois recursos para verificarmos as porcentagens do tempo das ações, apresentadas no Gráfico 9 com relação ao tempo total da aula.

Gráfico 9 - Porcentagem do tempo de ação do professor Antônio com meios mediacionais na aula sobre Substâncias Puras.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

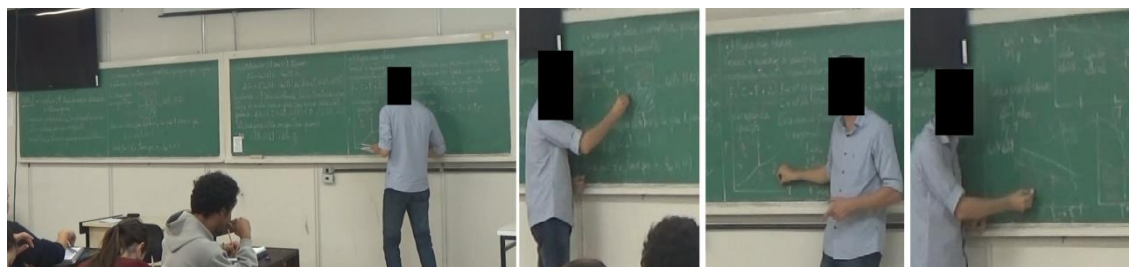
Observamos que o quadro de giz é utilizado na maior parte do tempo (70,52%) sendo o uso desse meio material considerado central na aula. O meio material de projeção, por sua vez, é utilizado com menor recorrência (15,02%) somente nos três últimos episódios.

O que mais nos chamou a atenção na Aula de Antônio foi (i) o modo como ele age com o quadro de giz, isto é, escrevendo e explicando ao mesmo tempo em que os estudantes copiam o que ele fala no caderno; (ii) o fato de as funções que o quadro de giz e o projetor multimídia assumem nas ações com o professor serem bem semelhantes.

4.5.2 Ações de Felipe com Meios que fazem uso de suporte material

A aula de Felipe apresenta uma particularidade que só foi observada nesta etapa de análise. O professor, durante toda a sua aula, utiliza unicamente o quadro de giz, um meio que faz uso de suporte material de escrita (Figura 39).

Figura 39 - Momentos de ação de Felipe com o meio que faz uso de suporte material de escrita na aula de Substâncias puras: quadro de giz.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

No que se refere às ações com o quadro de giz, Felipe o utiliza para explicar gráficos, demonstrar equações matemáticas de interesse na aula e conceitos químicos. Até então, as ações com o recurso não se diferenciam daquelas observadas nas aulas dos professores de Química Analítica, Marcos e Célia, e da aula de Antônio. Porém, os modos como ele se refere ao quadro são bastante particulares. Na Tabela 10, estão descritas as ações de Felipe com o quadro de giz no decorrer dos episódios bem como o propósito em cada uma delas.

Tabela 10 - Descrição geral das ações com o meio mediacional por Felipe na aula de Substâncias Puras.

Ep.	Meio mediacional	Uso e propósito
1	Quadro de giz	✓ se referir ao quadro de giz, de forma a escrever no meio que faz uso de suporte material as informações para que os estudantes copiem em seus cadernos antes, das explicações.
2	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir aos escritos feitos no quadro para tratar de conceitos químicos Potencial químico e Energia de Gibbs; ✓ se referir ao desenho feito anteriormente de um sistema de equilíbrio líquido-vapor para falar da diferença do Potencial químico entre as duas fases; ✓ se referir às equações matemáticas escritas anteriormente para tratar da variação da Energia de Gibbs molar das fases.
3	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir às equações matemáticas escritas anteriormente sobre Potencial Químico das fases para explicá-las; ✓ se referir ao gráfico desenhado anteriormente do equilíbrio de fases de uma substância pura para explicar a diferença de potencial químico nas regiões das fases sólida, líquida e gasosa.
4	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir aos trechos escritos anteriormente dos conceitos químicos para tratar variáveis intensivas pressão, temperatura ou composição de um sistema binário; ✓ se referir à fórmula matemática de regra das fases de um sistema para explicar as variáveis que interferem na composição do sistema; ✓ se referir ao gráfico desenhado anteriormente do equilíbrio de fases de uma substância pura para explicar a diferença de potencial químico nas regiões das fases sólida, líquida e gasosa e explicar fluidos supercríticos.
5	✓	Não utiliza qualquer meio que faz uso de suporte material ou objeto mediador para compartilhar significados.
6	Quadro de giz	✓ se referir ao quadro de giz, de forma a escrever no meio que faz uso de suporte material as informações para que os estudantes copiem em seus cadernos, antes das explicações.
7	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir à fórmula matemática da Equação Geral da Termodinâmica Química para explicá-la; ✓ se referir ao gráfico desenhado anteriormente de estabilidade termodinâmica de fases de uma substância pura para explicar as diferenças de estabilidade das partículas no estado sólido e líquido; ✓ se referir ao gráfico desenhado anteriormente sobre a diferença de Potencial químico para duas substâncias diferentes e comparar com as relações com o volume molar; ✓ resolver um exemplo escrito anteriormente para exemplificar a variação do potencial químico da água líquida e do gelo devido a uma elevação da pressão.
8	Quadro de Giz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ se referir ao desenho feito anteriormente de um sistema de equilíbrio líquido-vapor para falar da variação da pressão no sistema e o efeito disso na pressão de vapor; ✓ escrever a equação matemática do cálculo do Potencial Químico na situação descrita acima para verificar o efeito na pressão de vapor numericamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Felipe apresenta uma particularidade, não observada com a mesma intensidade nas aulas de outros professores. Ao iniciar a aula, com os estudantes já posicionados nas carteiras, o professor começa a escrever no quadro. Porém, não explica as partes separadamente. Por isso, tanto no gráfico de densidade de codificação (Figura 48) quanto na Tabela 10, que apresenta o detalhamento das ações de Felipe com o quadro de giz, há episódios nos quais Felipe não se comunica verbalmente com os estudantes.

Isso acontece porque ele organiza as informações em todo o quadro, dividido em quatro partes, e espera que todos os estudantes copiem, para só então começar a explicar as informações que foram escritas no suporte material. Essa escrita, seguida de espera para que os estudantes copiem, ocorre no primeiro e sexto episódios. O quinto episódio é destinado a conversas e assuntos gerais envolvendo o tema, no qual o meio que faz uso de suporte material de escrita também não é utilizado.

Quando observamos essa ação de Felipe com o quadro de giz, copiando nele (episódios 1 e 6), enquanto os estudantes copiam as informações em seus cadernos, nos faz refletir sobre qual tipo de ação acontece nesse momento. De fato, é uma ação diferente de todas aquelas vistas nas aulas anteriormente analisadas. Felipe, por copiar no quadro no horário de aula (diferentemente da professora de Química orgânica Aline que copia antes do horário da aula começar as informações no quadro) e por oferecer aos estudantes tempo para copiarem em seus cadernos, evidencia uma dinâmica no processo de ensino e aprendizagem completamente diferente.

Enfim, quando Felipe copia no quadro as informações que vai tratar na aula, durante o próprio tempo de aula e espera que os estudantes copiem em seus cadernos demonstra uma dinâmica diferente daquelas em que estamos acostumados a observar, como professores e estudantes universitários. Normalmente o professor, copia e fala simultaneamente (como no caso observado da aula do professor Antônio), explica antes os conceitos e teorias, por meio da fala, ou se valendo de outros recursos (como o projetor multimídia ou o modelo molecular), ou copia trechos curtos no quadro e os explica em sequência, de modo segmentado.

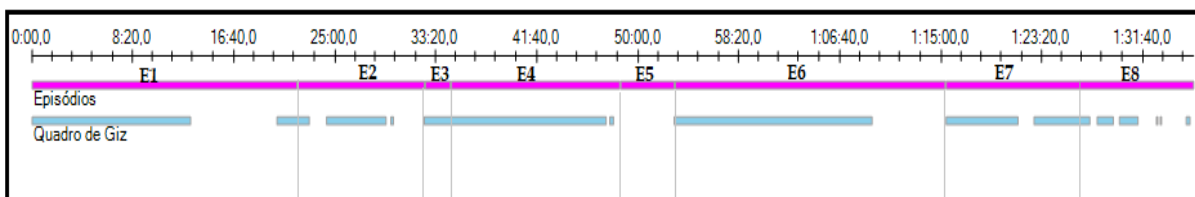
Felipe apresenta outra forma de ação ao copiar, em tempo regular de aula, e ao esperar que os estudantes copiem tudo em seus cadernos. Podemos pensar que talvez exista, nessa instância, uma mudança nas funções dos meios que fazem uso de suporte material de escrita (quadro de giz e cadernos) nos fazendo pensá-los como meios que fazem uso de suporte material para leitura. Isso pode se justificar porque, apesar de pequenas alterações nas informações já escritas, tanto professor como estudantes passam a ler as informações que escreveram nos respectivos meios.

Essa dinâmica escolhida por Felipe para se comunicar por meio do quadro de giz causa uma transformação na ação mediada (WERTSCH, 1998) se compararmos as ações que ele estabelece com o recurso frente às formas de ação de qualquer outro professor. Isso porque pode haver transformações no modo como a aula é conduzida, o que certamente causa impactos nos modos como os estudantes se comunicam com o professor e como eles consideram o quadro de giz, no momento da comunicação.

Em outros momentos de ação com o quadro de giz, Felipe vai se comunicando verbalmente com os estudantes enquanto vai perpassando pelas informações já escritas no meio que faz uso de suporte material, ora complementando algumas inscrições (por exemplo, alterando gráficos, inserindo valores etc.) ora enfatizando algum ponto escrito, em específico. Nessa situação as ações de Felipe com o quadro de giz se aproximam mais das formas de ação observadas de outros professores.

A Figura 40 apresenta o diagrama de codificação da densidade do uso do quadro de giz por episódios.

Figura 40 - Diagrama de divisão da aula de Felipe em episódios e o mapeamento do uso do quadro de giz na aula de Substâncias Puras.



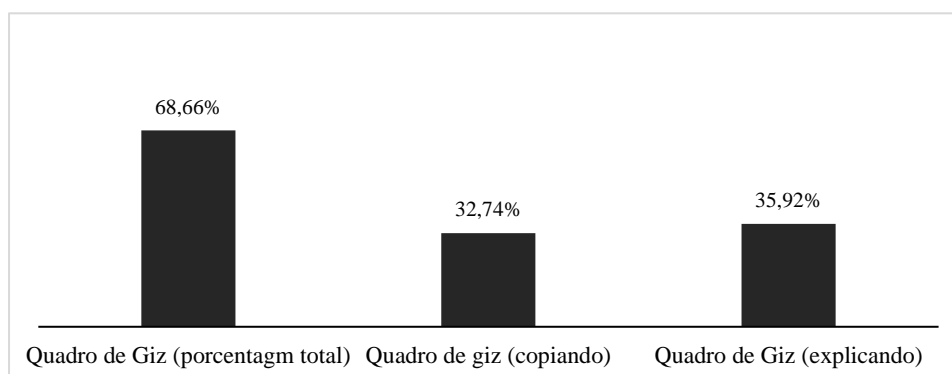
Fonte: Elaborado pelo autor, com uso do NVivo11, 2018.

Notamos, pelo diagrama acima (Figura 40), que Felipe utiliza somente o quadro de giz no decorrer de quase toda a aula para compartilhar significados com os estudantes. Esse padrão reforça também na aula do professor a irredutibilidade existente entre o professor e o meio material empregado no momento da ação (WERTSCH, 1998).

Os trechos em que não há ação com o quadro de giz são justificados pelo tempo dado pelo professor aos estudantes para terminarem de copiar as inscrições do quadro em seus cadernos, no episódio 1 e 6, e quando ele discute dúvidas dos estudantes, no episódio 5.

Pensando no tempo total de ação de Felipe com o quadro de giz, levando em consideração os diferentes padrões de utilização construímos o Gráfico 10, apresentado abaixo. Nele, evidenciamos a porcentagem do tempo total do uso do quadro de giz e as subdivisões: porcentagem do tempo de ação, quando o professor somente copia e porcentagem do tempo de ação, quando o professor explica os conceitos utilizando o recurso.

Gráfico 10 - Porcentagem do tempo de ação do professor Felipe com o quadro de giz na aula sobre Substâncias Puras.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Nota-se que Felipe utiliza o meio que faz uso de suporte material em quase 70% de toda aula, porém de duas maneiras distintas. Essas duas maneiras, copiando e esperando que os estudantes anotem nos cadernos (32,74%) e se referindo ao que foi inscrito no quadro de giz para explicar (35,92%), possuem porcentagens semelhantes.

Essas observações, das diferentes ações de Felipe com o quadro de giz, são um indício de que há uma preocupação do professor no sentido de os estudantes prestarem mais atenção nas suas explicações sobre as informações que estão contidas no quadro de giz. Além disso, observamos que os estudantes, no momento das explicações de Felipe, fazem perguntas com frequência, levantam ideias, apresentam dúvidas, o que é um indício de maior participação no ambiente de sala de aula. Por isso, consideramos esse aspecto relevante na aula de Felipe e que ele pode estar associado aos modos como o professor conduz a aula, agindo com o suporte material.

Dessa maneira, a partir dessa análise, podemos dizer que o que mais nos chamou a atenção, nas aulas de Felipe foi: (i) o fato de Felipe ser o único professor a apresentar ações, na aula escolhida, com apenas um recurso, o quadro de giz; (ii) a dinâmica exclusiva, estabelecida nas ações de Felipe com o quadro de giz e; (iii) essa dinâmica parecer causar influência no grau de participação dos estudantes.

Percebemos, pela descrição e análise das aulas dos dois professores de Físico-química, que Antônio utiliza dois meios que fazem uso de suporte material para se comunicar, o quadro de giz e o projetor multimídia, e Felipe utiliza apenas um, o quadro de giz. Quando pensamos nas ações de ambos com o quadro de giz, fica evidente que eles apresentam modos de ação completamente diferentes. Essas diferentes formas de agir podem influenciar de diferentes maneiras de percepção dos estudantes frente aos conteúdos, além de parecer influenciar na participação dos estudantes, vistos os diferentes ritmos impostos pelos professores nas ações com o recurso.

Isso porque Antônio age com o quadro, ao mesmo tempo em que explica o que está escrevendo e os estudantes copiam nos cadernos. Felipe copia as informações no quadro de giz, espera para que os estudantes também copiem nos cadernos, para somente depois iniciar as explicações. Podemos pensar que Antônio consegue desenvolver mais os conceitos durante o conteúdo. Com isso, possivelmente, ele gasta menos tempo para explicar a matéria. Por outro lado, Felipe consegue trabalhar menos conceitos que Antônio, mas parece conseguir mais a atenção dos estudantes e pelo que observamos, obtém também um maior grau participação deles.

Justificamos esse maior grau de participação dos estudantes principalmente porque, nas aulas de Felipe, observamos que eles fazem muitas perguntas ao professor, complementam suas falas e fazem inferências no decorrer das explicações, diferentemente do que é observado nas aulas de Antônio, na qual os estudantes dificilmente se manifestam.

Quando revisitamos a aula de Antônio, para verificarmos os indícios de participação estudantil, observamos que praticamente não há indícios de interação entre professor e estudantes⁷. Nesse caso, observamos que os estudantes ficam mais em posição de ouvintes. Aqui, percebemos que há idiosincrasias nas ações com o meio que faz uso de suporte material de escrita que, possivelmente, provoca influências no compartilhamento de significados.

4.6 Um olhar para as ações dos professores com o modelo molecular nas aulas de Química Geral, Química Orgânica e Química Inorgânica: similaridades e idiosincrasias

Consideramos relevante refletirmos sobre os modos como os professores utilizaram o modelo molecular em suas aulas. Isso porque acreditamos que o modelo molecular, utilizado por 6 professores, é um objeto bastante particular, possui uma multiplicidade de possibilidades nas ações e não é uma unanimidade nas aulas, como nos parece ser, por exemplo, o quadro de giz.

No decorrer da pesquisa, pelas aulas selecionadas, o modelo molecular foi utilizado pelos professores de Química Geral (Paulo e Daiane) na unidade didática que tratava da Geometria molecular. Ele também foi mobilizado pelas professoras de Química Orgânica (Rosa e Aline) na aula de Estereoquímica. Dentro desse contexto, as professoras versavam

⁷ Neste caso, procuramos por momentos em que estudantes interrompem o professor para fazer perguntas, questionamentos ou para tirar alguma dúvida sobre o que está sendo comunicado por ele. Não buscamos analisar a qualidade das interações entre eles, apenas se houve algum tipo delas.

principalmente sobre estereoisomerismo e nomenclatura “R” e “S” dos compostos enantiômeros. Por último, o modelo molecular foi usado na disciplina de Química Inorgânica por dois professores (Mateus e Márcia) no tratamento da unidade didática Introdução ao estudo dos complexos. Nesse último, mais especificamente, os professores trataram de geometria e isomeria de compostos inorgânicos.

Nota-se que as três unidades didáticas têm como fundamento essencial o estudo e a consideração de posições de átomos e ligações nos compostos químicos, como foi descrito nas análises. Por ser um objeto mediador capaz de representar tridimensionalmente compostos químicos, acreditamos que suas funções nas ações (representar em 3D as entidades submicroscópicas) atendem aos objetivos normalmente traçados pelos professores nas três disciplinas em que apareceu.

Apesar de considerarmos esses elementos, ao inferirmos essa preferência dos professores por utilizar também o modelo molecular na comunicação, percebemos, quando analisamos os dados como um todo, que cada uso apresenta tanto similaridades quanto idiosincrasias. Para justificarmos essa afirmação, levantamos alguns pontos que nos chamam a atenção.

Primeiro, quando observamos os diagramas de divisão das aulas em episódios e codificação dos usos com os meios mediacionais e voltamos nossa atenção para o modelo molecular, observamos que há uma forma bastante diversificada em utilizá-lo pelos professores.

Por exemplo, Paulo, Daiane, Mateus e Márcia, quando agem com o modelo molecular, geralmente abandonam as ações com outros meios mediacionais focando, em particular, no objeto mediador prototípico. Rosa e Aline apresentam também ações com o modelo, porém, integradas com maior frequência a outros meios mediacionais.

Com relação à recorrência durante a aula, o modelo molecular é utilizado por Paulo e Daiane durante quase toda a aula. Paulo utiliza o modelo molecular intercalando, com frequência, seu uso ao do quadro branco. Daiane utiliza o modelo molecular intercalando-o, com frequência, com o quadro de giz e com o projetor multimídia.

Percebemos que Paulo age inúmeras vezes e em intervalos curtos com o objeto, assim como o faz com o meio que faz uso de suporte material de projeção, projetor multimídia. Daiane demonstra também ações semelhantes com o modelo molecular, em momentos da aula, porém, com menor alternância e com intervalos de sustentação das ações mais longos.

Quando comparamos o uso do modelo molecular no diagrama da aula de Rosa, frente aos outros professores, fica evidente um padrão de ação idiosincrático da professora com o objeto. Observamos que Rosa, na maior parte das vezes em que utiliza o modelo

molecular, o faz em integração e superposição ao quadro de giz ou ao projetor multimídia. Já Aline utiliza o modelo também integrado e superposto a outros recursos, mas com menor recorrência.

Mateus, assim como Paulo e Daiane, utiliza o objeto mediador geralmente de maneira individual e Márcia, para ensinar Química Inorgânica, utiliza o modelo molecular com bem menos recorrência, frente aos modos de agir dos outros professores.

As influências nos modos de ensinar das ações dos professores com o objeto mediador, modelo molecular, podem ter suas origens explicadas também nos tempos nos quais eles utilizam este recurso em suas aulas.

Por exemplo, os dois professores de Química Geral, Daiane e Paulo, além de Mateus da Química Inorgânica, desprendem mais de 30% do tempo total de suas aulas nas ações com o modelo molecular (41,40%, 31,11% e 31,56%, respectivamente). Consideramos essas porcentagens elevadas, o que demonstra uma importância crucial do modelo molecular para essas aulas. Nas aulas de Química Orgânica, Aline e Rosa agem com o modelo molecular com um pouco menos de intensidade (21,70% e 19,77%, respectivamente). Por sua vez, Márcia, professora da Química Inorgânica, utiliza com baixa intensidade o modelo molecular (5,64%).

Essas porcentagens podem demonstrar a importância que cada professor dá à representação tridimensional, permitida pelo modelo, para os compostos químicos de interesse. É aqui percebida a idiosincrasia na opção por formas de representar as entidades químicas com o objeto mediador, o que pode causar impacto nas formas como os estudantes entendem as particularidades e as mudanças nas propriedades dos materiais.

Vimos também que Paulo, Daiane e Aline apresentam ações com o modelo, que são semelhantes em alguns aspectos e diferentes em outros. Por exemplo, quando eles complementam o uso do modelo com outros objetos. Vimos essas formas de ação diferenciadas quando Paulo complementa o uso do modelo com uma pasta, para representar um plano da base de um composto em geometria piramidal. Essa complementação também foi observada quando Daiane usa o modelo juntamente com uma folha de papel usada para representar um plano que contem os átomos de um composto, representado pelo objeto mediador prototípico, em geometria trigonal plana. Por fim, a complementação é vista na aula de Aline, quando ela complementa o uso do modelo com a caixa do retroprojetor e com o caderno de um estudante, em seguida. Nota-se que a complementação do modelo molecular com outros objetos causou uma mudança nas formas como esses objetos complementares entraram nas ações e tiveram seus usos ressignificados, o que nos permitiu categorizá-los como objetos mediadores

ressignificados e demonstra uma aproximação ao que Wertsch, (1998) denomina como *spin-off*.

Essa ressignificação, influenciada pelo uso do modelo molecular, foi observada também nas ações de Mateus, mas em outra situação. Mateus tem sensibilidade de perceber uma limitação do modelo e o complementa com a fita crepe, sendo este material considerado um objeto mediador ressignificado. O modelo neste caso tem suas *affordances* ampliadas, assim como nos casos em que o complemento não é no próprio objeto. Nas ações de Rosa e Márcia, não foram observadas essas complementações.

Além disso, também importantes as superposições observadas, em algumas aulas, desse objeto com outros recursos. Essa superposição foi verificada nas aulas de Rosa, Aline e Mateus. Os três professores a realizaram superpondo o modelo molecular, objeto que permite a visualização em 3D com maior facilidade, ao quadro de giz ou ao projetor multimídia, que permitem a visualização em 2D. Essa superposição nos permite observar, com maior clareza, as restrições e limitações impostas pela introdução de um meio mediacional na comunicação (WERSTCH, 1998). Acreditamos que essa superposição permite visualizar as *affordances* das interações, não em retrocesso, como aponta Wertsch (1998), mas em tempo real, devido à simultaneidade do uso. Nesse sentido, ampliar as *affordances* nas ações com os recursos, de forma superposta, parece ter sido o objetivo de todos os professores que assim os utilizaram.

Além disso, nos parece que há aqueles professores que dão mais importância a essa superposição. Quando revisitamos os diagramas de mapeamento do uso dos recursos construídos das aulas de Rosa, Aline e Mateus, observamos que o tempo e a recorrência das superposições pelos professores é decrescente, nessa ordem, o que se apresenta como idiosincrasia nas interações analisadas.

Apesar das várias idiosincrasias que foram observadas, o modelo molecular, em todas as aulas analisadas manteve, em sua essência, as funções para as quais ele foi criado: representar as entidades submicroscópicas da matéria, permitindo a visualização em 3D. Essa função que o modelo molecular assume nas ações o torna especial pela dinamicidade, versatilidade e possibilidade de inovação que ele permite, evidenciados em muitas passagens das aulas que foram acompanhadas. Acreditamos que, nas unidades didáticas em que esse recurso é mobilizado, ele se apresenta como relativamente importante e pode ser capaz de alterar a percepção dos estudantes no processo de aprendizagem. Desse modo, consideramos os destaques dados a este objeto mediador, prototípico por excelência, na construção de significados das aulas que descrevemos.

4.7 Um olhar para as ações dos professores com o quadro de giz ou branco nas aulas de Química Analítica e Físico-química: similaridades e idiosincrasias

Assim como consideramos, nas análises, as ações dos professores com o modelo molecular, importante para o tratamento de temas em que fosse necessária a visualização em 3D, avaliamos como importante voltarmos nosso olhar, também, para aquelas aulas em que o desenvolvimento, dedução de equações e resolução de cálculos é o objetivo principal dos professores.

Esses objetivos foram observados nas aulas de Química Analítica e Físico-química. Coincidentemente, nas aulas dos quatro professores regentes das disciplinas, o quadro de giz recebe destaque.

Sabemos que nas disciplinas supracitadas, diferentemente da química Orgânica e Química Inorgânica, é necessário realizar muitos cálculos e deduções matemáticas que traduzem, por sua vez, fenômenos químicos. Neste contexto, o quadro de giz mereceu destaque, por apresentar *affordances* que fazem dele um meio que faz uso de suporte material central nas ações.

Quando observamos os diagramas de divisão das aulas em episódios e mapeamento dos usos dos meios mediacionais, fica evidente a importância do uso desse recurso pelos professores. Visualmente, ele é o recurso preferido para os professores Marcos, Antônio e Felipe nas ações que se estabeleceram. Percebemos apenas na aula de Célia um destaque para as ações com o projetor multimídia, mas mesmo assim, ela opta por usar o quadro de giz de forma mais frequente e recorrente durante o tempo total de aula.

Os diagramas de mapeamento também evidenciam que as ações desses professores com o quadro de giz são sustentadas, geralmente, em intervalos de tempo relativamente mais longos, quando comparados com aqueles que utilizam o projetor multimídia ou o modelo molecular. Acreditamos que essa maior duração nas ações se dá especialmente pelas *affordances* do quadro de giz frente ao projetor e ao modelo: isto é, permite realizar os cálculos e deduções matemáticos, mais demorados, com maior facilidade.

Quando focamos nosso olhar nas porcentagens relativas ao tempo de uso dos meios mediacionais pelos professores, nas aulas das disciplinas de Química Analítica e Físico-química, fica evidente a importância que a utilização do quadro de giz apresenta nessas aulas. Em todas elas, a porcentagem do uso do quadro supera a metade do tempo total de aula de Marcos (63,52%), Célia (50,92%), Antônio (70,52%) e Felipe (68,66%). Isso pode ser

explicado devido às ações, já explicitadas, de construir raciocínios matemáticos com o uso do quadro de giz. Isso também reforça a ideia de que eles apresentam uma intimidade com o quadro mais aparente do que com o projetor multimídia ou com qualquer outro recurso. Desse modo, confirmamos nossas suposições com relação ao uso do quadro em disciplinas que exigem a realização de ações que caminham nesse sentido.

Apesar de várias semelhanças observadas nas ações dos quatro professores aqui enfatizadas, como organização do que eles escrevem no quadro, introdução de símbolos e desenhos de forma organizada no meio que faz uso de suporte material, observamos também que existem idiosincrasias com relação ao uso. Quando comparamos as aulas dos quatro professores, observamos que a dinâmica nas ações se mostra bastante particular na prática de cada um.

Por exemplo, Marcos basicamente utiliza o quadro de giz para realizar o raciocínio matemático necessário nas discussões sobre o Equilíbrio de precipitação na disciplina de Química Analítica. Para evidenciar fenomenologicamente o que ele inscreve no meio que faz uso de suporte material de escrita, Marcos faz uso da experimentação com tubos de ensaio e soluções, conjunto que categorizamos como objeto mediador experimental/fenomenológico. As ações com o objeto mediador são motivadas pelo que está inscrito no quadro de giz. Logo, esse meio que faz uso de suporte material direciona as ações que se seguem com o objeto mediador experimental/fenomenológico.

No caso das aulas de Célia, o quadro de giz é utilizado, além da construção do raciocínio matemático, para resolução de exercícios ilustrativos daquilo que a professora aborda na aula.

O professor de Físico-química, Antônio utiliza o quadro de giz de modo particular, frente aos outros professores. Essa ação, como já descrita, acontece no sentido de o professor escrever no quadro as informações, ao mesmo tempo em que vai explicando aos estudantes os conceitos. Os estudantes, por sua vez, copiam ao mesmo tempo em que o professor explica. Além disso, muitas informações de características semelhantes (como gráficos) que são projetadas por ele no projetor multimídia, são também, por vezes, desenhadas no quadro de giz. Isso aproxima as funções que o quadro de giz o projetor multimídia apresentam na ação desse professor.

Por último, Felipe, também professor de Físico-química, realiza ações com o quadro de giz bastante diferentes daquelas promovidas por outros professores. Isso porque ele começa a escrever no quadro, no início da aula, espera os estudantes copiarem em seus cadernos, para só depois começar a explicar o que foi inscrito no meio. Ele é o único professor

que apresenta em sua aula a utilização do quadro de giz como único meio mediacional para compartilhar significados, atribuindo a esse uso com o recurso, a tensão irreduzível (WERTSCH, 1998) nas ações.

Com essas análises e reflexões, podemos concluir que, mesmo um recurso já consolidado no campo da Educação, como o é o quadro (de giz ou branco), apresenta funções comuns, geralmente praticadas pela quase totalidade dos professores. Isso pode ser exemplificado quando vemos as repetições nos padrões das ações com o suporte material (escrita de textos, desenho de figuras e gráficos etc.). Contudo, ao nos debruçarmos sobre as análises e comparações das ações dos professores com o quadro que se estabelecem no ato de ensinar, é que observamos que há também idiosincrasias, só comumente observadas quando analisamos as ações individuais dos professores (como formas de organização da escrita).

5 ENTREVISTAS

Direcionamos as entrevistas no sentido de investigarmos alguns aspectos históricos relacionados à ação dos professores com os meios mediacionais. Além disso, procuramos identificar como eles utilizavam especificamente os recursos que observamos nas filmagens no início de suas carreiras e as mudanças que ocorreram em seus percursos. Outro ponto que procuramos investigar diz respeito às percepções dos professores sobre as limitações e possibilidades dos meios mediacionais que eles utilizam em suas aulas e como esses recursos influenciam no ato de planejá-las. Para apresentarmos os resultados dividiremos essa seção em tópicos.

5.1 Mudanças observadas na história dos professores com relação às ações com meios mediacionais

Quando perguntamos aos professores se eles se lembravam de quais meios mediacionais, em geral, eles utilizavam para ensinar, no início de suas carreiras, e o que mudou daquela época para os dias atuais, obtivemos respostas bastante variadas.

Observamos, por exemplo, pelos relatos dos professores de Química Geral, Paulo e Daiane, que eles agiam com os meios mediacionais, no início da carreira, de forma semelhante. Porém, as ações sofreram muitas mudanças com o passar do tempo. Paulo afirma que, no início da carreira no Ensino Superior, usava o quadro de giz e o projetor multimídia. Esse último era usado basicamente para projetar textos e imagens (e não animações como faz nos dias de hoje). A primeira mudança, com relação ao uso de meios mediacionais, ocorreu com a introdução, nas suas aulas, dos modelos moleculares, quando lecionava na UFBA em 2009. O que faz de diferente recentemente é utilizar animações projetadas na tela.

Paulo: Modelos ((moleculares)) era muito difícil usar / eu levar modelos / mas aí porque que eu comecei a trazer isso? Principalmente quando eu entrei lá na Federal da Bahia e dependendo do curso que você começa a dar aula lá / o nível dos alunos é muito diferente. Aí eu lembro claramente / a primeira turma que eu peguei lá foi 80% de reprovação / aí eu falei assim / a culpa não é só deles / acho que tem um pouco de culpa minha também. Então eu comecei a repensar as aulas e trazer isso ((os novos recursos)) exatamente para tentar facilitar / porque aquela coisa ((molécula)) é uma coisa meio abstrata / muito difícil / a gente não vê nada / digamos assim / então acaba que essas animações esses modelos ajudam que o aluno enxergue um pouco melhor. Eu vejo que eles acabam se comprometendo mais com a aula quando eu uso isso.

Paulo: Hoje não / hoje eu uso quadro e projetor / mas ainda levo animações que dá pra ver as moléculas se moverem / ver ângulo. Eu levo também os modelos / então assim / depois dessa experiência que eu tive ((na UFBA)) uma reprovação altíssima / eu comecei a trazer / mais ((esses outros recursos)) para a aula porque eu vi que aquilo de certa forma ajudava.

Para justificar as mudanças ocorridas no início da carreira para os dias de hoje, Paulo afirma que elas aconteceram exatamente porque ele é considerado um professor muito exigente e justifica esse uso de recursos que considera diferenciados, como o modelo molecular e as simulações.

Paulo: Uma forma de melhorar as aulas foi exatamente incorporando animação / incorporando modelos atômicos / incorporando aquilo que for necessário. Já levei balão para sala de aula para montar as moléculas / usando balões / o que eu vejo que é uma boa ideia.

Daiane, quando começou a ministrar aulas para o Ensino Superior usava também, o projetor multimídia e o quadro de giz. Percebendo as dificuldades de estudantes de uma turma específica, repensou sua prática para os semestres seguintes no que diz respeito a utilizar outros recursos.

Daiane: No começo ((em 2012)) / como foi muito difícil e eu nunca tinha dado aula de Química Geral / eu lembro que no primeiro semestre eu não usei nenhum recurso / quer dizer era projeção e giz / era só / eu não tinha nenhum outro material. (...) Ai / nesse primeiro semestre / eu tive turmas com muita dificuldade em Química Geral. Para o segundo semestre eu tive que repensar e já pensei em outras coisas / e já comecei a usar vídeo para algumas partes da disciplina / principalmente quando a gente trabalha com modelo atômico para tratar dos orbitais. Eu usava vídeo pra que eles entendessem a questão do 3D / e não lembro / se foi no segundo ou terceiro semestre. Eu comecei a usar modelinho com bolas de isopor que / na verdade / não era eu que fazia esses modelos / eu dei isso como atividade pra que os alunos fizessem seus próprios modelos / para que cada um pudesse ter seu modelo e usar durante as aulas. (...) Então eu acho que fiz ((isso)) uns 2 ou 3 semestres por causa dessa turma em específico / que eles tinham muitas dificuldades. (...) Teve um semestre na turma de Farmácia que eu cheguei a usar balões para mostrar as geometrias / porque eles tinham muitas dificuldades de visualizar a hibridação / as diferentes geometrias. Então eu levei um para cada tipo de geometria / pra gente discutir ficaria mais fácil / pra eles / eu acho que funcionou. Eles conseguiram visualizar / perceber os ângulos / as posições os planos / mas nessas turmas que eu tenho lecionado agora / pra turma de Engenharia eles têm uma percepção mais aguçada. (...) Então eu levo só o meu modelo / eu não peço que eles façam e nem levo os balões também. Então depende do curso / quando eu percebo no começo que eles não estão conseguindo visualizar o meu modelo que não é grande eu falo / eu tenho que aumentar / então eu levo o balão ou eu levo outras coisas / o vídeo / alguma coisa do tipo.

Observamos pela fala dos professores Paulo e Daiane que os dois iniciaram a

carreira utilizando os meios que fazem uso de suporte material, quadro de giz e projetor multimídia, e que houve mudanças com relação introdução de novos meios mediacionais, a partir das primeiras experiências com os estudantes. Na fala de Daiane, “eu lembro que no primeiro semestre eu não usei nenhum recurso / quer dizer era projeção e giz” ela explicita que não considera o quadro de giz e a projeção como recursos, uma vez que eles estão sempre lá, disponíveis a qualquer professor que os queira usar, pelo menos nos cursos superiores das universidades federais. A introdução de novidades, por exemplo, os modelos moleculares, é que acaba sendo considerada, por ela, como uso de um meio mediacional.

Consideramos interessantes as reflexões que os dois professores fazem a partir das experiências que tiveram nas suas aulas, a partir da ação com o quadro de giz e o projetor multimídia. Pelo que nos contam, considerando o resultado das avaliações e desempenho de alguns estudantes, os professores perceberam a necessidade de modificar os modos de usar os recursos que escolhem para se comunicar, além de introduzir novos meios para melhorar a aprendizagem dos universitários. Isso demonstra a capacidade de reflexão que esses professores têm sobre sua prática, que é considerada no momento de mudar ou adicionar algum recurso. Além disso, mostra também que eles não consideram todos os estudantes com o mesmo grau de entendimento, isto é, eles consideram que cada turma possui especificidades e graus de dificuldades diferentes na aprendizagem. Identificado o grau de dificuldade dos estudantes, eles têm a sensibilidade de procurar diminuir essa dificuldade complementando a aula com outros recursos (simulações, modelos moleculares, balões, vídeos etc.).

Desse modo, observamos que as mudanças que ocorreram com a introdução de novos meios mediacionais nas aulas de Paulo e Daiane aconteceram no sentido de levar em consideração as dificuldades dos estudantes, sendo esses professores sensíveis a isso. Contudo, para aqueles que não apresentavam dificuldades com os conteúdos, a incorporação desses meios mediacionais complementares era parcial, como ficou claro nas respostas deles sobre o uso de materiais confeccionados pelos estudantes ou pela introdução de balões nas ações.

Na Química Orgânica, Rosa e Aline também afirmam que houve mudanças nas suas ações com meios mediacionais, do início da carreira até os dias atuais. Primeiramente, Rosa nos conta sobre suas lembranças.

Rosa: Gosto de quadro de giz ((recurso que usava no início)) / depois eu fui montando essas aulas na transparência / porque ai a escola falou que tinha o recurso de multimídia. Então / eu comecei a passar tudo aquilo para a multimídia. Então eu comecei a trabalhar os dois / mas eu percebia que se você só projetasse / o aluno não ia saber desenhar / então ia lá para o quadro para desenhar / para ele acompanhar o desenho como um todo e depois do desenho / e tudo mais / vamos passar essa

estrutura dimensional / pega o modelinho / o que vocês estão vendo / quem está para trás? Quem está para frente? Então / foi uma construção / mas não teve um planejamento não / foi à medida que foram aparecendo / surgindo os recursos. No início da carreira / eu não usava muito ((modelos moleculares)) porque esses / principalmente esses modelos moleculares / eles não são baratos (...) então / no início da carreira eu usava mais simplesmente a exposição nos slides ((no projetor multimídia)) e no quadro.

Aline também se lembra de como utilizava os recursos no início da carreira e fala de algumas mudanças ocorridas relacionadas às ações com os meios mediacionais, enfatizando suas percepções sobre o uso do modelo molecular.

Aline: Na pós-graduação aquela época lá ((em 2014)) era transparência ((com uso do retroprojetor)). Eu já passei tudo para multimídia. Eu uso direto ((projetor multimídia na pós-graduação)) mas na graduação eu ainda me recuso um pouco. Seria muito mais fácil para mim / mas acontece que eu tenho medo / porque na pós-graduação eu uso / mas eu não abandono quadro. Eu faço as duas coisas porque quando ele ((estudante)) chega você tem que fazer uma revisão. Eu acho que eu fui aos poucos usando mais ((os modelos moleculares)) / porque como eu percebia / por exemplo / quando eu chego aqui eu coloco o modelinho ali num plano ((aponta para a parede)). Qualquer que seja / ou no caderno é porque eu percebo que muita gente não tem a menor noção ((3D)) e depois ela vai desenhar e não consegue. (...) Assim / à medida que eu fui vendo alguns / muitos artifícios / usar o modelo na Estereoquímica / usar o modelo é crucial.

As professoras Rosa e Aline nos contam detalhes sobre as mudanças que ocorreram com relação à utilização dos meios mediacionais. Rosa, por exemplo, deixa claro a sua preferência pelo quadro de giz. Ela conta que introduziu as informações, que costumava tratar com esse meio que faz uso de suporte material de escrita (o quadro de giz), nos slides projetados e passou a usar mais as projeções. Porém, pelas percepções que tinha do comportamento dos estudantes, alternava a ação com os dois meios para que eles também praticassem no caderno o desenho das moléculas e estudassem. Ela também afirma que no início não usava modelos moleculares porque esses objetos eram relativamente caros.

Por sua vez, Aline nos conta que, no início, utilizava mais o quadro de giz e o retroprojetor. A mudança iniciou quando ela substituiu o uso do retroprojetor pelo projetor multimídia. Além disso, nos chamou a atenção quando ela afirma utilizar mais o projetor multimídia na pós-graduação e que se nega a utilizá-lo, com a mesma frequência, com estudantes da graduação. Também observamos aqui uma preocupação com o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes porque ela considera que, por ser a pós-graduação um nível de ensino no qual a revisão dos conteúdos abordados na graduação é necessária e, para isso, ela utiliza o projetor multimídia para “ganhar mais tempo”. Por último, Aline afirma que

considerou importante introduzir o modelo molecular nas aulas. Ela justifica essa importância principalmente pelas possibilidades de visualizar, em 3D, e desenhar corretamente a representação tridimensional no caderno.

Tanto na história de Rosa quanto na história de Aline, observamos que elas consideram o quadro de giz essencial para ensinar, complementaram esse uso com os meios de projeção e, para melhorar a visualização em 3D, incorporaram nas suas ações os modelos moleculares.

Na Química Inorgânica, tanto Mateus quanto Márcia, nos contam sobre as mudanças nas carreiras com relação às ações com os meios mediacionais. Mateus se lembra da transição entre o uso do quadro de giz, retroprojetor e projetor multimídia.

Mateus: A diferença principal é que / durante muito tempo / o recurso que eu utilizava era o quadro. Praticamente só o quadro. Ai / depois / eu comecei a introduzir um pouco a transparência de figuras ((no retroprojetor)) / e mais recentemente / cerca de 5 a 7 anos / eu comecei a intensificar o uso de slide no projetor multimídia. Inclusive / eu comecei a usar mais a multimídia pra ganhar um pouco mais de tempo durante as aulas / para trabalhar um pouco mais com exercícios no final da aula.

Márcia se lembra dos recursos que mais usava no início da carreira e as mudanças que ocorreram durante sua vida profissional.

Márcia: No início da carreira / eu usava mais era o quadro / mais quadro. Modelo ((molecular)) eu quase não usava / mas também assim / porque as aulas que eu dava no CEFET eram de ((Química)) Analítica Quantitativa / então eu precisava muito de quadro para fazer muito cálculo. E aí eu vim para cá ((para a UFMG)) / o meu marido é professor também / professor da PUC há muitos anos (...) Então / isso ((usar o projetor multimídia)) eu aprendi muito / assim em conversas com meu marido / pelas aulas que ele dá / com colegas também que usam o datashow / mas com cuidado de usar muito o quadro / que era uma coisa que eu não tinha muito no começo / e que tinha até um pouco de preconceito de usar ((o projetor multimídia)). Falava / nossa / vai dar sono no aluno essa coisa né / então hoje / eu acho que a maior mudança é essa.

Mateus e Márcia ensinavam no começo da carreira basicamente usando somente o quadro de giz. Com o decorrer do tempo, Mateus introduziu o uso de meios que fazem uso de suporte material de projeção, passando do retroprojetor ao projetor multimídia. Ele justifica essa mudança com a vantagem de ganhar mais tempo para tratar de exercícios no fim da aula. Isso pode ser um indício de preocupação com a aprendizagem dos estudantes porque a resolução de exercícios no quadro pode auxiliá-los nos estudos.

Márcia também incorpora nas aulas o uso do projetor multimídia em complemento ao quadro de giz e afirma que foi incentivada pelo marido, também professor, devido à boa aceitação pelos estudantes com relação ao ensino com o uso do projetor.

Novamente, percebemos a influência da preocupação dos professores com os estudantes para as mudanças nas ações com os meios mediacionais. No caso de Mateus, por se preocupar com o tempo para resolver exercícios com os estudantes e, para Márcia, com relação às experiências relatadas pelo marido e colegas de profissão.

Os professores de Fundamentos de Química Analítica, Célia e Marcos, também nos contam sobre as mudanças nas ações com os recursos. Célia relata que do início da carreira docente, em 2016 até os dias atuais, sempre optou pelo projetor multimídia e o quadro para se comunicar. Porém, ela nos conta que o que mudou foi a intensidade com que passou a usar os dois meios que fazem uso de suporte material.

Célia: Eu usava / acho que na primeira vez ((em 2016)) / mais o projetor / bastante coisa no projetor. Acho que a partir do semestre passado ((referente ao primeiro semestre de 2017)) que foi meu segundo semestre / que eu comecei a usar mais o quadro. Mas até então eu usava muito o projetor / assim eu usava o quadro muito pouco. Eu acho que ((a mudança)) foi até mesmo para que os alunos conseguissem acompanhar / Ah sim / porque às vezes a grade da disciplina é muito grande / e não adianta nada eu ficar lá falando noite e dia / jogando conceito ((com o projetor multimídia)). Quando você usa o projetor / porque assim / como é uma disciplina da grade básica / não adianta / é diferente quando você dá aula para pós-graduação / ou para a graduação / então tem que ir no passo a passo / tem que pegar nos conceitos importantes / ir para o quadro resolver os exemplos passo a passo.

O professor Marcos reflete sobre as mudanças que ocorreram no âmbito da disciplina Fundamentos de Química Analítica. Ele afirma que, no início da carreira, utilizava mais o quadro de giz e justifica que naquela época não havia tantos recursos (por exemplo, de projeção) para utilizar e que a escolha por quais recursos utilizar nas aulas, nos dias de hoje, depende da disciplina que vai ministrar.

Marcos: Sempre as aulas dessa disciplina / foram feitas no quadro mesmo. No começo / eu não apresentava esses experimentos não. Têm uns programas de simulação de curvas de titulação que a gente pode mostrar para eles / o formato da turma nessa disciplina eu não vi surtir tanto efeito / porque na realidade / eu ia apresentar o programa em que você simula / mas isso era basicamente a mesma coisa que eu já fazia no quadro / não acrescentou nada. Já em ((Análise)) Instrumental / é muito difícil de fazer a aula no quadro / porque tem muito esquema de equipamento / não tem como ficar desenhando isso ((esses esquemas)) no quadro / então as aulas são 95% no projetor multimídia mesmo.

Temos aqui, na Química Analítica, dois professores com tempos de experiência na docência bem diferentes. Célia, com pouco tempo de experiência, afirma que sempre usou o projetor multimídia e o quadro para ensinar. Ela reflete que, com o decorrer do tempo, para que os estudantes conseguissem acompanhar a disciplina, ela precisou alterar os modos de agir com

os meios que fazem uso de suporte material. Isso porque observou que, com o quadro, os estudantes conseguem acompanhar melhor o raciocínio da disciplina. Observamos que ela reconhece as *affordances* do quadro para ensinar aos estudantes de graduação, pois ele permite “pegar nos conceitos importantes”, “resolver os exemplos passo a passo”.

Por outro lado, o projetor multimídia pode simplesmente permitir a ela ficar “jogando conceitos”. Pelo que Célia nos conta, essa ação muda, assim como nos contou a professora Aline, quando se ensina para estudantes da pós-graduação, visto que o ritmo é outro. Há uma diferença importante entre o depoimento de Célia e os dos demais professores. Essa diferença reside no fato de que ela, com pouco tempo de experiência, começou a usar o projetor multimídia quase como uma “coisa natural” e só depois percebeu que o quadro de giz permitia que ela trabalhasse mais o “passo a passo”. Assim, ao contrário dos outros professores, mais experientes, que relatam ter começado com o quadro e giz, ela começou com o projetor multimídia e só mais tarde descobriu que o quadro oferecia outras *affordances* na ação.

Marcos, por sua vez, um professor mais experiente, afirma que utiliza como recurso basicamente o quadro de giz e se lembra que alguns outros recursos já foram utilizados nas aulas. Porém, pelo que relatou, eles não contribuíram para a aprendizagem dos estudantes. Ele exemplifica isso com a introdução de simulações que não apresentaram *affordances* diferentes daquelas que conseguia com o quadro, abandonando-as na ação. Contudo, ele reconhece que a escolha por alguns meios, em detrimento de outros, depende da disciplina na qual leciona. Ele exemplifica dizendo que, na disciplina de Química Analítica Instrumental, é impossível se comunicar utilizando somente o quadro, sendo mais adequado utilizar, nesse contexto, o projetor multimídia, pois este permite apresentar desenho dos esquemas, porque “não tem como ficar desenhado isso no quadro”.

Podemos concluir com essa fala de Marcos que a opção por um meio mediacional, em detrimento de outros, também é influenciada pelo contexto da disciplina na qual o professor e estudantes estão envolvidos.

No âmbito da disciplina Físico-química, os professores Felipe e Antônio nos contam sobre os modos de agir com meios mediacionais no início da carreira e as mudanças para os dias atuais. Felipe afirma que, por iniciar sua carreira docente em cursinhos pré-vestibulares, era necessário realizar aulas que despertassem o interesse dos estudantes. Devido à mudança no público, de pré-vestibulandos, estudantes de Ensino Médio, a universitários, houve mudanças nos seus modos de agir com os recursos.

Felipe: Eu usava muito mais ((meios mediacionais)) na época do cursinho / eu sempre ficava naquela coisa de sempre motivar / de ter aquela aula mais agradável e

trazer coisas novas para os alunos / então eu usava muito mais experimento / eu usava / eu tinha modelos / até grandes / por exemplo / de compostos iônicos / enormes bolinhas de isopor e varetas / e eu ficava carregando aquilo pra cima e pra baixo. Com isso / porque eu queria fazer essa aula mais interessante / e tudo mais.

Felipe: Hoje eu acho que perdi um pouco isso. Acaba que hoje / eu percebo que eu uso muito um recurso que é o *powerpoint* / e muito mais giz e quadro / não sei se a disciplina me limitou um pouco também / mas eu tenho até que refletir melhor assim / e então / assim / hoje / eu uso muito menos objetos do que antes (...). No Ensino Médio eu fazia mais. No Ensino Superior ((na PUC)) / no CEFET / eu usava mais recurso com objetos / e aqui ((na UFMG)) eu uso menos.

Felipe também reflete sobre as ações com meios mediacionais no âmbito do tratamento do tema Substâncias puras, na disciplina Físico-química.

Felipe: O que é que eu fiz de diferente foi o que eu faço toda vez que eu vou introduzir um capítulo novo / eu uso uma aula *powerpoint* que é para introduzir os conceitos. Aquela coisa toda / essa aula anterior / eu fiz isso / o que eu faço hoje é buscar mais vídeos / aí eu mostro muito mais vídeos nessa primeira aula que mostra / por exemplo / todos os processos de diagrama de fases / as diferentes estruturas para o gelo e as mudança em si / e para trazer mais aquele nível atômico molecular pra eles conseguirem ((entender)) (...) então eu vi que com esse vídeos ((projetados com o projetor multimídia)) eu percebo que eles / que melhorou o entendimento.

Antônio nos conta que não mudou muito as suas formas de ação do início da carreira para os dias atuais. Segundo ele, sempre usou um recurso de projeção e o quadro de giz, em maior parte do tempo. O que parece ter mudado foi o uso de um suporte material de projeção diferente. No início, ele utilizava o retroprojetor e hoje utiliza o projetor multimídia e aponta mudanças na ação com esses dois meios que fazem uso de suporte material de projeção.

Antônio: Eu acho que não mudou muito / eu acho que eu uso ((hoje)) um pouco mais de recurso do slide assim. Eu acho que é muito pouco ((a mudança do retroprojetor para o projetor multimídia)) / é só porque / detalhe mínimo / é só porque hoje você tem mais recurso pra preparar um slide né. Na forma de datashow/ então muito mais facilmente você prepara o que você quiser / e no início não / eu tô falando de 15 anos atrás / não era tão simples / você chegava numa sala / você não tinha ainda o projetor / você tinha que carregar um / enfim / é uma mudança mínima nesse aspecto. Então é um pouco mais fácil o recurso / e claro / a gente ganha experiência. Então eu acho que isso muda alguma coisa.

Felipe faz reflexões interessantes sobre as mudanças nas ações com os meios mediacionais. Segundo ele, elas aconteceram quando ele mudou de grau de ensino, do cursinho pré-vestibular, ao Ensino Médio, e depois para o Ensino Superior. Essas mudanças resultaram em uma diminuição na intensidade do uso dos outros meios mediacionais, além do quadro e do projetor multimídia. Ele também vê diferenças na densidade de uso de meios mediacionais

quando mudou, também de uma universidade particular (PUC) para uma universidade pública (UFMG). Segundo Felipe, ele utilizava mais recursos na universidade particular e utiliza menos para ensinar na universidade pública. Essa mudança pode estar relacionada às diferentes atribuições que os professores têm nesses dois ambientes de trabalho universitários.

Isso porque, nas universidades particulares, geralmente, não é exigida do professor a dedicação para a pesquisa de forma tão intensa, como é presente nas universidades públicas. Dessa maneira, acreditamos que a maior disponibilidade para se dedicar às atividades docentes pode ter reflexo na escolha, nos planejamentos, de quais meios mediacionais utilizar, visto que isso demanda tempo para preparação.

Antônio, por sua vez, não aponta muitas mudanças significativas na ação com meios mediacionais. Ele apenas levanta a limitação que antes existia pela dificuldade em utilizar o recurso de projeção porque precisava se deslocar com o aparato até a sala de aula e isso era limitante para sua utilização.

5.2 Mudanças com relação às ações com meios mediacionais observados nas filmagens e análises das aulas, os limites e possibilidades no compartilhamento de significados

Perguntamos aos professores sobre as ações e mudanças que aconteceram, ao longo da carreira, com relação aos meios mediacionais que observamos serem utilizados por eles em suas aulas. Além disso, perguntamos sobre suas percepções com relação às limitações e às possibilidades que cada meio mediacional utilizado apresenta nas situações de ensino.

5.2.1 Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o quadro de giz ou quadro branco: limites e possibilidades

Iniciaremos com a descrição sobre o que falaram os professores sobre as ações realizadas com o meio que faz uso de suporte material de escrita, quadro de giz (ou quadro branco). Pelas análises das aulas, observamos que todos os professores fazem uso do quadro para compartilhar significados. Veremos agora o que eles nos contam especificamente sobre as mudanças em suas práticas, no decorrer do tempo de magistério, com relação a esse recurso, tão comum em ambientes de ensino e aprendizagem brasileiros. Vejamos primeiramente o que os professores de Química Geral, Paulo e Daiane, nos dizem.

Paulo: O quadro / geralmente / assim / uma coisa que eu costumava fazer ((no início)) / eu chegava mais cedo / escrevia algumas coisas no quadro / mas depois eu vi que isso não adiantava / porque chegava aluno depois / e aí eu precisava apagar e não dava jeito / então o quadro ele foi sempre um apoio. Eu nunca fui de escrever

textos no quadro não / nem nada assim / ele é basicamente para eu representar moléculas / no caso equações químicas / cálculos detalhadamente / mas escrever efetivamente / dando informações propriamente ditas ((não)). Eu não uso muito não. Ele é mais um auxiliar. Eu uso quadro para colocar tópicos. Mas é porque eu lembro que / durante a minha graduação / tinha professor meu que escrevia no quadro / no quadro todo / e eu nunca fui de fazer isso / de encher o quadro com textos / e depois continuando / ele é mais um apoio.

Paulo: Eu continuo bem parecido. Não mudou muito não. Ele ((hoje)) é mais organizado / eu tento ser mais organizado / porque antes eu era bem desorganizado. Aí eu via que eu apagava no meio do quadro / escrevia no meio / mas estava tudo escrito em volta. Agora não. Agora / mentalmente / eu já vou me organizando e já vou usando isso (...). Essa é a única diferença.

Pelo que foi narrado por Paulo, ele parece não atribuir tanta importância ao quadro de giz em suas aulas, principalmente quando o professor afirma repetidamente que vê o meio que faz uso de suporte material de escrita “mais como um apoio”. Além disso, não percebe mudanças significativas nas formas de agir com esse recurso em sala de aula.

Daiane afirma que sempre utilizou o quadro e, diferentemente de Paulo, sua forma de agir com ele não mudou muito do início da carreira para os dias atuais. Ela também justifica os motivos pelos quais sempre utiliza o quadro nas aulas.

Daiane: Eu sempre gostei do quadro / porque eu lembro que / eu ouvi de alguém / eu não lembro quem que foi / que o tempo do quadro é o tempo do aluno. É o tempo dele ((estudante)) assimilar enquanto eu estou escrevendo. Ele está copiando junto da minha escrita / ele vai assimilando mais do que eu simplesmente apontar para projeção. Então eu gosto de usar sempre o quadro quando possível.

Daiane, diferentemente de Paulo, atribui importância significativa para o quadro de giz nas suas aulas. Ela aponta na sua fala que percebe no quadro algo que interfere na dinâmica das aulas: ele molda as formas de comunicar com os estudantes. Ela ainda compara as diferenças nas formas de ensinar com o quadro frente à projeção, afirmando que o meio que faz uso de suporte material de escrita permite aos estudantes melhor assimilação do que é ensinado, se comparado aos modos como ela utiliza o meio que faz uso de suporte material de projeção.

Paulo não aponta limitações e tampouco possibilidades que o quadro lhe dá na ação, mas ele afirma que, por usar o meio que faz uso de suporte material de escrita somente para desenhar moléculas e estruturas químicas, esse meio o atende neste sentido, de permitir desenhar as estruturas no quadro. Daiane, por sua vez, aponta algumas limitações e possibilidades inerentes às ações com o quadro branco.

Daiane: Com o quadro / a questão do 3D é que fica mais difícil pra que o aluno perceba. No meu caso / eu tenho uma preocupação grande com os tamanhos das letras. Eu não sei se está todo mundo enxergando / eu fico toda hora perguntando / preocupada.

Daiane: O quadro / eu acho que é um momento que o aluno consegue ir acompanhando junto comigo / e criando aquelas ideias. Ele é importantíssimo pra gente resolver / mexer / pra que eles percebam como que eles têm que desenvolver o raciocínio na hora do exercício / durante a prova / ou outras atividades. Acho que mostra também um pouco pro aluno a limitação que a gente tem na questão da representação a mão livre / pra que eles também percebam que / quando eles vão fazer na prova / um exercício que eu estou pedindo / que eu não espero que eles façam de forma perfeita / porque eu não consigo fazer isso. Então ele já vai sabendo / meu desenho não precisa estar lindo / mas ela precisa entender a minha ideia.

Talvez o diferente grau de importância dado ao quadro de giz, pelos dois professores, reflita nas percepções que eles têm das limitações e possibilidades do recurso nas suas ações. Enquanto Paulo não aponta limitações e se restringe a apontar a possibilidades do quadro de oportunizar o desenho de estruturas, Daiane deixa claro que as limitações do quadro são tanto estruturais, como o tamanho das letras, e de visualização de representações que exigem uma percepção tridimensional. Como possibilidades, ela enfatiza a dinâmica de acompanhamento do estudante para o que é comunicado por ela. Além disso, ela acha uma vantagem o fato de que eles percebam que a representação “a mão livre” é algo inerente a uma profissão que precisa usar o desenho mais como forma de comunicar uma “ideia” do que a fazê-lo de “forma perfeita”.

As professoras de Orgânica, Rosa e Aline, relatam como concebem o uso do quadro de giz e o que mudou nas ações, do início da carreira para os dias atuais.

Rosa: Então / no começo eu só usava quadro de giz / bem no começo só usava giz e quadro. Eu fazia as anotações ((antes)) / estudava as anotações e escrevia / passava tudo lá para o quadro ((de giz)) e fazia só desenho no quadro / aí quando eu tinha modelinho eu usava modelinho / então eu sempre tive uma intimidade muito grande com o quadro ((de giz)). Aliás / quando eles me mandam para o quadro branco / aí eu já fico ((incomodada)) / já não gosto muito não. Eu prefiro o ((quadro)) de giz. Minha letra é muito ruim / então eu tenho intimidade grande com o quadro de giz.

Aline: Eu chego e escrevo um pouquinho antes ((no quadro)) / e eu quero discutir / mas eu deixo eles copiarem para adiantar. Eu deixo escrito e depois eu discuto com eles. Muitas vezes depende do conteúdo / porque / por exemplo / se eu estou explicando uma reação e eu tenho que dar um mecanismo / aí não / o mecanismo eu gosto de fazer junto com eles / porque se você deixa já pronto / não adianta muito. Mas para a Estereoquímica / às vezes / eu coloco as moléculas e eu faço uma / eu tenho tentado pelo menos fazer com que eles participem mais / principalmente hoje em dia.

Percebemos que Rosa deixa evidente sua disposição em utilizar o quadro nas suas

aulas. Porém, ela enfatiza que há diferenças em usar o quadro de giz frente ao quadro branco. Esse desconforto com o quadro branco parece ter relação com a mudança que essa outra versão do recurso causa nos modos como ela escreve as informações no plano de escrita (altera a letra). Com essa reflexão, Rosa evidencia as *affordances* do meio que faz uso de suporte material de escrita, com variações em seu *layout*, o que causa modificações em sua performance no ato de ensinar. Aline, por sua vez, evidencia o movimento que faz com relação ao uso do quadro nas aulas. Ela aponta que por vezes copia antes e explica depois. Por outras, desenvolve a escrita ao mesmo tempo em que explica.

Rosa nos diz um pouco sobre as possibilidades e limitações de utilizar o quadro de giz na disciplina de Química Orgânica. Aline, por sua vez, não aponta possibilidades, diferentes das já mencionadas e não vê limitações no uso desse meio que faz uso de suporte material.

Rosa: Eu gosto muito do quadro. O lance é que o pessoal fala do lance ((dos problemas)) do giz / saúde e tudo mais (...). Se pudesse ser um pouquinho maior / seria melhor. Ai tem aquela questão do tablado (...) eu acho que tem que ter o tablado porque ali você tem alunos altos / baixos / uns que sentam lá atrás / outros que sentam na frente. Então / muitas vezes / quando você escreve lá em baixo no quadro / quem está lá atrás não enxerga / então se você está um pouco acima / você consegue ver a sala inteira / você consegue interagir (...) Mas eu acho no sentido disso, da gente conseguir visualizar a sala como um todo / e também os alunos / e com isso o quadro fica um pouco mais alto. Você consegue escrever até lá em cima (...) então eu gosto muito do quadro verde e não sei a questão da limitação. Acho que só a questão do tamanho.

Rosa vê uma função diferente no tablado que complementa e influencia suas ações com o quadro de giz. Aqui se percebe que, novamente, as limitações e possibilidades são percebidas com relação à comunicação com os estudantes. Ela não aponta para a assimetria que o quadro cria (que para ela pode ser algo “natural”), mas para o que ele possibilita em relação à turma como um todo.

Na Química Inorgânica, Mateus e Márcia também narram um pouco sobre a utilização do quadro de giz.

Mateus: No início eu usava muito só o quadro / era bastante. Eu ia alternando / ia falando / escrevendo algumas coisas. Eu tinha que usar as anotações que eu tinha / uma coisa que eu percebia muito é que as aulas que eu tinha me saído melhor / que eu tinha apresentado uma melhora / era quando eu deixava as anotações de lado. Quando eu precisava ficar olhando muito para as anotações / ficar mais preso / eu percebia que a coisa não desenvolvia tão bem quando eu tinha essa possibilidade.

Márcia: O quadro / eu usava para fazer um exercício ou desenhar uma estrutura / mas hoje / eu vejo que o aluno / às vezes / consegue acompanhar melhor o raciocínio se eu for desenhando com ele. Então hoje eu uso um pouco mais o quadro do que antes. Eu considero que antes eu usava menos o quadro e mais o datashow.

Sobre as limitações e possibilidades do quadro de giz, Mateus e Márcia também nos dizem o que pensam.

Mateus: Essa parte de desenhos ((no quadro de giz)) que eu tenho mais dificuldades de estar fazendo / restringe um pouco né / como a visualização ((molecular)) é espacial.

Márcia: O quadro / eu acho a grande vantagem do quadro é o aluno ir acompanhando o raciocínio. Acho que o quadro é o único nisso porque se você fazer com ele ((com o estudante acompanhando)) / ele assimila muito melhor o passo a passo. Então / quando eu vou fazer diagrama / uma distribuição eletrônica do que deixar pronto.

Vejam agora o que nos disseram os professores de Química Analítica, Célia e Marcos, sobre as ações com o quadro de giz (ou branco) na profissão.

Marcos: Eu acho que / do quadro / eu não me lembro nenhuma mudança significativa não. Talvez hoje / pelo fato de ter uma experiência de muitos anos / já não tenho que ficar seguindo nenhum roteiro. Uma aula programada / no começo / não / eu estava sempre acompanhando com umas anotações / o que estava indo para o quadro era uma cópia das anotações da aula preparada. O roteiro hoje / já está todo na cabeça.

Célia: Eu acho que hoje eu sou mais organizada / bem mais organizada ((do que no início)). Porque antes eu levava / como eu usava antes muito mais o projetor / eu ia jogando informações no quadro assim. E hoje / como eu uso mais o quadro / eu acabo tendo que ter uma organização melhor do quadro / então eu vejo que hoje / eu uso quadro de uma forma muito mais organizada do que a primeira vez / e até a letra / eu acho que melhorou muito. A letra então melhorou demais e a organização também até a noção de espaço. Parece coisa simples / mas não é. No início / era bem bagunçado ((as anotações no quadro)) / agora / eu já sei ((como organizar as informações)) / eu já consigo visualizar como que vai ser a aula / o que eu vou dar. Agora eu vou dar isso / vou discutir este exemplo. Eu consigo visualizar a estrutura já no quadro / antes / eu já não conseguia / mais lá no primeiro semestre. Hoje eu já consigo visualizar a aula.

O professor Marcos não aponta limitações nem possibilidades, diferentes das já mencionadas, relativas ao uso do quadro de giz, mas Célia faz algumas observações interessantes.

Célia: É isso ((a vantagem)) / para resolver os exercícios / e acho que os alunos conseguem acompanhar melhor também do que se eu projetar isso ((as representações)) no quadro. Então / quando eu vou fazendo passo a passo ((exercícios e deduções)) no quadro / eles conseguem acompanhar / até por já ter lido e não ter dúvidas. Por exemplo / na lista de exercícios / aí é diferente / quando joga resolução no retroprojetor eles falam / tá / entendi. Mas fazendo no passo a passo eu acho que fica mais fácil deles visualizarem o que está acontecendo também.

Célia: Na verdade ((a limitação do quadro de giz)) seria o contrário ((do projetor multimídia)) / a parte gráfica. Na hora de desenhar um gráfico / mostrar uma curva / eu prefiro usar o projetor / porque no gráfico no quadro eu faço linha torta / no quadro não vai ficar bonitinho / Eu prefiro usar o projetor. Então eu acho que seria isso / a minha limitação / então por isso que eu ainda uso as duas coisas.

Por último, sobre o quadro de giz, descrevemos abaixo o que os professores de Físico-química, Felipe e Antônio, nos contam sobre as ações com esse recurso.

Felipe: Eu sempre me acostumei muito ((a escrever)) com o pincel ((no quadro branco)) / então quando eu dava aula nas escolas / eu acho que todas as escolas que eu dei aula no Ensino Médio e cursinho era ((quadro branco e)) pincel / então eu sempre usava o máximo de cores o possível porque eu sempre achei que cor era muito positivo / principalmente na físico-química. (...) O que diferencia de hoje é que eu não tinha que fazer tanto / usar tantas equações matemáticas / usar tanto a ferramenta matemática / a não ser cálculos estequiométricos / e eu sempre busquei fazer um quadro organizado / porque eu via que isso era muito positivo né / para os alunos.(...) Hoje / eu optei / foi uma opção de fazer no quadro primeiro e depois explicar. Faço no quadro de forma organizada / espero eles copiarem / porque eu gostaria / não sei se eles realmente querem isso / mas assim / ninguém nunca reclamou. (...) E depois eu tenho tempo da explicação / eu acho que tem sido muito positivo fazer assim / do que ao invés de fazer todo formalismo junto (...). Então / eu fiz / essa é uma grande mudança que eu percebi porque antes / minhas aulas eram muito mais escrevendo / porque o ritmo era outro também / eu tinha que fazer uma coisa muito mais ágil ((no cursinho)) era muito mais conteúdo pra ser passado em pouco tempo. Então / eu escrevia e já explicava / já ia escrevendo / explicando e era mais tenso por causa dessa questão de tempo. Então eu não me sentia muito bem na verdade. Hoje / eu me sinto mais tranquilo / eu acho que minha aula é mais tranquila / é sempre bom a gente repensar tudo o que pode. De repente esse ainda não seja o melhor método / mas eu vejo assim / muito alunos gostam de ter mesmo as coisas no caderno / direitinho. Então eu vejo isso como mais positivo que negativo. Essa é a minha visão (...). Eu queria que a disciplina ((Físico-química)) não fosse tão agressiva como ela já tende a ser historicamente.

Antônio: Eu acho que isso ((ação com o quadro)) não mudou não. Eu acho que eu usava mais o quadro ((do que hoje)). Eu escrevia mais / agora / quando tem texto é que eu joga pro slide / e aí / gera alguns slides com textos que eu coloco logo no *moodle*⁸ e já aviso os alunos logo que eles não precisam ficar

⁸ O *moodle* é um *software* livre, executado em um ambiente virtual, que serve de apoio à aprendizagem. Essa plataforma se volta, principalmente, para o modelo de ensino à distância, permitindo a criação de cursos

copiando. Essa coisa de *moodle* / eu comecei a usar há 1 ou 2 anos / não tem sentido o aluno ficar copiando / então quando tem texto algum conceito está lá no slide que vai pro *moodle*.

Felipe, diferentemente dos outros professores, faz reflexões sobre a importância de usar pincéis de cores diferentes nas aulas afirmando achar que essa ação é positiva. Talvez, pelo fato de usar nos dias atuais o quadro de giz, que não permite uma variação tão grande de cores como o quadro branco permite, esse apontamento tenha se apresentado como importante na hora de refletir. Assim como observamos na análise da aula de Felipe, ele explicita na sua fala a importância de copiar antes no quadro, esperar que os estudantes copiem em seus cadernos para, só depois disso, explicar o conteúdo. Essa reflexão pode ter relação com os modos com os quais ele explicava no cursinho usando o quadro. A diferença pode estar no ritmo temporal que o professor tem nesses dois contextos. No cursinho, é necessário ensinar de uma forma bem mais rápida, o que ele afirma ter gerado um desconforto para ele. Talvez, por isso, ele opte por fazer diferente nas aulas da graduação.

Antônio afirma que sua ação com o quadro de giz segue um padrão desde o início da carreira, sofrendo poucas alterações. Contudo, ele chama a atenção para a utilização do *moodle*, um recurso muito utilizado pelos professores da universidade. Vistas suas características, que destoam daquelas apresentadas pelos meios mediacionais materiais, e pelo fato de não presenciarmos professores agindo com o *software* durante as filmagens, não o consideraremos em nossas análises, apesar de reconhecermos a sua importância na comunicação em ambientes universitários.

Felipe aponta limitações e possibilidades com relação ao uso do quadro em suas aulas.

Felipe: Então / muitas vezes / alternar é muito interessante entre quadro ((e projetor multimídia)) / porque o quadro eu acho limitador nesse sentido de você ter algo sempre muito estático. Ali ((no quadro)) está parado. Igual / faço um quadro completo / eu encho o quadro de fórmulas e tudo mais / e depois / vou acrescentando uma outra coisa ali que cabe né / para explicar. Então eu acho que todas elas vão ter vantagens e desvantagens. Eu gosto muito que os alunos tenham o conteúdo no caderno / porque eu acho que / ao escrever aquilo de alguma forma / já está fazendo com que ele aprenda um pouco / e isso vai ser um facilitador na hora que a gente vai fazer uma prova. Por exemplo / é diferente de um *powerpoint* que ele / se eu fizer uma sequência / uma passagem matemática / que vão só aparecendo aquele monte de coisa e o aluno fica olhando para aquilo.

exclusivamente virtuais, além de páginas complementares das disciplinas tradicionais (lecionadas em sala de aula), grupos de trabalho e comunidades. Em 2007, na UFMG, cerca de dois anos depois de sua instauração, o *moodle* já contava com quatro mil turmas, que usavam a plataforma para complementar as atividades desenvolvidas em sala de aula.

Felipe: Sempre tudo tem vantagens e desvantagens. Acho que o quadro / ((tem a desvantagem)) de ter a coisa muito estática / de não permitir para esse nível de visualização maior ou mais aprofundada do evento ou do que você está retratando ali / e aí a conjugação / ela é algo bem bacana se você quiser fazer. Passo o formalismo / aí depois / eu posso usar um recurso ou objeto que pudesse mostrar aquilo muitas vezes.

Antônio afirma que a vantagem do quadro de giz está relacionada a praticidade por estar “preparado” em sala de aula, diferentemente do projetor multimídia que necessita ser montado.

Percebemos, com os relatos, as aproximações e as idiossincrasias com relação ao uso do quadro, um meio que faz uso de suporte material, muito comum nas aulas. Além do fato de que todos os professores utilizaram esse recurso durante as filmagens das aulas, essas ações mostraram uma variação de modos e formas de utilizá-lo historicamente, além de observarmos nas falas dos professores diferentes percepções que eles têm do meio que faz uso de suporte material na prática de ensinar.

Alguns professores apontaram mudanças ocorridas com relação à organização de informações inseridas no meio que faz uso de suporte material o que refletiu nas suas performances. Outros opinaram sobre a preferência do quadro de giz, em comparação ao quadro branco, devido à diferença na escrita a giz ou a pincel. Reflexões sobre a aproximação do quadro de giz ao ritmo que os estudantes têm, ao realizar a escrita no caderno, demonstram novamente a preocupação com os estudantes, o que influencia na escolha em utilizar o meio que faz uso de suporte material de escrita.

Quando retomamos as análises do uso do quadro pelos professores e observamos as falas o que eles relataram nas entrevistas, entendemos as justificativas dadas às ações de alguns deles com o quadro e os propósitos dessas ações, em particular. Isso pode ser observado nas falas de Aline e Felipe, dois professores que copiam o conteúdo antes no quadro e esperam que os estudantes copiem nos cadernos, para depois iniciarem as explicações. Felipe aponta também que essa ação auxilia para deixar a disciplina mais suave, visto o histórico negativo construído sobre a disciplina Físico-química. Os dois professores justificam que essa organização acontece para que os estudantes possam prestar mais atenção ao que está sendo comunicado, ao invés de se preocuparem em copiar e entender as informações, ao mesmo tempo.

Observamos múltiplos objetivos simultâneos (WERTSCH, 1998) quando comparamos as falas dos professores com as ações que descrevemos nas análises dos dados.

Por exemplo, Paulo escreve pouco no quadro porque prefere falar muito durante a aula, enquanto que Márcia e Célia gostam do quadro para explicar exercícios. Por outro lado, Célia considera que hoje escreve de forma mais organizada. Mateus e Marcos usavam notas e lembretes, um suporte escrito para memória, para reproduzir as informações no quadro, mas perceberam que quando abandonaram esse suporte, começaram a agir melhor com recurso, o que melhorou suas performances na sala de aula.

5.2.2 Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o projetor multimídia: limites e possibilidades

Sondamos também com as entrevistas aspectos específicos das ações dos professores com o meio que faz uso de suporte material de projeção, o projetor multimídia.

Na Química Geral, tanto Paulo quanto Daiane utilizaram o projetor multimídia para ensinar. Vejamos o que eles nos falam sobre o suporte material para projeção.

Paulo: Eu acho que projetor eu sempre usei / eu sempre usei porque eu gosto de preparar alguns slides que geralmente não têm muito texto / também são informações para me ajudar na aula / e uma coisa que eu sempre senti falta como estudante / era que os professores não passavam os slides ((para nós estudarmos)) / e eu gostava de ter os slides para eu poder acompanhar / escrever coisas neles / enquanto eu estava estudando. Então / hoje / uma coisa que eu sempre faço é isso / preparar com antecedência / mandar para os alunos com antecedência ((via moodle)) para quem quiser.

Paulo ainda compara a ação com o projetor multimídia com a do retroprojetor.

Paulo: Sim eu já cheguei a usar retroprojetor / mas aquele é horrível porque eu tenho a maior dificuldade com coisa tridimensional. Sempre colocava contrário ((as transparências)) invertido / me dava muito trabalho / mas eu usei aquele na UFBA / bem no início / porque lá / quando eu cheguei em 2009 / não eram todas as salas que tinham projetor multimídia. Então tinha que usar as transparências / tanto que / até hoje / eu tenho caixas de transparências que eu nunca usei / mas que tinha para usar.

Paulo: Tem diferença ((entre projetor multimídia e retroprojetor)) porque / querendo ou não / acaba que não está aquela lâmina / é difícil / porque você tem um espaço ali extremamente pequeno e que você tem que colocar uma série de informações / que você tem que mudar a lâmina / aí dando no computador é muito mais fácil. Você vai e volta muito rápido / muito mais fácil. Só usando praticamente um botão / e na lâmina não. Na lâmina você tem que manter a ordem / você tem que ter um espaço para você colocar a lâmina em ordem. Então / é muito diferente.

Daiane conta como utilizava o projetor multimídia e as mudanças sofridas ao longo do tempo.

Daiane: Eu sempre usei o ((projetor)) multimídia / até porque na Química Geral a gente tem muitos gráficos / muita ilustração / e eu não tenho habilidade pra fazer esses elementos gráficos / então eu preciso da projeção. Por isso / eu até faço com

eles alguns desenhos / eu sempre falo / vejam o ((desenho)) da projeção / porque está mais perfeito / os ângulos estão mais adequados do que o meu / desde o começo eu uso a projeção.

Daiane: Eu acho que eu usava mais ((o projetor multimídia)) do que hoje / porque eu acho que eu usava menos o quadro / por causa dessa questão dos exercícios. Mas eu sempre tive / ou acho que tenho / uma certa habilidade com essas multimídias / então sempre tentei fazer uma coisa que fosse boa pro aluno ver / nada muito poluído / o estritamente necessário. Às vezes / eu coloco informações adicionais nas imagens / que são coisas que eu sei que eles não vão encontrar nos livros. Então / isso eu coloco / mas eu não gosto de fazer com que tudo esteja no slide / lá é pra me dar um suporte pras imagens / principalmente.

Daiane: Eu acho que eu tenho melhorado a cada semestre / eu tenho feito um esforço de melhorar as imagens ((que são projetadas na tela)) / trazer imagens mais atuais de livros mais novos / às vezes verificar referências que estejam em português e não em inglês / e fazer as traduções. Trago figuras adicionais / às vezes / eu trago a mesma informação em diferentes tipos de gráficos / por exemplo / eu trabalho com propriedades periódicas. Eu gosto de trazer gráfico de ponto / gráfico de barra / diferentes formas para que o aluno perceba que a informação é a mesma / e que ele tem que saber interpretar a imagem. Então / já estou fazendo exercícios de outras habilidades.

Como observamos na aula de Paulo, ele utiliza o projetor multimídia basicamente para projetar simulações e manipulá-las. Vejamos o que ele nos diz sobre essa ação, em particular, e os propósitos para isso.

Paulo: Eu comecei a prestar atenção em simulações / na verdade / foi quando eu orientei TCC⁹ sobre simulações de um aluno na Química / que ele queria fazer um TCC focado em simulações. Eu já conhecia simulações / mas não conhecia muito *sites*. Eu lembro que / na revisão de literatura dele / eu falei assim / tenta descobrir quais são os *sites* que têm esse tipo de simulação / e aí durante essa revisão / ele conseguiu levantar vários. Aí eu comecei a ir nesse *site* e olhar todas as que tinham lá / aí eu vi que tinha muita coisa que dava para eu adaptar para as minhas aulas de Química Geral. Então / surgiu / mais ou menos aí / e seu uso / isso tem pouco tempo. Deve ter uns 3 anos no máximo.

Com relação às limitações e possibilidades do projetor multimídia, os dois professores também nos contam coisas interessantes. Paulo nos diz que vê o projetor multimídia como um meio facilitador para ensinar, não nos dando muitos detalhes sobre as possibilidades. Porém, levantou algumas limitações no sentido de representar e alterar alguma entidade submicroscópica.

⁹ TCC é o termo utilizado na universidade para designar o Trabalho de Conclusão de Curso que consiste na sistematização, registro e apresentação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos, produzidos na área do curso, como resultado do trabalho de pesquisa, investigação científica e extensão.

Paulo: Eu acho que limitação ((no projetor multimídia)) tem / é tanto que é uma coisa que geralmente eu percebo. O aluno costuma generalizar / então se você / por exemplo / mostra lá ((na simulação)) pode ser no próprio slide / só com a figura / de uma geometria trigonal plana / ou mostra lá na própria animação os ângulos de 120 graus (...). Se você mudar um daqueles átomos você pode alterar os ângulos e os alunos não percebem isso / então / em muitas animações / elas não trazem isso / elas não trazem exatamente para mostrar que não são todos lineares não / é porque o número de coordenação é 3 é que tem que ter três átomos ligados a ele um ângulo de 120 graus. Se você muda o átomo / pode ser que você mude aquele ângulo em função da repulsão que existe entre os pares de elétrons / e por aí vai. Então existem essas limitações.

Paulo nos contou, no momento em que o convidamos para participar da pesquisa, que ele estava com dificuldade em encontrar uma sala que pudesse utilizar o recurso de projeção em tela. Ele nos conta melhor esse episódio na entrevista.

Paulo: A verdade é que o problema não se resolveu. Acabei tendo que ficar lá / naquela sala ((sem tela de projeção)) / mas aí eu falei com os alunos / eu falei / ó gente / a única coisa que eu tenho é essa televisão aqui / sei que era pequena / então o que eu recomendo é / na hora que eu for mostrar alguma coisa aqui / quem tiver com dificuldade ((para visualizar)) / pode vir aqui para frente ver (...). Então foi assim / foi um problema que eu não consegui sanar / porque não tinha sala no ICEx / nem no CAD¹⁰. Não consegui encontrar sala em lugar nenhum / nem na Engenharia. Então / passei o semestre inteiro incomodado. Essa foi a verdade / foi o semestre do incômodo / a única coisa é / como eram dois cursos / com desistência grande / a turma foi reduzindo bem / então aí ficou menos pior / mas quando foi no início do semestre / que a turma estava lotada / era bem difícil.

Perguntamos a ele se ele via essa dificuldade como uma limitação.

Paulo: É uma limitação sim. Eu acho que é. Precisa ter um espaço preciso para projetar em tamanho adequado. (...) tamanho adequado / as cores tem que se manter / então eu já enfrentei problemas de / por exemplo / ter que dar aula numa sala em que o projetor mudava todas as cores / então ficava tudo de uma cor só / perdia o sentido de novo de usar aquele instrumento ou aquele meio. (...) Turmas são grandes / eu tenho turma de 40 ((estudantes)). Então quem está lá no fundo não vai ver / mas se isso ((a estrutura da molécula)) está sendo projetado ((pelo projetor multimídia)) eu consigo mexer tridimensionalmente aquele que está lá no fundo ele consegue ver.

Daiane também aponta limitações e possibilidades nas ações com o projetor multimídia.

Daiane: A projeção / eu acho que ((a limitação é)) / essa falta de dinamismo mesmo / quando a gente tem alguma coisa diferente que surge / você não consegue mudar a projeção. Ela já está com uma ordem pronta e acaba que direciona um pouco a aula / e aí / se você muda durante o processo / que o aluno falou e estava ((em slides)) à frente / não é tão simples ficar fazendo o ir e vir na projeção / dá pra fazer / mas eu prefiro não fazer porque isso gera muita confusão / esse vai e vem de slides.

¹⁰ Centro de Atividades Didáticas da UFMG.

Daiane: A projeção pra mim ela é uma ferramenta importante para trazer os desenhos de forma mais adequada / com os ângulos adequados / os gráficos bem feitos / mostrando as escalas direitinho / pra mim o *powerpoint* é mais visual de imagens / mais bem feitas para quando eles forem para os livros / eles perceberem também e consigam analisar um gráfico / e tudo mais eu não acho que a projeção ela define a aula não / mas ela é importante para agregar essas outras características / mas eu não consigo me ver dando uma aula sem isso / porque eu não tenho habilidade para fazer coisa muito bonita. Meus esboços não são bonitos.

A professora Rosa também no conta sobre as mudanças nos modos de agir com o projetor multimídia. Aline, por sua vez, não utiliza, na aula analisada o meio que faz uso de suporte material de projeção.

Rosa: Tem aula minha que é toda escrita no quadro. Hoje não / hoje eu achei um meio termo. Eu me encontrei / eu sei trabalhar cada um dos 3 ((quadro, projetor multimídia e modelo molecular)) ao mesmo tempo / mas antes eu falava assim / essa aula eu vou dar só na slide / ai na hora que chegava lá / eu falava / ah está muito chato essa aula. Os alunos estão dormindo / ai eu falava / gente / aí eu ia pro quadro. Então / eu sentia no momento que eu estava fazendo / que não estava uma aula legal / não estava uma aula interativa. Eu gosto muito de aula mais interativa / então eu ia pro quadro / eu ainda falava assim / na próxima aula / eu não vou usar transparência não. Então / assim / esse começo foi bem complicado pra mim exatamente por isso / porque chega na Orgânica I / os dois últimos capítulos são muitos mecanismos / então o quê que eu fazia / essa ((parte)) eu não vou dar na projeção / eu vou dar só no quadro / porque eu acho que os alunos tem tempo de copiar.

Rosa também nos diz sobre suas percepções quanto aos limites e possibilidades referentes ao projetor multimídia.

Rosa: É a questão de ser estático / mas hoje em dia a gente tem as telas interativas / eu nunca trabalhei ((com elas)) não / mas acho que existem as telas interativas. Limitação / não sei / difícil / alguma coisa que eu percebo que poderia ter acrescentado naquele momento / mas as aulas estão prontas / ai o tempo não me permite mexer naquele momento / ai eu sempre tento fazer para o próximo semestre / mas não sei.

Rosa: Isso também ai / eu vou para o quadro / aumento alguma coisinha ((informação que não se encontra projetada na tela)) mas não vejo além disso não / ele é paradinho lá bonitinho / o lance é que você tem que ficar subindo e descendo aquela tela o tempo todo / liga e desliga a luz / mas isso é coisa / não sei.

Rosa: Tem coisa que tem que ser na transparência mesmo / então pra você não perder tempo / e perder tempo no sentido de ficar desenhando uma coisa que já está desenhada / é bobagem / mas você tem que chamar a atenção de cada ponto que você acha importante (...). Eu acho que se você transitar bem nos dois ((quadro de giz e projetor multimídia)) os alunos até gostam. Têm

uns que podem dizer que não gostam porque eles querem ficar o tempo todo lá / copiando e tudo / mas eu acho que tem esse meio termo / que dá pra fazer as duas coisas / então assim / quando o primeiro momento que eu tive esse contato (...) Então até eu me encontrar / eu não tinha muita intimidade / eu não gostava muito ((de usar o projetor multimídia)) não / mas hoje / eu já estou tranquila / experiência né.

Mateus e Márcia, professores da Química Inorgânica também nos contam sobre as ações com o projetor multimídia.

Mateus: No início eu tive dificuldade ((em usar o projetor multimídia)) e eu usava mais pra projeção de figura. Aos poucos / eu fui colocando mais / e eu resolvi também colocar slides um pouco mais detalhados pra servir de material para o pessoal poder / também / estudar. Às vezes eu até percebo que os slides estão muito cheios e tal / mas às vezes eu prefiro / eu tento também / ler o mínimo dos slides / apontando as coisas mais importantes / e pra eles terem o material depois pra estudar. Então / às vezes eu prefiro colocar com mais informação / e também eu acho que / principalmente nesses últimos 5 anos / eu fui influenciado pelo ensino à distância ai eu acho que comecei a detalhar mais / porque lá / a gente precisava estar detalhando / inclusive nas apresentações que a gente fazia na resolução de exercícios.

Mateus nos lembra também da transição do uso do retroprojetor para o projetor multimídia.

Mateus: Normalmente no retroprojetor eu usava muitas vezes as transparências manuscritas. Normalmente elas não eram coloridas. As qualidades das imagens / algumas delas / você tem apresentando os conteúdos por etapas / já no retroprojetor não dá pra fazer.

Mateus: Comecei a usar o projetor multimídia nos anos 2000 / 2002 / é porque a gente tinha pouca disponibilidade de material. Eu comecei a usar com maior frequência quando foram instaladas nas salas no ICEX. Depois / eles começaram a ter uma sala de empréstimo no ICEX / mas ai você tinha que montar às vezes / ai ajudou demais quando eles instalaram nas salas.

Márcia faz apontamentos sobre as lembranças que tem do uso do projetor multimídia.

Márcia: Então / antes eu usava mais ((o projetor multimídia)) do que hoje / mas antes / a minha aula era um pouquinho mais / assim / é o que a gente fala que é um pouco mais parecida com o seminário do que hoje. Antes / eu acompanhava e seguia muito datashow né. E todas as informações estavam lá / então eu considerava que o aluno assimilava muito aquilo. Hoje / eu sei que não / então eu deixo lá para ele ter uma / para eu acompanhar / para o aluno também ter uma rotina né / uma sequência / só que eu vou pegando aquelas informações e vou levando para o quadro / porque eu acho que eles acompanham melhor se eu for fazendo no passo a passo. Então eu acho que hoje eu uso mais o quadro.

Sobre as limitações e possibilidades no uso do projetor multimídia, os professores Mateus e Márcia também refletem.

Mateus: Antes / eu dava aula sem projetor / eu daria conta / eu sempre levava um roteiro pra auxiliar. Hoje / provavelmente / eu teria mais dificuldade porque um tempo atrás eu usava basicamente só o quadro.

Márcia: Com coisas mais difíceis da gente desenhar / ficam mais organizadas no projetor / aí eu gosto por causa disso. (...) Têm funções parecidas ((o projetor com relação ao quadro)). O que eu gosto do projetor é o seguinte / que eu posso deixar alguma / uma lógica de informação que eles também podem usar em casa / em casa / é a primeira ((vantagem)). Eu ganho um pouquinho mais de tempo com definições / com alguma coisa / com algum desenho que aí / eu acho que eu posso focar mais em outras partes / essa é uma segunda coisa / e a terceira é algumas coisas que eu acho que são melhor visualizadas no desenho / fica melhor / mais bonito / mais bem estruturados no datashow do que no quadro. É isso que eu considero / por isso que eu utilizo mais / mas com o tempo.

Márcia: Então essa é a vantagem / eu tenho uma ordem uma sequência da minha aula que o datashow multimídia ele me permite seguir / esta sequência / bem certinho / tanto é que quando eu não tinha o projetor / mas isso era bem no começo / quando eu dava aula no CEFET / eu deixava tudo / organizava a minha ordem / organizada no caderno. Então eu me baseava naquela sequência para eu ter aquela hora de aula (...) e o multimídia me permitiu eu já acompanhar isso direto. Eu vou acompanhando e sei o que eu tenho que falar naquela aula. Ali / onde eu posso abordar mais coisas / onde eu posso abordar menos para que aquela aula renda (...) Então ele é um auxílio / e além das imagens que eu acho que ficam melhor / eu acho que com vocês eu não usei / mas eu uso de vez em quando alguns vídeos (...) aí desenho ele no quadro e depois eu ponho o vídeo / porque aí pelo vídeo que ele vai acompanhando / essa eu acho que é a grande vantagem / ele te permite coisas que você não conseguiria fazer no quadro também né.

Márcia: E também / que eu percebi / eu tenho uma maior interação inclusive com a turma / ainda mais depois que comecei a usar as transparências / principalmente os slides que eu posso ficar mais de frente para a turma.

Na Química Analítica, somente Célia utiliza o projetor multimídia. Vejamos o que ela nos diz sobre as mudanças com relação ao meio que faz uso de suporte material, e suas percepções com relação aos limites e às possibilidades que as ações com ele apresentam.

Célia: Eu tenho usado ele ((o projetor multimídia)) cada vez menos. Então / antes assim / eu usava o projetor mais para projetar gráficos / mas essa parte gráfica assim / mais a parte de colocar as equações / mostrar as equações químicas. Eu tenho feito isso tudo no quadro / então houve uma mudança do foco.

Célia: O projetor eu acho que / no caso dessa disciplina / ele é interessante para mostrar gráficos / para os alunos / até por exemplo / uma titulação / eu consigo trazer uma animação e mostrar para eles / à medida que você vai adicionando ácido ou base / você tem um ácido / você vai adicionar uma base / aí você vai conseguir demonstrar isso numa animação. Usar o projetor para isso é muito legal / mas se eu quero calcular / mostrar as reações químicas mostrar o equilíbrio / calcular o PH / no caso com várias constantes de

titulação / essa parte teórica eu acho que tem que ser feita no quadro / no passo a passo do quadro. Eu acho que eles conseguem acompanhar melhor do que se eu levar isso para o projetor. Eu acho que / talvez / quando eu pensei nisso eu estava pensando mais na minha relação com o aluno / na interação da turma.

Por último, vemos o que nos fala o professor de Físico-química, Antônio. Ele afirma que não mudou muito as formas de usar o projetor multimídia, do início da carreira para os dias de hoje. A maior mudança diz respeito à intensidade de uso, isto é, hoje ele utiliza mais o projetor multimídia do que antes. Antônio nos fala da limitação que existia quando precisava transportar o equipamento para a sala.

Antônio: Eu já dei aula no projetor que eu tinha que carregar pra sala / isso era complicado demais / era muito chato / isso me desanimava. Agora que tem disponível nas salas / fica mais fácil / apesar de que eu acho que a manutenção deles devia ser um pouco melhor pra garantir 100% que ele vá funcionar / porque às vezes / dá uns probleminhas lá né / então isso melhorou porque está lá / disponível só levo meu *notebook*.

Antônio também fala mais especificadamente sobre as limitações e possibilidades do uso do projetor multimídia e compara com o uso do quadro de giz.

Antônio: Eu acho que é fundamental / é o que eu uso o tempo inteiro principalmente o quadro né. Enfim / para alguns dados que eu tenho usado agora / gráficos / imagens às vezes eu procuro trazer alguma coisa que chame atenção dos alunos pra aula / então ai entram as imagens ((projetadas)) e tal.

Antônio: Acho que sim ((influencia na aprendizagem dos alunos)) porque dá pra notar / apesar de ter uma aula por exemplo 70% quadro e 15% de slide / aqueles 15% quebram um pouco da monotonia da aula. Se eu usar 100% quadro vai ser muito diferente / vai ficar muito mais monótona. Então / essas coisas de ir pro slide e voltar / tem aula que está direitinho / mais perfeita / e outras não / vai pros slides / volta pro quadro. Então essa coisa de tirar a monotonia da aula ((é uma possibilidade)).

Antônio: Não ((vejo limitações)). Eu acho que se a gente tiver nas salas de aula / um cuidado / um zelo maior no sentido de deixar o equipamento funcionando 100% / e a gente chegar lá / que eu tenho certeza que vai estar direitinho / ou se não funcionar / chamar alguém que possa me ajudar / só isso / para ter o recurso / tem que garantir que vai funcionar 100% / e o quadro de giz é mais fácil ((por não ter esse problema)).

O projetor multimídia, assim como o quadro, foi um meio que faz uso de suporte material bastante recorrido nas aulas que acompanhamos na pesquisa. Assim como observamos nos relatos dos professores sobre o uso do quadro, existem visões semelhantes e idiossincráticas, no que diz respeito às possíveis ações, limites e possibilidades do uso do projetor multimídia.

Por exemplo, foi recorrente a justificativa do uso do projetor para mostrar gráficos, figuras, vídeos, simulações e equações principalmente para facilitar a visualização de

informações. Alguns professores justificaram isso afirmando que possuem dificuldades em reproduzir no quadro, com perfeição, o que podem apresentar no projetor multimídia com melhor qualidade, melhor resolução.

Outro ponto interessante é o relato dos professores sobre a mudança na intensidade de uso do projetor multimídia. Alguns afirmam que usavam mais antes do que nos dias atuais. Outros usavam menos. Essas alternâncias e mudanças sempre se relacionam com o uso do quadro de giz.

Procuramos relacionar as principais reflexões que os professores fizeram sobre as mudanças históricas, que clarificam a ação mediada situada em caminhos evolutivos (WERTSCH, 1998). Para isso, organizamos a Tabela 11, que sintetiza as mudanças nas ações dos professores e como elas ocorreram, tanto com o quadro quanto com o projetor multimídia.

Tabela 11 - Síntese das mudanças históricas nas ações dos professores com o quadro e com o projetor multimídia.

Professor	Quadro de giz (ou branco)		Projetor multimídia	
	Passado	Presente	Passado	Presente
Paulo (Química Geral)	Usava muito; Chegava mais cedo e escrevia no quadro, depois isso mudou porque ele via que tinha estudante que chegava atrasado e ele precisava apagar o quadro; O quadro era bem desorganizado.	Usa menos; Usa para colocar tópicos, moléculas, fazer cálculos; O quadro hoje é mais organizado.	Usava menos; Não eram todas as salas que tinham projetor multimídia, por isso usava o retroprojetor, mas acha ele horrível. Sempre usou o projetor multimídia, mas usava menos do que hoje. Não usava simulações; Não disponibilizava os slides para os estudantes.	Usa mais do que antes; Usa simulações para auxiliar a visualização 3D; Prepara as aulas com antecedência e disponibiliza os slides para os estudantes antes da aula.
Daiane (Química Geral)	Usava somente quadro de giz e projetor multimídia no início da carreira; Usava sempre que possível	Usa sempre que possível, vem melhorando sempre.	Sempre usou projetor multimídia e o quadro no início da carreira; Começou a projetar vídeos no segundo semestre que lecionou.	Usa atualmente com frequência para mostrar imagens, vídeos, <i>gifs</i> etc. Tem se esforçado para trazer imagens mais atuais de livros mais novos, verificar referências que estejam em português, fazer as traduções; Hoje traz figuras adicionais, a mesma informação em diferentes tipos de gráficos.
Rosa (Química Orgânica)	Começou a lecionar somente usando o quadro de giz, depois, passou tudo para slides para reproduzir com o projetor multimídia.	Alterna o uso com outros recursos (como projetor multimídia e modelo molecular).	Começou a usar o projetor multimídia após usar somente o quadro de giz.	Usa com frequência nas aulas.
Aline (Química Orgânica)	Usava muito no início de carreira.	Prefere o uso quadro de giz em aulas de graduação frente ao projetor multimídia; Chega antes e copia em todo o quadro;	Quando começou a usar, usava retroprojetor e passou todas as informações slides de projetor multimídia.	Alterna o uso com outros recursos (como quadro de giz e modelo molecular); Usa pouco na graduação; Usa muito na pós-graduação.
Mateus (Química Inorgânica)	Utilizou só o quadro durante muito tempo.	Utiliza ainda para desenhar estruturas químicas ou resolver exercícios.	Começou a introduzir depois de um tempo as transparências projetadas pelo retroprojetor; Há aproximadamente 6 anos, começou a	Usa com frequência nas aulas.

			intensificar o uso do projetor multimídia.	
Márcia (Química Inorgânica)	Usava mais o quadro no início da carreira; Usava muito porque dava aulas de Química Analítica.	Usa menos o quadro do que antes porque usa também o projetor multimídia.	Usava menos o projetor multimídia e mais o quadro; Aprendeu a usar com conversas com o marido.	Usa mais hoje, com maior frequência do que antes.
Marcos (Química Analítica)	Sempre usou o quadro de giz; Não usava experimentos em complemento às informações do quadro de giz; Usava roteiros como recurso pra memória para copiar no quadro; Gastava muito tempo copiando.	Usa com frequência e complementa o uso com experimentos; Não precisa mais de roteiro para se orientar; Gasta menos tempo preparando aulas no quadro.	Já usou para projetar animações na disciplina, mas não surtiu muito efeito.	Não usa na Química Analítica, mas usa na Análise Instrumental.
Célia (Química Analítica)	Usava pouco no início de carreira; Jogava informações aleatoriamente e desorganizadamente no quadro, por usar muito o projetor multimídia; A letra era feia; Tinha pouca noção de espaço de escrita.	Usa mais o quadro de giz do que o projetor multimídia; Escreve as informações de forma mais organizada do que antes; Melhorou a forma de escrever, a letra; Melhorou sua noção de espaço; Consegue visualizar a sua ação com o quadro antes da aula.	Usava mais o projetor no início de carreira.	Usa atualmente menos o projetor multimídia do que o quadro de giz.
Antônio (Físico-química)	Não mudou muito; Usava mais que o projetor multimídia.	Não mudou muito; Usa com frequência.	Não mudou muito, mas acha que usava menos que o quadro de giz; Era mais difícil usar projetor, por ter que levá-lo para a sala de aula.	Não mudou muito, mas acha que usa mais hoje do que antes.
Felipe (Físico-química)	Não usava tanto o quadro para fazer e resolver tantas equações; Sempre foi organizado; Copiava no quadro durante a explicação; As aulas eram mais escrevendo do que explicando.	Usa muito o quadro para fazer e resolver equações; Sempre foi organizado; Copia antes no quadro, espera os estudantes copiarem para depois explicar; Aulas são mais explicando do que escrevendo.	Usava muito recursos variados (modelos moleculares, experimentos, etc.) no início da carreira e pouco projetor multimídia.	Usa mais projetor multimídia atualmente. Usa para introduzir um capítulo novo (uma unidade didática).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

As falas dos professores, sintetizadas no quadro acima, nos mostram que cada professor possui um passado em particular, relacionado a utilização do quadro e do projetor multimídia em suas aulas.

As idiossincrasias aparecem quando eles relatam as mudanças nos modos como utilizavam os dois suportes materiais. Alguns afirmam que usavam mais o quadro em detrimento do projetor e hoje usam mais o suporte material de projeção do que o de escrita. Outros apontam a intensidade de uso de cada um antes e hoje. Alguns relataram que só usavam o quadro de giz. Somente depois de um tempo começaram a usar as projeções. Ainda, houve aqueles que relataram não ter tido mudanças significativas nas ações com o recurso.

Todos os professores que nos contaram sobre as mudanças históricas em seus percursos com o quadro (de giz ou branco) nos deram detalhes interessantes sobre o uso do meio material de escrita. Percebemos, com os relatos, as idiossincrasias com relação ao quadro, um meio material muito comum nas aulas. Além do fato de que todos os professores utilizaram

esse recurso durante as aulas, observamos uma variação de modos e formas de utilizá-lo, além de observarmos, nas falas dos professores, diferentes percepções que eles têm do meio material na prática de ensinar.

Alguns professores apontaram mudanças ocorridas com relação à organização de informações inseridas no meio material o que refletiu nas suas performances. Outros opinaram sobre a preferência do quadro de giz, em comparação ao quadro branco, devido à diferença na escrita a giz ou ao pincel. Reflexões sobre a aproximação do quadro de giz ao ritmo que os estudantes têm, ao realizar a escrita no caderno, demonstram novamente a preocupação com os estudantes, o que influencia na escolha em utilizar o meio material de escrita.

Quando retomamos as ações com o quadro, detalhadas na análise dos dados e observamos as falas dos professores nas entrevistas, entendemos as justificativas dadas às ações de alguns professores com o quadro e os propósitos dessas ações, em particular. Isso pode ser observado nas falas de Aline e Felipe, dois professores que copiam o conteúdo antes no quadro e esperam que os estudantes copiem nos cadernos, para depois iniciarem as explicações. Felipe aponta também que essa ação auxilia para deixar a disciplina Físico-química mais suave, visto o histórico negativo construído sobre ela. Os dois professores justificam que essa organização acontece para que os estudantes possam prestar mais atenção ao que está sendo comunicado, ao invés de se preocuparem em copiar e entender as informações ao mesmo tempo.

Observamos múltiplos objetivos simultâneos (WERTSCH, 1998) quando comparamos as falas dos professores para as ações que descrevemos nas análises dos dados. Por exemplo, Paulo escreve pouco no quadro porque prefere falar muito durante a aula, enquanto que Márcia e Célia gostam do quadro para explicar exercícios. Por outro lado, Célia considera que hoje escreve de forma mais organizada.

Mateus e Marcos usavam notas e lembretes, um suporte escrito para memória, para reproduzir as informações no quadro, mas perceberam que quando abandonaram esse suporte para leitura, começaram a agir melhor com o quadro, o que melhorou suas performances na sala de aula. Contudo, o que emergiu de comum, em todas as falas, é a função que cada um atribui a cada um desses dois suportes materiais. No caso do quadro de giz, escrever, desenhar representações, equações etc. No caso do projetor multimídia, projetar imagens, figuras e textos.

Sintetizamos o que os professores nos disseram sobre os limites e possibilidades do uso do quadro e do projetor multimídia, na Tabela 12.

Tabela 12 - Síntese das percepções dos professores sobre os limites e possibilidades na ação com meios mediacionais.

Professor	Limites e possibilidades dos meios mediacionais nas ações dos professores			
	Quadro de giz (ou branco)		Projektor multimídia	
	Limites	Possibilidades	Limites	Possibilidades
Paulo (Química Geral)	Não aponta limitações.	Recurso de apoio, um auxiliar. É basicamente usado para representar moléculas, equações químicas e cálculos detalhadamente; Colocar tópicos; Permite desenhar estruturas químicas no quadro.	Facilita generalizações para moléculas diferentes; Se mudar um átomo na simulação, não muda o ângulo o que apresenta-se como linear; Quando projetar na TV dificulta visualização dos estudantes pelo pequeno tamanho da tela; Precisa ter um espaço preciso para projetar em tamanho adequado; Às vezes, a projeção muda as cores das imagens projetadas.	Facilitador de aprendizagem; Uso de animações ajuda para na visualização molecular; Auxilia para o comprometimento de estudantes; Dá para ver moléculas se moverem, ver ângulos; Vai e volta em informações rapidamente; Se precisa mostrar uma estrutura em 3D e o modelo molecular é pequeno, a animação projetada permite melhorar essa visualização para estudantes que se encontram no fundo da sala de aula.
Daiane (Química Geral)	Dificulta a visualização e representação em 3D; Causa preocupação porque nem sempre os estudantes enxergam bem o tamanho das letras.	Acredita que o “tempo do quadro é o tempo do aluno”; Auxilia na assimilação do que ela vai escrevendo; É importante para resolver, mexer, para que os estudantes percebam como que eles têm que desenvolver o raciocínio na hora do exercício, durante a prova ou em outras atividades; Mostra ao estudante a limitação também dos professores em escrever ou desenhar as entidades à mão livre.	Falta de dinamismo quando surge uma informação diferente da que está representada nos slides; Ter uma ordem pronta, preestabelecida, o que direciona a aula; Vai-e-vem de slides gera confusão; Não permite alterações na apresentação em tempo real; Tem que ter habilidade com mídias digitais.	Facilita a visualização dos estudantes; Complementa informações dos livros; É mais visual de imagens; Bom para representar gráficos; Mostrar ilustrações; Facilita tratar de orbitais atômicos; Auxilia a entenderem a questão do 3D por meio de projeção de vídeos; Bom para apresentar ilustrações, ângulos etc. mais adequadamente; É multimodal; Permite apresentar desenhos de forma mais adequada, gráficos em melhor escala.
Rosa (Química Orgânica)	Levanta o problema do giz para a saúde; Se escrever muito embaixo, os estudantes do fundo da sala não enxergam sem o tablado; Possui dimensões pequenas (poderia ser maior).	Auxilia para ensinar os estudantes a desenharem corretamente as estruturas no caderno; Quadro de giz permite melhoria na letra frente ao quadro branco; Dá menos sono nos estudantes; Deixa a aula mais interativa; Possibilita que os estudantes copiem nos cadernos; Permite alterar e acrescentar informações; É fixo na parede, imóvel.	Se só projetar, o estudante não consegue desenhar no caderno; Causa sono nos estudantes em aulas somente com o projetor multimídia; Dificulta para que os estudantes copiem nos cadernos; Não é estático; É difícil de alterar informações em tempo real por as aulas estarem prontas nos slides; Tem que ajustá-lo sempre (subir e descer a tela de projeção, ligar e desligar o interruptor, ascender e pagar a luz).	Tem as telas interativas que são mais dinâmicas; Ganha tempo ao utilizá-lo.
Aline (Química Orgânica)	Não aponta limitações.	Permite desenvolver o mecanismo de uma reação junto com os estudantes; Ajuda ao estudante a desenvolver o raciocínio passo a passo;	Dificulta ao estudante acompanhar o raciocínio.	Importante para fazer revisão com estudantes que iniciam na pós-graduação.
Mateus (Química Inorgânica)	Dificuldades em fazer desenhos de estruturas	Fazer exercícios ou desenhar estruturas químicas.	Não aponta limitações do projetor multimídia.	Permite ganhar mais tempo para, no final das aulas resolver exercícios; Permite passar para

	químicas; Restringe um pouco a visualização espacial; Precisava de um roteiro para auxiliar a escrita.			os estudantes os slides com mais detalhes sobre as aulas; Possibilita mostrar imagens com melhor qualidade e coloridas, frente ao retroprojetor; Não precisa de roteiro.
Márcia (Química Inorgânica)	Dificulta representar gráficos e curvas adequadamente; Desenhos ficam mais difíceis de construir no quadro; Quando só usava o quadro, precisava planejar a aula toda no caderno e usá-lo na aula; Não permite mostrar animações e vídeos.	Estudante consegue acompanhar melhor o raciocínio se vai desenhando junto com ela; Bom para desenvolver os raciocínios matemáticos junto aos estudantes; Ajuda ao estudante a desenvolver o raciocínio passo a passo. Bom para realizar cálculos.	Pode dar sono nos estudantes.	Permite realizar cálculos com maior facilidade; Apresenta uma sequência; Com coisas mais difíceis de desenhar é melhor usar o projetor. Pode disponibilizar os slides para que os estudantes estudem em casa; Ganha tempo com o tratamento das definições projetadas podendo focar mais em outras partes do conteúdo; Alguns desenhos ficam mais bonitos no slide projetado; Permite demonstrar animações e vídeos; Possui uma sequência definida que ajuda na organização; Permite maior interação com os estudantes.
Marcos (Química Analítica)	Não aponta limitações do quadro.	Bom para resolver exercícios; Permite fazer o que pode ser representado pelas simulações.	Não surte efeito projetar simulações de representações que podem ser feitas no quadro.	Bom para mostrar gráficos, tabelas e imagens.
Célia (Química Analítica)	Dificulta representar gráficos e imagens em relação ao projetor multimídia.	Permite resolver exercícios passo a passo; Ajuda ao estudante a desenvolver o raciocínio passo a passo; Estudantes acompanham melhor do que na projeção; Facilita mostrar a parte teórica da analítica do que no projetor multimídia; Permite dar ênfase nos conceitos importantes.	A ação acontece somente no sentido de ler com muita frequência as informações; Dificulta mostrar passo a passo os cálculos químicos, a parte teórica mais do que no quadro de giz.	Fica mais fácil representar as informações gráficas e imagens do que com o quadro; Possibilita mostrar animações simulando experimentos.
Antônio (Físico-química)	Se usar só quadro a aula fica monótona.	Facilitador para resolução de exercícios; Praticidade por já estar preparado na sala de aula; Não precisa preparar o quadro para dar aula.	Precisa ser montado; Equipamento tem que estar funcionando 100%; Exige preparação do material anteriormente.	Existem muitos recursos atualmente para se preparar uma aula em <i>powerpoint</i> ; Bom para projetar textos; Facilita mostrar imagens e gráficos; Quebra a monotonia da aula.
Felipe (Físico-química)	É sempre estático; Não permite esse nível de visualização maior ou mais aprofundado do evento ou do que você está retratando nele.	Permite usar pincéis de cores diferentes; Mantém as informações organizadas; Permite complementar as informações em tempo real.	Não permite complementar ou alterar informações com facilidade em tempo real.	Bom para introduzir um capítulo novo, a parte mais teórica; Bom para mostrar vídeos; Bom para demonstrar representações de entidades a nível molecular; Melhora o entendimento quando representa entidades a nível molecular; Permite mostrar coisas dinamicamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Sobre o quadro de giz, algumas percepções sobre os limites no uso desse suporte são a dificuldade de representar gráficos e imagens de forma adequada, restringe a visualização em 3D etc. Sobre as possibilidades percebidas pelos professores frente ao suporte de escrita citamos a resolução de exercícios e cálculos matemáticos, permitir alterações em tempo real, ser prático frente aos outros recursos, estático e refletir, na maioria das vezes, positivamente na aprendizagem dos estudantes.

Algumas limitações percebidas pelos professores nas ações com o projetor

multimídia são relacionadas à necessidade de se ter um espaço adequado e uma tela de projeção de tamanho adequado; equipamentos que podem alterar as cores da projeção por defeitos; falta de dinamismo para voltar ou adiantar slides, por ter uma ordem preestabelecida o que, de certa forma, direciona a aula e influencia na dinâmica; há necessidade de ficar subindo e descendo a tela, além de acender e apagar as lâmpadas da sala com frequência.

Sobre as possibilidades nas ações com o projetor multimídia, os professores relatam que o suporte material de projeção permite apresentar aos estudantes desenhos, imagens e gráficos, em melhor escala e de forma mais adequada do que quando desenhados no quadro. Nesse sentido, eles consideram o projetor multimídia um bom meio material por permitir essa apresentação de dados mais adequada; ganhar tempo de aula, ao usá-lo, por não precisar construir as representações; permitir apresentar aos estudantes animações e vídeos de fenômenos que são difíceis de reproduzir em sala e; oferecer uma ordem sequencial dos slides projetados. Esse ordenamento, segundo alguns professores, funciona como um auxiliar de memória do planejamento prévio da aula, algo que antes precisava ser feito anotando num caderno ou em notas.

Vimos também, que eles percebem diferenças no comportamento ou na aprendizagem dos estudantes quando estão em ação com determinados meios mediacionais nas aulas. Para verificarmos o que eles disseram, construímos a Tabela 13.

Tabela 13 - Percepções dos professores sobre a influência do quadro de giz e do projetor multimídia no comportamento e na aprendizagem dos estudantes.

Professor	Quadro de giz	Projetor multimídia
Paulo (Química Geral)	Percebeu que uma forma de melhorar as aulas (a aprendizagem dos estudantes) foi incorporando animação, modelos atômicos, balões e outros recursos, além do quadro e projeção.	Acredita que usar recursos diferenciados, como simulações, desperta o interesse dos estudantes fazendo com que eles se comprometam mais com os estudos na disciplina.
Daiane (Química Geral)	Acredita que o quadro é essencial para que o estudante assimile o que ela está explicando, em contraponto aos apontamentos que faz com a projeção.	Afirma que sempre se preocupou com o visual das projeções, se slides estavam mais limpos o possível para que os estudantes pudessem ver e entender; Quando desenha no quadro algumas estruturas, pede aos estudantes para vê-las na projeção porque nelas as imagens se encontram mais adequadas do que as desenhadas por ela; Acredita que dá sono nos estudantes as apresentações em slide projetadas.
Rosa (Química Orgânica)	Afirma que o tablado auxilia para que todos os estudantes visualizem as informações do quadro e assim, interajam mais com ela; Acredita que aulas com o quadro são mais interativas; Acredita que os estudantes gostam quando se transita entre o quadro e o projetor multimídia.	Acredita que só projetando informações no projetor multimídia dificulta a aprendizagem dos estudantes; Acredita que só usar o projetor deixa a aula menos interativa do que quando usa o quadro; Acredita que os estudantes gostam quando se transita entre o quadro e o projetor multimídia.
Aline (Química Orgânica)	Escreve em todo o quadro antes e vai explicando aos poucos porque acredita que assim os estudantes participam mais.	Acredita que aulas só com power point dificultam a aprendizagem de estudantes da graduação, mas é importante para revisões feitas na pós graduação.
Mateus (Química Inorgânica)	Não relata suas percepções sobre a aprendizagem dos estudantes durante a entrevista.	Começou a utilizar o projetor para ganhar mais tempo para resolver exercícios com os estudantes em sala de aula; Acredita que disponibilizar os slides para os estudantes contribui para a aprendizagem deles.
Márcia (Química Inorgânica)	Vê que os estudantes acompanham melhor o raciocínio quando ela vai resolvendo no quadro, junto com eles, passo a passo.	Ela relata que começou a usar o projetor multimídia devido a boa aceitação dos estudantes nas aulas lecionadas por seu marido; afirma que o uso do projetor multimídia melhora a interação com os

		estudantes; Permite se posicionar de frente para os estudantes melhorando a comunicação.
Marcos (Química Analítica)	Não relata suas percepções sobre a aprendizagem dos estudantes durante a entrevista.	
Célia (Química Analítica)	Facilita o acompanhamento dos cálculos e raciocínios matemáticos por parte dos estudantes; Contribui para enfatizar o tratamento dos conceitos mais importantes para os estudantes acompanharem.	Afirma que quando só usa o projetor multimídia para resolver exercícios, os estudantes não prestam muita atenção nos modos como resolvê-los. Permite melhor interação com a turma.
Felipe (Físico-química)	Acredita que copiar antes, esperar que os estudantes copiem no caderno para, só depois, explicar é positivo porque deixa a disciplina agressiva e os estudantes gostam. Tem a visão de que copiar ajuda a aprender.	Não identificamos posicionamento do professor frente a aprendizagem dos estudantes frente ao projetor multimídia.
Antônio (Físico-química)	Deixa a aula mais monótona.	Afirma que a projeção de imagens auxilia para prender a atenção dos estudantes na aula; Afirma que o recurso quebra um pouco a monotonia da aula, causada pelo uso do quadro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Percebemos pelas falas, sintetizadas na tabela acima, que os professores reconhecem a influência dos modos de usar os suportes materiais nas aulas. Alguns veem como positiva essa utilização, o que amplia a possibilidade de compartilhamentos de significados. Por outro lado, alguns veem como dificultadores de aprendizagem em certas situações. Isso mostra, novamente que as ações do professor com os meios que ele utiliza para se comunicar são particulares e próprias de cada um.

5.2.3 Mudanças que ocorreram nas ações de professores com o modelo molecular: limites e possibilidades

O modelo molecular foi um objeto mediador que apareceu nas ações da maioria dos professores nas aulas analisadas. Buscamos também entender as mudanças históricas que aconteceram na vida profissional desses professores com relação ao uso que fazem desse objeto mediador prototípico, bem como as limitações e possibilidades que eles observam ao manuseá-lo.

Começamos por ver o que disseram os professores de Química Geral. Paulo e Daiane apresentaram ações recorrentes com o modelo molecular para falar do tema Geometria Molecular e nos dão detalhes sobre elas.

Paulo: No início / eu levava tudo ((varetas desmontadas do modelo molecular)) para ser montado na sala / aí eu vi que o tempo que eu gastava para montar uma determinada molécula / ou esquematizar uma determinada geometria / era o tempo em que o aluno ficava batendo papo / conversando. Eles não ficavam com foco naquilo que eu estava fazendo. Então hoje / eu já levo tudo montado. Hoje / eu monto tudo exatamente para não ter esse tempo lá para eles ficarem batendo papo e eu poder até aproveitar melhor meu tempo de aula. Acho que o que mudou basicamente foi isso / antes eu não levava montado / hoje eu levo tudo montado que eu vou usar / ou eu chego antes para montar.

Paulo: Eu montava os modelos e / às vezes / eu via que um aluno lá na frente ficava pegando o modelo e mexendo. Então / esse semestre eu fiz diferente. Eu montava duas ou três ((estruturas com os modelos moleculares)) e distribuía para ir passando na sala / porque eu via que aquele ((estudante)) da frente ficava pegando e olhando.

Daiane: Foi no segundo semestre ((que comecei a usar o modelo molecular)). Eu usava basicamente nessa parte em que a gente vê geometria e hibridização. Desde lá eu venho usando / mesmo que eu não uso a bolinha de isopor com palitinho com eles fazendo / eu uso o meu modelo. Então no começo / eu não tinha modelo / então eu pegava emprestado com outro professor.

Daiane: Eu tento sempre usar mais ((o modelo molecular)) porque eu acho que o aluno é muito visual. Então / sempre que eu consigo colocar alguma coisa diferente / eu tento colocar porque eu tento ver que cada pessoa vai ter uma forma de aprender diferente.

Vejamos quais as limitações e possibilidades os professores, Paulo e Daiane, apontam nas ações com o modelo molecular.

Paulo: ((O tamanho do modelo molecular)) é uma limitação porque querendo ou não / ele geralmente é muito pequeno. Aí nesse semestre passado ((segundo de 2016)) / eu comecei a fazer isso com todas as turmas. Eu levo mais de um modelo montado / porque aí / enquanto eu estou explicando ((com)) um ((modelo)) / o outro está rodando a sala / os outros estão andando a sala.

Paulo: Um ponto que eu tento chamar atenção / mas que eu ainda acho que eu não chamo atenção o suficiente / é exatamente essa não linearidade ((da ciência)). Aquilo lá é um modelo para aquela molécula específica e que tem todas as limitações inerentes. Acho que limitação tem. A minha dificuldade em chamar a atenção e deixar claro para eles essas limitações que acaba que eles / acabam sempre generalizando e que eu sempre tento chamar atenção dos meus alunos nas aulas de Química / que é uma área da ciência que não dá para generalizar. É impossível generalizar de forma alguma / é pensar caso a caso.

Paulo: O modelo me dá ((possibilidades frente à simulação projetada)) / mas só que o modelo está sempre aqui comigo né? E é pequeno. Eu não consigo ter um modelo grande.

Daiane: O modelo molecular/ eu acho que / a limitação é a questão do tamanho. Eu acho que esses modelos prontos / eles são muito pequenos / então às vezes o aluno que está mais longe não consegue visualizar tão bem / até por isso / aquelas vezes ((nas disciplinas em que os estudantes tinham dificuldades em visualizar 3D)) / eu pedi para que eles fizessem seus próprios modelos / porque eles teriam na mão e às vezes / a questão de quando eu vou fazer mudanças / por exemplo / quando tem par de elétrons não ligados e eu tenho que fazer mudança de ângulo / às vezes eu não consigo por causa da tensão do modelinho. Eu acho que é mais isso / a questão do tamanho e a rigidez do modelo que não permitem que eu faça qualquer coisa ali.

Daiane: Só naquele primeiro semestre ((não usava modelo molecular)) e eu tinha muito mais dificuldade porque representar 3D no plano é muito difícil. Até o aluno acostumar com o que está para frente o que está para trás ((referente às ligações químicas ou átomos)). Na imagem ((desenhada ou projetada)) é muito complicado /

por isso que o modelo é muito importante / mas eu acho que facilita muito. Eu consigo e muita gente consegue / depois de um tempo / perceber no 2D o que é o 3D / mas às vezes um aluno que está tendo o primeiro contato / ele não percebe rápido assim.

Daiane: O modelo molecular / eu acho que ele é importante / porque ele me permite fazer alterações no sistema em tempo real / coisa que a projeção não vai me permitir / a não ser que eu já tenha pensado e criado um gif¹¹ / um vídeo / alguma coisa e / às vezes / eles vem com exemplos que eu não tinha pensado / de propor / Professor se eu trocar um cloro por um bromo / o que acontece? Então no modelo é mais fácil de fazer essa interação com elementos novos que aparecem durante a aula / e aí eu acho ótimo. Está mostrando que eles estão querendo participar / então ele me permite lidar mais com os imprevistos / com as novidades que aparecem / e a forma deles poderem ver os exemplos que estão sendo trabalhados.

Informamos à professora Daiane que ela utiliza predominantemente o modelo molecular, em detrimento dos outros meios mediacionais. Daiane se mostrou surpresa e justifica o porquê da preferência ao objeto mediador prototípico, frente aos outros recursos.

Daiane: Eu não tinha imaginado que era mais ((usado que os outros meios mediacionais)) / mas acho que deve ser algo inconsciente / de que facilita a visualização do aluno do que eu estou querendo mostrar. ((O modelo molecular)) é algo físico / ele não está pegando / mas é algo mais palpável para ele perceber o que é que eu estou querendo dizer quando eu manipulo o modelo / quando às vezes eu entorto uma ligação para mostrar que o ângulo mudou / alguma coisa assim / é mais fácil de fazer ((com o modelo molecular)) do que fazer no papel / no quadro ou fazer na projeção.

Na Química Orgânica, Rosa e Aline também se lembraram das mudanças nas ações com o modelo molecular.

Rosa: Esse trem ((os modelos moleculares)) era caro comprar. Não tem jeito de comprar. Então você se adaptava com aquilo que eu te falei / umas canetinhas / mas aí / quando a gente vai realmente dar aula com esses modelos / você vê que é muito mais interessante. Então o que é que eu fiz / vou tentar adquirir uma quantidade maior pra ver se todos os alunos conseguem ter / mesmo que não tenham ((os seus próprios modelos)) / mas tenham naquele momento / porque se eu ficar só lá / na frente / mostrando / e eles só olhando / não vai ((dar certo)). Então eu tento hoje / hoje / fazer grupinhos que / pode ser que a gente não tenha ((modelos)) para todos / mas faço grupo pequeno pra que todo mundo consiga pegar / segurar / manusear. Mas / no primeiro momento / quando eu comecei a dar aula / que era um só / tinha só um modelo / mostrar isso aqui e mostrar no quadro é a mesma coisa.

Aline: Eu sempre ((utilizo modelos moleculares)) porque estereoquímica eu sempre achava que sem modelo era impraticável. Eu sempre ((achei)) essencial neste conteúdo. Eu sempre utilizei o modelo. Eu acho que eu usava menos os modelos

¹¹ GIF é um recurso digital utilizado nas redes sociais para compartilhar pequenas animações.

((moleculares)). Eu sempre usei porque eu acho que é uma ferramenta fundamental / por exemplo / as vezes eu usava muito lá na frente / agora / muito ao longo do tempo / eu fui fazendo o seguinte / modificando / tentando levar ou dividir em grupos e ver que eles / enquanto eles explicavam / ele tinham que ter na mão ((os modelos)) também para fazer / para enxergar o que está acontecendo / porque eu achava que funcionava melhor.

Aline: Eu tento sempre arrumar um pouquinho ((outros modelos)) para distribuir para que eles mexam / ou pelo menos para que ele só de ver o tetraédrico direitinho para falar se SP3 ((que é uma hibridização do carbono)) / exatamente ou SP2 ((que é outra hibridização do carbono)) / você tem que fazer isso.

Rosa reflete sobre a utilização de modelos moleculares, discutindo as *affordances* que cada modelo tem, de modo que um determinado modelo (com as “varetas grandonas”) se adapta melhor para o ensino de estereoquímica enquanto outro (o “modelinho”) é melhor para visualizar conformações diferentes do ciclo-hexano.

Acreditamos que Rosa faz essa distinção entre modelos grandes e pequenos porque, pelo que vimos nas aulas de estereoquímica, para falar da isomeria, por exemplo, ela representa moléculas pequenas, menos volumosas, e para isso ela julga que os modelos maiores são mais adequados. Por outro lado, nos parece que, quando ela representa com o modelo molecular moléculas maiores (como derivados do ciclo-hexano) ela prefere modelos menores pela maior facilidade de manipulá-los e mantê-los coesos.

Aline deixa claro a importância que ela sempre atribuiu à utilização do modelo molecular em seu percurso profissional. Além disso, enfatiza que existem disciplinas que, sem o modelo o ensino é impraticável.

Elas também nos contam sobre os limites e possibilidades nas ações com o modelo molecular.

Rosa: Mas / o que eu sempre tentava buscar para os alunos / eram os modelos moleculares. O que adaptou com o tempo foi quais modelos usar / então eu comecei a perceber que determinado modelo era muito melhor para se trabalhar com determinada parte da disciplina do que outros / por exemplo / quando eu trabalho com cadeira / com conformações / quando a gente está trabalhando com ciclo-hexano / eu prefiro o modelinho em que você consegue / não é aquelas varetas grandonas / naquelas varetas grandonas / o ciclo-hexano fica muito deformado / ele fica ruim / então é nesse sentido / largar uma coisa e fazer outra não / porque esse da vareta ele é muito bom para trabalhar com Estereoquímica / porque ele é maior / então os alunos conseguem enxergar melhor mas só em termo de adaptação.

Aline: Talvez ((uma limitação)) é que você / por exemplo / como esses modelinhos a gente já usa há um século / e eles já / estão assim / bastante tempo / eles já / estão bem gastos. Talvez um ponto que seja falho é os comprimentos das ligações que não estão direitinho. Isso é um ponto que teria que ter ((uma adaptação)) porque eles / poder cortar tudo certinho / talvez isso / mas isso talvez seja uma limitação / e o ideal

é que todos / que cada um pudesse ter o seu / aí seria perfeito / mas essas coisas normalmente são caras / importadas. O preço é caro / mas o ideal é que um aluno de química / no primeiro semestre / devia ter o seu modelo.

Aline: Os livros / normalmente / alguns até falam para usar modelos porque eu acho / estereoquímica sem modelo / conformação / eu acho sem modelo muito difícil / porque mesmo que você pense / ele tem que ter uma noção espacial / eu penso / ele pode desenvolver / e com modelo é uma ferramenta que muita gente aprova e fala / professora / já enxerga ((a representação em 3D mentalmente)) / porque enxerga na primeira aula / não enxergava / enxergou de tanto olhar e usar.

Os dois professores de Química Inorgânica, Mateus e Márcia também disseram sobre o modelo molecular. Mateus afirmou que não percebe mudanças significativas na sua ação com o objeto. Segundo ele *se houve foram poucas / praticamente é o mesmo padrão*. Porém, nos chamou a atenção a adaptação do modelo com o uso ressignificado da fita crepe, utilizada para representar os ligantes bidentados. Quando perguntado sobre como surgiu essa adaptação, Mateus faz algumas considerações.

Mateus: Eu que tive essa ideia. Os alunos têm muita dificuldade de visualizar no espaço esses ligantes bidentados / justamente para mostrar uma sobreposição / pra tentar identificar plano de simetria. Então / isso ajudava bastante o entendimento.

Márcia se lembra do uso do modelo molecular e as mudanças que ocorreram durante a prática.

Márcia: Então / o modelo eu considero ainda que eu uso / eu uso o modelo mais na aula de geometria / isomeria / só porque/ não sei / eu acho que são as aulas que mais precisam do modelo atômico né.

Mateus, quando perguntado sobre as limitações que o modelo molecular apresenta nas ações, afirma que não consegue apontar nenhum que mereça atenção, mas fala das possibilidades ampliadas de se adaptar o modelo com a fita crepe.

Mateus: Acho que a fita diminuiu a limitação do modelo sim / acho que dá para acompanhar melhor / principalmente essas figuras que são de maior simetria. Às vezes / a gente acha que está desenhando coisa diferente / mas elas são iguais.

Márcia aponta a principal possibilidade do modelo molecular é a visão tridimensional e complementa falando sobre o objeto mediador prototípico.

Márcia: Eu ainda estou atrás de um modelo melhor / modelo maior porque aquele / eu considero ele pequeno. Mas eu acho que eu ainda utilizo ele pouco / mas eu acho um recurso muito importante. A visualização é bem diferente com modelo do que no quadro né. 3D / em especial / na isomeria. Aí / às vezes / os alunos / eles acham que dois complexos são tão diferentes / mas na verdade / eles são os mesmos. Só precisava girá-los. Então / eu acho que o modelo é muito importante / mas eu ainda

não estou satisfeita com a maneira como eu uso o modelo. Eu acho que eu posso melhorar / talvez com modelo maior / eu acho que vai melhorar a minha utilização.

Márcia: O modelo ((a vantagem)) é a visão tridimensional (...) Sempre tive muita dificuldade em visualização 3D. (...) Porque essa visão tridimensional / acho que você vai adquirindo também e aí / agora / dando aula eu sei que ele ((estudante)) tem dificuldade também de visualizar porque ouvi que tinha isso (...) Eu falo para eles construírem modelos / que foi com os alunos de dois anos atrás / Eles começaram a construir os modelos / levar para sala com balas de goma e palito. Toda vez eu falo com eles / gente podem construir um modelo / trazer / então aí / eles levam mesmo / eles levam no dia da prova / pra muitos ajuda porque muitos não têm a visão ((3D)). (...) Eu prefiro dar para ele modelinho e ele sabe a teoria ali / mas com um modelo li / ele consegue visualizar melhor até na cabeça dele / depois ele volta aquilo para cabeça dele / então eu acho que o modelo é fantástico nessa direção.

Na Tabela 14, sintetizamos os principais aspectos históricos levantados pelos professores nas entrevistas com relação ao que lembram sobre as ações com o modelo molecular.

Tabela 14 - Síntese das mudanças históricas nas ações dos professores com o modelo molecular.

Professor	História do uso do modelo molecular	
	Passado	Presente
Paulo (Química Geral)	Levava tudo desmontado; Não distribuía modelos moleculares para os estudantes.	Leva tudo montado ou chega antes da aula começar para montá-los; Distribui modelos moleculares para os estudantes.
Daiane (Química Geral)	Não usou no primeiro semestre, começou a usar no segundo ou terceiro semestre modelos de bola de isopor com palitos para tratar sobre a geometria molecular; Não tinha modelo no começo, pegava emprestado com outros professores; Já chegou a usar balões como modelos moleculares.	Usa seu próprio modelo molecular (comprado); Sempre tenta usar mais modelo nas aulas atuais.
Rosa (Química Orgânica)	Não usava muito no começo de carreira porque eram caros; Começou a inseri-los depois de um tempo, em complemento ao quadro de giz e ao projetor multimídia; Como eram caros, usava canetinhas para representar moléculas; Usava de forma demonstrativa.	Usa com frequência; Distribui para os estudantes modelos moleculares; Monta grupos de estudantes para que todos consigam aprender a manipular os modelos.
Aline (Química Orgânica)	Sempre usou modelos moleculares, mas foi usando mais gradativamente com o passar do tempo; Usava de forma demonstrativa, na frente da sala.	Sempre usa modelos moleculares; Monta grupos de estudantes para que todos consigam aprender a manipular os modelos.
Mateus (Química Inorgânica)	Poucas mudanças no padrão de ação com o modelo molecular, com relação ao presente.	Poucas mudanças no padrão de ação com o modelo molecular, com relação ao passado; Adapta os modelos com a fita crepe para demonstrar os ligantes bidentados.
Márcia (Química Inorgânica)	Quase não usava no início da carreira porque as aulas eram de Química Analítica; Tinha preconceito em usar porque acreditava que dava sono nos estudantes.	Usa e considera importante o modelo, principalmente nas aulas de geometria e isomeria.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O modelo molecular é um objeto mediador prototípico que foi utilizado por todos os pares de professores das disciplinas de Química Geral, Química Orgânica e Química Inorgânica. Nas três áreas, coincidentemente, filmamos e analisamos as aulas nas quais os professores versavam sobre a geometria dos compostos químicos. Acreditamos que esse conteúdo é propício para a utilização do objeto porque este apresenta principalmente a necessidade de visualização e representação de substâncias em 3D.

Com relação ao que nos contam os professores, observamos relatos interessantes

sobre a história do uso do objeto na vida de cada um, bem como o levantamento das limitações e possibilidades que este apresenta na ação. Sobre a história do uso do modelo molecular pelos professores, Paulo nos conta que a mudança mais importante que aconteceu surgiu a partir da observação sobre como o uso do objeto influenciava a dinâmica da aula. Isso porque ele costumava levar os modelos desmontados e, enquanto montava as estruturas de interesse, os estudantes se dispersavam. Hoje, prepara previamente o modelo de acordo com as estruturas com as quais vai ensinar e as utiliza na aula, ganhando tempo para se comunicar, além de disponibilizar modelos moleculares para os estudantes, como observamos nas análises das aulas.

Essas mudanças nas ações com o modelo indicam a influência que o objeto tem na dinâmica da aula, dependendo dos modos como o professor planeja a aula. Assim, uma construção prévia dos modelos que irá usar leva Paulo a ganhar tempo e mudar a dinâmica da aula. Wertsch (1998) insiste em que mudanças na ação mediada envolvem necessariamente mudanças tanto nos meios mediacionais quanto nos agentes, nesse caso, professor e alunos. Além disso, acreditamos que o modelo molecular deve ter alterado todo o planejamento de Paulo das aulas.

Daiane nos conta que a utilização do modelo molecular nas suas aulas é recente. Ela afirma que o que mais mudou foi que, antigamente, ela pegava os modelos moleculares emprestados com os colegas e hoje utiliza os seus próprios modelos. Ela ainda afirma que gosta muito do objeto porque ele tem a característica de chamar a atenção pelo visual, por ter dimensões 3D.

A professora Rosa também afirma que houve mudanças nas suas ações com o modelo molecular, com o passar do tempo, principalmente na dinâmica das aulas. Ela justifica essas mudanças dizendo que antes utilizava mais o modelo de forma demonstrativa e que hoje ela percebeu que os estudantes precisam aprender a manipulá-lo. Aline, por outro lado, afirma que usava menos o modelo molecular e que passou a utilizá-lo mais em aulas atuais.

Assim como Paulo, Rosa e Aline também passaram a distribuir modelos moleculares para os estudantes. Rosa afirma, ainda, que disponibiliza os modelos para que os estudantes trabalhem em grupo e nesse ponto a dinâmica de suas aulas se diferencia das demais.

Essas mudanças históricas nos modos de ação com o modelo molecular pelas professoras nos permitem fazer algumas inferências. Por exemplo, apesar de a professora Rosa afirmar que não há diferenças significativas entre ensinar, de forma demonstrativa, utilizando

o modelo na Química Orgânica ou simplesmente demonstrar as estruturas moleculares no quadro de giz, podemos inferir que ela reconhece e valoriza as possibilidades do modelo molecular, no que diz respeito a melhorar a participação, a autonomia e o engajamento dos estudantes com a disciplina. Isso pode ser evidenciado também pelas falas das professoras Daiane, Rosa e Márcia quando afirmam incentivar os estudantes a construírem seus próprios modelos com materiais alternativos e utilizá-los nas aulas.

Sintetizamos também, na Tabela 15, as principais limitações e possibilidades vistas pelos professores nas ações com o modelo molecular.

Tabela 15 - Síntese das percepções dos professores sobre os limites e possibilidades nas ações com o modelo molecular.

Professor	Limites e possibilidades que os professores atribuem ao modelo molecular nas ações	
	Limites	Possibilidades
Paulo (Química Geral)	Difíceis de usar; Se montar na sala de aula os estudantes ficam conversando; Tamanho (pequeno) às vezes atrapalha por dificultar a visualização de quem está longe do professor quando as turmas têm muitos estudantes; Causa generalização das propriedades de substâncias diferentes com a mesma geometria; Não consegue ter um modelo grande. Se é preciso mostrar uma estrutura tridimensionalmente e o modelo molecular é pequeno, precisa usar a animação.	Auxilia na visualização 3D molecular; Modelo molecular pode estar sempre com ele (diferentemente do projetor multimídia, por exemplo).
Daiane (Química Geral)	São pequenos e difíceis de enxergar; Tensão e rigidez do modelinho dificultam a mudança nos ângulos.	Auxilia na visualização 3D molecular; Permite adaptação em uma estrutura 3D em tempo real para observar as mudanças nas propriedades; Permite formas diferentes de ensinar; No modelo é mais fácil de fazer essa interação com elementos novos que aparecem durante a aula; Permite lidar mais com os imprevistos, com as novidades trazidas pelos estudantes; Tem materialidade, é palpável; É mais fácil mostrar alterações nas ligações com o modelo do que com outro recurso, principalmente quando as perguntas partem dos estudantes; Auxilia porque o estudante aprende mais com o visual.
Rosa (Química Orgânica)	São caros o que dificulta a aquisição pelos estudantes; Não ter modelos o suficiente para distribuir para todos os estudantes.	Auxilia na visualização e a desenhar no papel estruturas 3D; Adapta o tipo de modelo à unidade didática; Usa vários modelos moleculares diferentes, cada um para uma parte específica do conteúdo.
Aline (Química Orgânica)	São caros, muitas vezes é necessário importar, o que dificulta a aquisição pelos estudantes; Ao usar muito, se desgastam com facilidade; Não ter modelos o suficiente para distribuir para todos os estudantes; Escalas que o modelo apresenta são desproporcionais à realidade.	Auxilia na visualização e a desenhar no papel estruturas 3D; São essenciais no tratamento de algumas unidades didáticas da Química Orgânica.
Mateus (Química Inorgânica)	Não vê muitas limitações, mas fala das dificuldades em demonstrar ligantes bidentados nas estruturas moleculares representadas pelos modelos convencionais.	Fala das adaptações com a fita crepe que auxiliam na visualização principalmente de representações mostradas com o modelo molecular que possuem maior simetria.
Márcia (Química Inorgânica)	Modelos pequenos dificultam a visualização (reforça essa ideia algumas vezes).	É fantástico porque auxilia na visualização 3D; São essenciais no tratamento de algumas unidades didáticas da Química Inorgânica.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Algumas limitações foram apontadas pelos professores ao refletirem sobre a ação com o modelo molecular. Dentre elas, destacamos o fato de os modelos serem “pequenos demais”, o que é a justificativa dos professores Paulo e Márcia para a complementação com

outros recursos (por exemplo, as simulações que permitem visualizar em maior escala). Além disso, podemos listar uma série de limitações que foram apontadas pelos diferentes professores: possíveis generalizações que os estudantes possam fazer com relação à representação do modelo, sem levar em consideração, por exemplo, a diferença de eletronegatividade entre átomos diferentes; a rigidez e tensão das varetas que às vezes não permitem manipulá-las adequadamente; são materiais relativamente caros; quando usados com frequência se desgastam, dificultando representar moléculas mais complexas; limitações em relação à escala do modelo (por exemplo, as varetas que representam as ligações não seguem os seus comprimentos); não trazer elementos ou peças para representar os ligantes bidentados, comuns em compostos inorgânicos; etc.

Dentre as possibilidades mencionadas, destacamos nas falas dos professores a facilidade no transporte para a sala de aula; que esses modelos permitem fazer alterações no sistema em tempo real, o que incentiva a curiosidade e participação dos estudantes por proporem estruturas diferentes e geometrias diferentes e; como levantado por todos os professores, permite a representação em 3D num objeto físico e palpável, algo que está presente em outras representações apenas indiretamente.

Outro ponto que nos chamou a atenção em relação às análises que fizemos das ações com o modelo molecular é relacionado à adaptação de Mateus ao modelo molecular, na aula de Química Inorgânica, com o uso da fita crepe, que é ressignificada para representar ligantes bidentados nas estruturas dos complexos. Por meio da sua fala, durante a entrevista, Mateus deixa claro que reconhece a limitação do objeto mediador e, a partir disso, teve a ideia de complementá-lo com a fita crepe, diminuindo assim as restrições do modelo e ampliando a possibilidade de compartilhar significados. Essa é uma ação própria do professor e nos parece partir da sua sensibilidade ao considerar a limitação do objeto mediador quando ensina sobre as geometrias e características de complexos quando possuem esse tipo de ligante.

Organizamos também, em uma tabela (Tabela 16) algumas percepções relatadas pelos professores sobre o comportamento e a aprendizagem dos estudantes frente ao ensino com o modelo molecular.

Tabela 16 - Percepções dos professores sobre a influência do modelo molecular no comportamento e na aprendizagem dos estudantes.

PROFESSOR	Percepções dos professores sobre o comportamento e a aprendizagem dos estudantes com relação ao uso do modelo molecular na sala de aula
Paulo (Química Geral)	Começou a pensar no uso do modelo molecular quando viu um alto grau de reprovação dos estudantes; Se leva o modelo desmontado e monta na sala de aula os estudantes se dispersam, se leva montado, os estudantes focam na explicação e o professor aproveita mais o tempo da aula; Via que, ao montar o modelo na sala os estudantes ficavam

	curiosos e manipulavam os modelos; Quando leva montado e distribui os modelos para os estudantes, isso causa uma mudança no comportamento dos estudantes; Acredita que usar recursos diferenciados, como o modelo molecular desperta o interesse dos estudantes pela disciplina.
Daiane (Química Geral)	Facilita a visualização dos estudantes para o que ela quer mostrar; Permite aos estudantes formas diferentes de aprender por conseguir alterar as estruturas moleculares no modelo em tempo real; Pede para os estudantes montarem seus próprios modelos com materiais alternativos para aprenderem a manipulá-los; Ajuda ao estudante, no primeiro contato, entender a geometria e a disposição dos átomos nas moléculas; Incentiva a participação quando permite alterar os átomos que o compõem em tempo real e verificação do que pode mudar nas propriedades da nova molécula; é algo mais palpável para o estudante perceber o que é que ela está querendo dizer quando manipula o modelo; Preparava aulas de construção de modelos moleculares para que os estudantes pudessem usá-los nas aulas; Já utilizou balões para mostrar geometria para turmas de estudantes com dificuldades de entendimento, o que facilitou discutir ângulos, posições de átomos e planos nas moléculas; Quando percebe que com o modelo molecular os estudantes têm dificuldades de visualização, complementa a explicação com outros recursos (balões, vídeos etc.).
Rosa (Química Orgânica)	Tentava adquirir quantidades maiores para distribuir para os estudantes manipularem nas aulas; Enfatiza sempre que os estudantes têm que aprender a manipulá-los; Preocupa-se com a aprendizagem na manipulação do modelo; Organiza os estudantes em grupos para que aprendam juntos a manipular os modelos; Se o estudante não tem modelos para manipular, mostrar com o modelo ou com o quadro é a mesma coisa. Incentiva os estudantes a construírem seus próprios modelos.
Aline (Química Orgânica)	Preocupa-se com a aprendizagem na manipulação do modelo; Organiza os estudantes em grupos para que aprendam juntos a manipular os modelos.
Mateus (Química Inorgânica)	O professor não faz apontamentos sobre a influência do modelo molecular na aprendizagem dos estudantes.
Márcia (Química Inorgânica)	Incentiva os estudantes a construírem seus próprios modelos, por exemplo, com balas de goma e palitos e a professora acredita que isso ajuda na resolução de exercícios e na hora da prova.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Percebemos, com esses relatos, que a aula pode sofrer adaptações com relação à sua organização e sua dinâmica, dependendo do modo como o meio mediacional é planejado para ser utilizado, o que provoca transformações na ação mediada (WERTSCH, 1998) executada pelo professor. Quando o professor planeja a manipulação dos modelos moleculares também pelos estudantes, isso parece refletir em uma mudança no comportamento dos estudantes, que passam a manipular os modelos moleculares, na maioria dos casos, deixando de estar em uma posição de apenas observadores.

Além disso, quando os professores organizam os estudantes em grupos em prol da aprendizagem de manuseio do objeto mediador, oportunizam a cooperação, socialização e trabalho em equipe com os colegas. Acreditamos que essas mudanças nas ações com o objeto mediador prototípico podem ter sido transformadoras na dinâmica das aulas.

5.2.4 Ações de professores com os meios mediacionais utilizados para representar planos: limites e possibilidades

Como evidenciamos nas análises das aulas filmadas, alguns professores mobilizam alguns recursos físicos para representar planos, durante as ações com o modelo molecular. Acreditamos que essa mobilização seja para complementar a ação realizada com o modelo molecular. Apesar de esse ser um objeto com potencial na ação para representar em 3D compostos químicos, ele não funciona tão bem para, por exemplo, verificar a simetria.

Quando há a necessidade de se comparar regiões das representações no objeto, o

modelo molecular apresenta limitações porque a visualização de um plano se torna essencial e o modelo por si só não permite tal visualização.

Com o aparente objetivo de suprir essa limitação, alguns professores mobilizam objetos presentes no ambiente de sala de aula para representar esses planos de modo a verificar aspectos espaciais nas representações tridimensionais. Isso pode ser observado nas ações dos professores Paulo e Daiane, da Química Geral, e da professora Aline, da Química Orgânica, com objetos em forma de planos em complemento ao modelo molecular. Esses objetos foram denominados, nas análises das aulas, como objetos mediadores ressignificados.

Paulo, para representar um plano da base de uma representação molecular em geometria pirâmide trigonal, utiliza uma pasta, a qual apoia o modelo e se comunica com os estudantes. Vejamos o que nos diz o professor sobre essa ação.

Paulo: Geralmente eu uso isso ((a pasta ou objetos planos)) para quê? Porque aí / o objetivo específico é pensar que você tem o número de coordenação 4 ((representado pela geometria pirâmide trigonal do modelo molecular)) / porém / se você olhar a geometria da molécula / você vai ver que os átomos estão todos ligados. Então para eu não colocar nenhuma ligação de cor diferente ((no modelo)) para representar o par de elétrons / o que eu costumo fazer é usar esse objeto plano exatamente para o que o aluno consiga ver o formato / o formato que aquela molécula tem. Então / esses objetos ((planos)) / eles funcionam para isso. Mas eu geralmente usava essa pasta / mas no caso / eu também não usava há muito tempo isso / também é relativamente recente / tem uns três anos.

Perguntado sobre a função desses meios mediacionais para complementar a ação com o modelo molecular, Paulo nos diz que é para diminuir a limitação do objeto mediador prototípico utilizado. Para justificar essa reflexão, ele nos dá um exemplo diferente.

Paulo: Se você pega um ((exemplo)) clássico / o número de coordenação 5 / e se você coloca dois pares eletrônicos isolados / ele tem forma de T / mas se você coloca um par eletrônico / é a ((geometria)) gangorra. Se você deixar aquilo parado ((a representação do modelo em gangorra)) eu mostrava aquilo e ficava aquilo. Mas vocês não estão enxergando a gangorra / aí eles falavam / não! Aí eu lembrei / de pegar o papel e colocar ((representando o plano)) / aí quando eu coloquei o papel / aí sim / eu consegui ((mostrar a geometria semelhante à gangorra)). Com isso eu tirei uma limitação do modelo.

Daiane também nos diz sobre utilizar uma folha para representar o plano que contém os átomos em uma geometria trigonal plana. Primeiramente, ela se lembra de quando iniciou as ações com esse objeto mediador ressignificado.

Daiane: Eu acho que uso o papel há algum tempo / pelo menos 2 anos. Foi mudando ((o uso no decorrer dos tempos)) sim. Eu usava o quadro como plano no início da carreira. Não sei porque comecei a usar a folha. Acho que / talvez / estava tentando mostrar outra opção de plano / porque eu já usava a folha para mostrar os planos nodais em orbitais p / d. Eu também uso as folhas de papel para mostrar os cones nodais no orbital dz² (...) Eu já sei que quando vou falar de arranjo trigonal plano / eu precisarei usar algo para representar o plano / mas a decisão de usar o quadro ou papel vem na hora.

Daiane também reflete sobre as limitações e possibilidades que a folha de papel lhe oferece nas ações.

Daiane: O problema do papel é que ele é mole e pode não estar plano na íntegra e / de alguma forma / trazer uma imagem errada para os alunos. Eu acho que a vantagem é que eu posso colocar o plano na posição que eu precisar / vertical / horizontal / diagonal / sem mexer na molécula. Por exemplo / o quadro / quando também usado como plano / não permite rotações. Outra vantagem é o acesso fácil a este recurso. Eu normalmente uso a lista de presença ((também se constituindo como folha de papel)).

Daiane, porém diz que o papel, usado de forma ressignificada, como plano, não é tão essencial para complementar o uso com o modelo molecular.

Daiane: Eu acho que consigo explicar o modelo sem a folha. Eles ((os estudantes)) conseguem ver o arranjo sem o uso da folha. Eu gosto de enfatizar que o arranjo é trigonal plano / porque temos outro arranjo que é trigonal / o arranjo pirâmide trigonal / e eles precisam perceber as diferenças. Eu também uso a mão ((como plano)) principalmente quando preciso mostrar um plano passando no meio da molécula / o que o papel não permite ((sendo esta uma de suas limitações)).

Por último, Aline nos conta sobre sua ação com a caixa do retroprojetor que se encontra no canto da sala e com um caderno de um estudante, ambos, para representar um plano e evidenciar as ligações do modelo molecular em uma geometria tetraédrica.

Aline: ((O estudante)) tem que desenhar ((no caderno a representação em 2D)) (...) ai vai falar assim / não tô enxergando ((o plano)) / e se ele tiver / assim / não estou enxergando / você monta o modelo e tenta mostrar ((o plano)) e quando eu faço ali / eu mostro ali ((apoiado na caixa de retroprojetor)) ou mostro em um plano. O que eu quero é / como se fosse em um caderno / é isso / porque no quadro o que está para frente / pra trás / você tem que imaginar / mas se você pega o modelo e encosta ali ((na caixa do retroprojetor)) o que está no plano / se vê que tem uma ((ligação)) pra trás e uma pra frente / então é real.

Aline também reflete e nos conta sobre as limitações e as possibilidades que esses objetos mediadores ressignificados lhe oferecem nas ações.

Aline: ((O plano é um)) facilitador / só da aprendizagem / para mim é só para facilitar / único e exclusivamente para **facilitar**. Eu não vejo outra coisa / eu não vejo. Para mim é facilitar / **facilitar**. É facilitar porque a visão é tridimensional. (...) Então / quando você pega um livro assim / e se você fizer aquela partezinha onde une o livro / ali né / é uma ligação / então diedro é isso / mas quando você mostra ali / no modelo ((sem utilizar um recurso complementar para demonstrar o plano)) talvez / a pessoa não enxergue / porque / como ela está falando / porque ele tem os planos e os planos você tem que imaginar (...) ai a pessoa enxerga ((o plano)). É pra facilitar / na minha opinião / porque senão você faria no quadro e ele tem que imaginar mais né.

O que observamos com as reflexões dos professores sobre as ações com os objetos mediadores ressignificados para representar planos é que eles têm consciência sobre a complementaridade desses meios mediacionais ao modelo molecular, especificamente. Essa complementação, na visão da maioria deles, permite principalmente materializar um elemento espacial (plano), essencial para tratar de alguns conceitos envolvendo geometria e isomeria, temas principais de todas as aulas nas quais os modelos moleculares foram utilizados.

Paulo afirma que é recente a utilização da pasta com esse propósito. Segundo ele, o objetivo de usar a pasta, como plano, é facilitar a visualização das moléculas. O professor se lembra de que foi a partir da resposta dos estudantes, quando ele usou um papel com a mesma função para representar uma geometria em gangorra, que ele percebeu as potencialidades de diminuir as limitações do modelo molecular. Daiane se lembra que usa folhas para representar planos há, aproximadamente, 2 anos. Ela afirmou que mobilizava o quadro para complementar o modelo, mas via limitações nesse recurso para construir significados.

Aline, na Química Orgânica, afirma que os objetos planos auxiliam para que os estudantes aprendam a desenhar as estruturas no caderno e auxiliam a visualizar principalmente as disposições das ligações do modelo para frente e para trás, quando eles forem representar as estruturas com cunha cheia e tracejada. Ela ainda é categórica afirmando que, quando se posiciona o modelo sobre a superfície plana, o plano se torna real, se materializa.

Essa complementação do modelo molecular com os objetos mediadores ressignificados é um movimento de complementaridade que leva ao desenvolvimento da percepção visual (GIBSON, 1986), o que parece ser entendido por Aline e Daiane como “facilitadores de aprendizagem”.

Sobre as limitações apontadas pelos professores desses objetos mediadores ressignificados, podemos citar a baixa rigidez do papel, o que pode resultar numa representação inadequada do plano. No que diz respeito às possibilidades que os objetos planos apresentam podemos citar que: a folha (ou outros objetos planos móveis) como plano permite posicioná-la

em qualquer direção sem alterar a estrutura da molécula (o que planos fixos, como o quadro não permitem); acesso fácil ao recurso, vistos os vários objetos com características planares disponíveis na sala de aula (quadro, caixa do retroprojektor, cadernos, folhas, pastas etc); diminui as restrições e limitações do modelo molecular; materializa um elemento espacial; etc.

5.2.5 Ações das professoras de Química Orgânica com os objetos mediadores dêiticos: ponteira laser e vareta de apontar

Coincidentemente, observamos nas ações de Rosa e Aline, no tratamento do tema estereoquímica, que as duas professoras utilizam objetos mediadores dêiticos. Rosa utiliza uma ponteira laser em complementação à ação com o projetor multimídia. Aline, por sua vez, utiliza uma vareta de apontar, em complementação ao quadro de giz. Foi interessante observar que as duas realizam as ações com esses objetos mediadores dêiticos somente no início da aula, para enfatizar informações contidas nos meios que fazem uso de suporte material. Após abandoná-los, elas passam a enfatizar as informações de interesse por meio de apontamentos com o braço ou com os dedos indicadores estendidos. Rosa justifica o uso do objeto somente na parte inicial da aula.

Rosa: Normalmente / o início é mais teórico / fácil de visualizar e acompanhar / Depois sinto necessidade de chamar mais a atenção de alguma coisa / e acabo indo para o quadro / ou mostrando com o braço na tela / pois assim / o aluno terá um tempo maior para perceber onde exatamente estou apontando.

Sobre quando começou a utilizar esses objetos mediadores dêiticos, Aline nos conta um pouco sobre o que se lembra e justifica o porquê de usar a peça do modelo como a função de apontar.

Aline: Não dá para saber. Se eu falasse eu estaria chutando. Eu uso o recurso que eu tenho na hora / e não é planejado / quando eu usei ((a vareta de apontar)) é porque como eu quero que ele ((o estudante)) observe que é uma sequência / que um carbono está ligado no outro ((em uma estrutura desenhada no quadro)) / aí eu tenho que ligar / e este está ligado neste / está ligado neste / aí eu aponte para ele ver / aí eu vou para outra estrutura e falo / aqui não tem / só isso.

Aline: Porque isso aqui ((a vareta de apontar)) é uma parte do modelo / do modelinho. Então eu só usei ela porque eu não estava com um apontador / com uma vara / nem nada. Eu uso o modelo ((a vareta do modelo)) só porque eu vou precisar / realmente / é porque na hora / foi uma mera coincidência. Não é planejado / de jeito nenhum.

Sobre os limites e possibilidades que os objetos mediadores dêiticos que elas utilizam apresentam, Rosa e Aline nos dizem que:

Rosa: Sobre as limitações ((da ponteira laser)) / a pilha pode falhar. Outra / como o

laser é apenas um ponto / muitas vezes o aluno não acompanha onde o laser foi apontado e acaba se perdendo / daí / o fato de muitas vezes eu deixar de usá-la como ponteira e começar a apontar com a mão / na própria tela. A principal vantagem ((de se usar a ponteira laser)) é a mobilidade. Eu posso / de qualquer ponto da sala / mudar de slide / e isso facilitou muito a minha vida. Inclusive / posso andar na sala e / do fundo da sala / apontar alguma coisa no slide e continuar a explicação.

Aline: Limitação? Eu acho que os modelos / não / é a vareta em si / poderia ser qualquer objeto para apontar. Se eu tivesse uma régua na mão / eu usaria a régua / já usei uma vara grande / tipo uma antena / eu levo / mas o problema é que às vezes eu saio correndo e esqueci / aí eu não levei. Por isso que eu tive que usar esse recurso. Ponteira laser eu já usei / mas eu não gosto muito. Eu tenho / mas quando eu dou aula em slide ou alguma coisa assim eu uso / mas eu não sou muito favorável / porque você tem que tomar muito cuidado / porque é mais fácil você querer falar alguma coisa e / de repente / o laser estar apontando a outra. Então / para não correr esse risco / porque quando você está falando você tem que pensar o que você vai falar / você tem que prestar atenção nos alunos / o que eles estão entendendo / e ao mesmo tempo / agora não / se você aponta com algo fixo ou rígido / você para naquele lugar e não vai sair daquele lugar. Entende a diferença? Com outro / ponteira laser / não quer dizer que você não consiga / mas quando você vira / qualquer movimento seu / ela sai do lugar / aí você está falando de abobrinha apontando o abacaxi. É mais ou menos isso.

Pela análise das aulas e pelo que nos contam as professoras nas entrevistas, observamos que elas escolhem objetos dêiticos diferentes, agem e também percebem as ações com eles de formas diferentes. Apesar de esses objetos apresentarem funções semelhantes, as professoras percebem as *affordances* de cada um deles quando os utilizam.

Rosa e Aline enfatizam que não se lembram de quando começaram a usar a ponteira laser e a vareta de apontar nas aulas. Porém, quando falam do objeto dêitico que utilizam elas enfatizam, principalmente, as limitações e possibilidades inerentes a esses objetos.

Sobre as limitações, Rosa aponta problemas com a composição da ponteira laser, como problemas com pilhas fracas; o fato de o laser emitir um feixe luminoso difícil de fixar em um ponto, o que a faz às vezes apontar com a própria mão.

Aline, mesmo não agindo com ponteira laser na aula, se lembra das limitações quando a utilizava no passado, destacando principalmente o fato de ela poder estar falando de um aspecto e enfatizando outro, vista a mobilidade do feixe luminoso. Isso, segundo Aline, aumenta os elementos com os quais ela deve prestar atenção, isto é, deve pensar no que vai falar, nos estudantes e ainda se preocupar no que ela está enfatizando com a ponteira.

Sobre as possibilidades mencionadas, Rosa nos fala da possibilidade de se movimentar pela sala e apontar para informações no projetor multimídia de qualquer ponto da

sala. Por outro lado, Aline afirma que prefere usar, como objeto mediador dêitico, objetos rígidos que a permitam apontar um ponto específico, sustentar esse apontamento e falar ao mesmo tempo, podendo esse objeto mediador dêitico ser qualquer outro além da vareta de apontar (régua, vara, antena etc.).

Além disso, Aline cita a diferença no seu posicionamento frente aos estudantes quando utilizava a ponteira laser (sempre de costas para os estudantes) frente ao posicionamento quando utiliza um objeto mediador dêitico rígido (que possibilita falar com o corpo voltado de frente para a turma).

Vimos com essas reflexões das professoras que, mesmo objetos mediadores dêiticos, que possuem funções mais simples que outros objetos, causam mudanças e direcionam algumas de suas ações na sala de aula, visto o foco no conteúdo, na interação com os estudantes e na performance do próprio professor.

5.2.6 Ações da professora Márcia com a tabela periódica

Márcia, professora de Química Inorgânica utilizou, durante a aula, a tabela periódica que se encontrava na parede da sala. A professora também utilizou uma tabela periódica projetada pelo projetor multimídia. Perguntamos a ela sobre as ações com esse meio que faz uso de suporte material de escrita e as diferenças percebidas por ela ao usar a representação fixa na parede e aquela projetada pelo projetor multimídia.

Márcia: Então / antes eu usava mais a ((tabela periódica física da parede)) da sala. Poucas aulas é que eu usei essa ((tabela periódica)) do datashow ((projetada)). Mas é por medo dos alunos não enxergarem também / por isso que eu coloquei a da projeção / por medo deles não enxergarem a que está na lateral. Esse semestre eu estou dando aula para ((o curso de)) Engenharia de Minas / para 10 alunos só / então eu uso só a ((tabela periódica)) da sala / porque eles enxergam bem / mas quando são mais ((estudantes)) eu tenho esse medo sabe.

Márcia complementa apontando limitações e possibilidades, com relação às ações com a tabela periódica da parede.

Márcia: Então / eu acho que a limitação / eu acho que é só essa coisa que / a distância né / que eu estou dela / os alunos dela. Então se eu tivesse essa tabela / conseguisse colocar ela até lá na frente / seria melhor para mim né. E eu não gosto demais dela / tanto é que eu falo dos alunos que estão perto dela / é porque quando eu estou fazendo exemplos / eu gosto que eles me falem a distribuição eletrônica / daquilo que eu falei / e aqui ((na tabela da parede)) está tudo aqui ((a tabela periódica fixa na parede já apresenta a distribuição eletrônica dos elementos (...)) aí eu não gosto / porque a gente está aprendendo e quanto mais eu vou falando isso com ele / mas eles vão assimilando a contagem. (...) Então / pela minha tabela ((projetada pelo projetor multimídia)) lá não tem distribuição / então eu sempre / eu gosto de ver ela / porque eu gosto disso. Então eles não falam / mas não tem jeito.

Observamos, com as declarações de Márcia, as mudanças na ação mediada com relação às duas ações diferentes com o mesmo meio mediacional: a tabela periódica. Primeiramente, vemos novamente que existe uma preocupação com a aprendizagem dos estudantes, quando ela afirma ter passado a utilizar com maior frequência a tabela projetada em detrimento da tabela fixa. Segundo ela, essa opção deve, principalmente, ao fato de que quando ela se refere à tabela da parede, isso pode dificultar a visualização dos estudantes mais distantes do recurso. Isso evidencia, novamente, como meios mediacionais diferentes alteram a dinâmica de planejamento e condução das aulas, pelos professores, influenciando nos modos de compartilhamento de significados.

Márcia parece reconhecer as *affordances* de cada forma de apresentação da tabela periódica aos estudantes e as explora, na medida em que percebe os limites e possibilidades de cada uma no decorrer da aula. Por exemplo, Márcia reconhece que uma limitação da tabela periódica fixa da parede é a distância e posição nas quais ela se encontra frente aos estudantes. Além disso, ela admite que se a tabela estivesse posicionada na parte frontal da sala, preferiria usá-la, em vez de usar a tabela projetada pelo projetor multimídia. Sobre a tabela projetada, ela afirma que esse recurso apresenta a vantagem de ser visualmente melhor para os estudantes, por ser projetada na tela frontal e por ser maior e mais fácil de ser visualizada. Por outro lado, a tabela periódica da parede traz informações adicionais que Márcia prefere que os estudantes pensem para entender (como a distribuição de elétrons do último nível). Nesse momento, ela prefere utilizar a tabela periódica projetada.

Acreditamos que a sensibilidade de Márcia em perceber as limitações e possibilidades das duas representações (projetada e fixa na parede) causa transformações no modo como ela usa a tabela, se posiciona no espaço da sala de aula e como altera os modos como planeja as avaliações. Desse modo, podemos apontar que Márcia é ciente das vantagens e desvantagens em agir com a tabela periódica e a tabela fixa da parede quando explora as *affordances* de cada uma nas suas ações.

5.2.7 Ações do professor Marcos com o aparato experimental

O professor de Química Analítica, Marcos, apresentou durante a sua aula, uma ação não usual no âmbito da disciplina teórica, a qual ministrava. Essa ação diz respeito ao uso de um aparato experimental para demonstrar situações de equilíbrio de precipitação, quando a esse era causada uma perturbação. Marcos também nos fala sobre essa ação não usual nas disciplinas teóricas. Primeiramente, ele reflete sobre as mudanças nas formas de utilizar o aparato

experimental e os objetivos dessa ação.

Marcos: Eu acho que não teve mudança ((nas ações do início da carreira para os dias atuais com o experimento)) porque / inclusive / essa coisa já é bem mais recente mesmo e eu sempre tinha / já vinha com isso em mente há mais tempo / mas chegava na hora nunca implementava / porque esquecia de levar ((os materiais)) / então na realidade foi mais um policiamento meu para que eu pudesse não esquecer disso.

Marcos: É fazer que eles ((os estudantes)) percebam / mesmo que eles visualizem daqui / que está sendo explicado na forma de equilíbrio químico / equação química escrita no quadro / o problema da aula prática é que elas têm um cronograma diferente da teoria / então as vezes não acompanha.

Marcos também nos diz sobre as limitações e possibilidades que as ações com o aparato experimental apresentam na aula.

Marcos: ((Uma limitação)) é que a sala de aula não está preparada para essa aula ((experimental)). Então / é claro que no laboratório seria muito mais propício a gente fazer isso. Então / tem essa preocupação dos resíduos que eu estava gerando / e onde eu ia descartar aquilo ali? Isso é uma coisa que a gente tem que pensar em tudo / porque é uma sala de aula que não está programada pra esse tipo de coisa.

Marcos: Eu acho que aquilo chama atenção do estudante para aquela situação particular / quer dizer / ele está me focando naquilo que eu estou fazendo. Então / eu estou ganhando atenção deles. Então / eu acho que só por aí / já é um ganho. Então por um período pequeno de tempo / eu estou com a atenção voltada pra mim / no ato. O objeto ((no caso, o experimento)) está tendo esse papel / e depois / como eu disse / é ter aquela memória visual do fenômeno acontecendo.

O professor Marcos nos diz como aprendeu ou teve a ideia de começar a introduzir nas aulas teóricas os experimentos para reproduzir fenômenos químicos.

Marcos: Essas coisas a gente aprende na prática / ao longo dos anos. A gente vai percebendo / então esses experimentos em sala de aula / o que vocês viram / são coisas que eu fui pensando / ao longo do tempo / que pudesse fazer com que eles ((os estudantes)) vissem aquilo que eu ia escrever no quadro / aquilo / desenhando uma equação química / o equilíbrio desloca para direita / para esquerda / mas fica muito abstrato. Então / se ele puder ver aquilo acontecendo / formou um precipitado / e de repente o precipitado desaparece / o que isso significa? Então fica mais fácil pra eles assimilarem / aceitarem também.

Marcos nos conta que a introdução de experimentos, constituídos de objetos mediadores experimentais/fenomenológicos, foi incentivada para poder oferecer aos estudantes situações nas quais eles pudessem visualizar os fenômenos acontecerem no momento em que a parte teórica era explicada por ele utilizando o quadro de giz.

Ele justifica que as práticas são realizadas nas aulas de laboratório mas, por reconhecer que elas acontecem em momentos diferentes de quando os conceitos envolvidos são

tratados nas salas de aula, ele teve a ideia de reproduzir os fenômenos no momento das explicações.

Essas reflexões reiteram muitas daquelas que foram feitas por outros professores. A escolha ou introdução de alguns meios mediacionais nas aulas é motivada pela preocupação do professor com a melhoria na aprendizagem dos estudantes.

Essa preocupação com os modos com os quais podem ensinar, utilizando meios mediacionais alternativos na ação mediada, é recorrente e nesse caso, da aula de Marcos, causa uma transformação no ambiente da sala de aula, ao reproduzir ações mediadas que geralmente são feitas nos laboratórios de ensino. Com isso, a nosso ver, os objetos mediadores constituintes do aparato experimental causam mudanças nos padrões de ação do professor, mudanças na visão espacial da sala de aula em aulas teóricas e na aprendizagem dos estudantes ao vivenciarem fenômenos, concomitantemente à aprendizagem dos conceitos teóricos, no caso, de equilíbrio químico.

5.3 Meios mediacionais e o planejamento das aulas

Para finalizar, perguntamos aos professores se eles consideravam os meios mediacionais em seus planejamentos de aula. Tivemos respostas bastante variadas, quase todas afirmativas. Somente os professores Aline, de Química Orgânica, e Marcos, de Química Analítica, nos disseram que não consideram e nem pensam nas funções que os meios mediacionais apresentam no planejamento.

Aline: Não tem que pensar ((nas funções que os meios mediacionais têm no planejamento das aulas)) porque eu sei os pontos ((que vai tratar)) e muitas vezes / quando eu estou na pós-graduação / que ali o conteúdo é muito ((denso)) / é mais rápido para você revisar / quando é eu ainda escrevo assim / usar modelos só para eu não esquecer. Faço um lembrete. Na graduação / como eu só dou aula / eu tenho sempre o mesmo esquema. Eu já sei / então / eu sei os pontos / então eu devo ir / quando eu olho a aula antes / eu olho isso aqui tem que revisar ali / tenho que revisar / ai eu já penso onde vou usar. Eu não vou lá na hora e penso não. Pode ser porque eu tenho que olhar o modelo direitinho / eu vejo se vou querer dar o modelo para todo mundo. Se eu for dar para todo mundo / eu já levo eles / já organizo todos / senão você chega lá e não consegue nem fazer. Demora né.

Apesar de afirmar que não leva em consideração os meios mediacionais no planejamento, observamos pela fala de Aline que, minimamente, há uma visualização de como utilizar os meios nas aulas. Acreditamos que, por se tratar de uma professora experiente no Departamento, ela não despende tanto tempo pensando nos modos, vantagens ou desvantagens

de se usar os recursos nas aulas, até mesmo porque, como ela afirma durante a entrevista, ela dá aulas de Química Orgânica há muito tempo.

Marcos também justifica o porquê não pensa nas funções que os meios mediacionais têm nas suas aulas no ato de planejá-las.

Marcos: Eu não estou mais planejando as sequências das aulas / mas estou buscando / às vezes / algum exemplo novo / assim como pegar uma questão da prova passada e fazer no quadro / como exercício / e então / eu tenho um domínio maior do assunto / não só dessa disciplina / mas das ((disciplinas)) para frente.

Marcos: Antigamente eu gastava muito tempo / justamente por não ter a experiência o domínio do assunto / a gente acabava que tinha as anotações e ficava transcrevendo aquilo para o quadro / tanto que depois de um tempo essas notas de aula eu acabei por fazer um material / uma "apostila" / que eu disponibilizava para os alunos.

Todos os outros professores nos dão detalhes sobre essa etapa de planejamento.

Paulo: Eu acho que é fundamental ((pensar no planejamento com os meios mediacionais)). Tem que existir essa interação / porque você consegue mudar sua aula em função / às vezes / de coisas que você não percebeu quando você estava preparando / mas essa questão de quando usar eu já tinha ideia. Ai eu vou usar animação / aqui / vou mostrar / então já tinha essa ideia. Acaba que isso vai se modificando ao longo do tempo.

Daiane: Penso o tempo todo ((em como introduzir o meio mediacional na aula)). Não tem como ((não pensar)) / porque eu vou pensar nesse conteúdo de ligação / pra essa parte de ligação iônica. O que eu posso colocar aqui de diferente pra que os alunos entendam melhor essa parte? Então / eu já vou pensar no que eu vou usar / e se eu acho que é uma coisa viável / ai eu já tenho que pensar na estratégia da utilização daquele recurso / porque não dá pra chegar na sala de aula com um modelo sem ter planejado o que você quer fazer com ele. No caso dessa aulas que você filmou / de Geometria Molecular / eu já tenho a vivência de saber o que vou usar / os modelos / mas se for uma coisa ((disciplina)) nova / ou se eu quiser mudar um pouco do que está ali ((planejado)) eu tenho que pensar antes. Não posso deixar isso pro momento da aula / porque senão / acaba que você perde o *time* e o aluno fica na expectativa / e você está perdendo tempo / e ai / você pode perder o “fio da meada” todo / então eu tenho que planejar.

Rosa: Com certeza ((levo em consideração os meios mediacionais no planejamento das aulas)). Por exemplo / as aulas / está tudo pronto / mas eu mexi alguma coisa / ai antes da aula / dou uma olhada e vou mentalmente falando / isso aqui eu vou isso / aqui / vou falar isso então / assim / eu sempre dou uma passada antes no que eu vou fazer. Eu nunca vou pra sala de aula sem antes ter olhado / porque muitas vezes / você fala / o que era pra eu falar? O que mesmo? Você se perde. Então eu gosto sempre de passar o olho / e quando eu sei que eu tenho que usar modelo / eu já levo montado / pra gente ganhar um certo tempo / ou chego um pouco mais cedo e monto na frente deles. (...) Hoje / essa aula vai ser só para mexer com isso / aqui eu sei que eles demoram / porque eu vou fazer grupo / vou andar de grupo em grupo para ver se eles realmente enxergaram que isso aconteceu. Então / isso está tudo computado

(...) Tudo faz parte do momento que você está planejando a aula. Então na hora que eu chegar lá / depende muito da turma / mas acredito que de modo geral a gente já vai com isso mais ou menos planejado.

Mateus: Penso sim ((nas funções dos meios mediacionais no planejamento)). Eu sempre dou uma repassada total / mesmo os slides / e também tento fazer um pouco tipo / um ensaio. Eu tento recorrer o mínimo possível das anotações que tenho / porque eu acho que me deixa mais a vontade para dar aula / e eu acho que a interação com a turma é melhor.

Márcia: Penso / penso. Até que eu penso / planejo sempre que eu vou estudar a aula / eu penso qual a parte que eu vou para o quadro / e qual que é a parte que eu vou ficar só na projeção. É claro que às vezes eu chego lá e eu estou sem muito tempo para uma coisa / então eles têm uma dúvida / configuração / aí muda / aí você tem que ir ao quadro / para aquilo / ou mudar um pouco / mas eu gosto de pensar antes. Uma coisa que eu não fazia antes / e que agora / eu faço também nesse semestre / eu fiz / é levar os modelinhos montados. Porque adianta um tempo. Antes eu levava tudo desmontado / tinha que montar lá / então eu tinha que ir pensando assim / para não passar aperto / para a aula render um pouco mais.

Célia: Penso / penso sim. Hoje / eu já consigo visualizar. Isso aqui eu vou fazer no quadro / aí eu já consigo visualizar toda a minha aula / como que eu vou distribuir no quadro / até essa noção de espaço eu já consigo. Quando eu estou fazendo planejamento da aula / eu já consigo visualizar isso tudo / ah / eu vou usar o projetor para que / eu quero mostrar essa curva / eu quero mostrar esse gráfico. Este é um exemplo interessante / eu vou mostrar no projetor / mas por exemplo a dedução de uma fórmula eu vou fazer no quadro com eles / passo a passo.

Felipe: Eu penso / por exemplo / quando eu vou dar uma aula / eu vou introduzir / mesmo que ela já seja em *powerpoint* / no meio do *powerpoint* vai ter um vídeo. Eu vou buscando onde é o melhor momento adequado pra entrar / que vai construir. Para isso / eu fico tentando achar e / às vezes / eu percebo que não é que às vezes teria que estar até antes / pra eu jogar alguns conceitos / dados / antes que vai me fornecer a base para outra coisa que vem depois. Ai / mudo o planejamento e / no meu caderno mesmo / eu escrevo tudo isso de planejamento. A aula no *powerpoint* / ai eu escrevo assim / nos tópicos tais são mencionados. Por isso que dá trabalho porque você quer fazer o melhor para os alunos / ai ter isso tudo escrito é muito bom / até quando eu vou retomar no próximo semestre eu vou lá e dou uma olhada. E é isso que eu tenho que fazer.

Antônio: Penso porque vai preparar o slide vai depender vai ter um pouco mais de slide então vai ter um momento pra cada coisa.

O que percebemos pelas falas dos professores e retomando alguns pontos da entrevista é que os dois professores que afirmaram não levar em consideração os meios mediacionais no planejamento (Aline e Marcos), são professores experientes (com mais de 25 anos de experiência). Isso pode estar relacionado ao pouco ou nenhum tempo despendido para a preparação das aulas.

Todos os outros oito professores afirmam que pensam nos meios mediacionais que irão utilizar e as funções que eles têm nas ações. Alguns consideram os momentos em que eles irão ser introduzidos na ação, outros mentalizam os modos de agir com eles, além de relatarem que algumas formas de planejar as ações com os meios mediacionais partem de experiências que tiveram com os estudantes, os quais motivaram esse comportamento. A tabela 17 sintetiza as respostas dos professores relacionadas ao planejamento das aulas e os meios mediacionais.

Tabela 17 - Considerações dos professores relacionadas às funções dos meios mediacionais no planejamento das aulas.

Professor	Como relaciona os meios mediacionais no planejamento das aulas
Paulo (Química Geral)	Afirma ser fundamental considerar os meios mediacionais no planejamento das aulas; Já tinha ideia de quando usar os recursos, mas quando planeja, consegue mudar aspectos da aula, o que vai se modificando ao longo do tempo.
Daiane (Química Geral)	Afirma pensar o tempo todo nos modos de introduzir o meio mediacional na aula. Afirma se preocupar em como a introdução de um meio mediacional pode causar impactos na aprendizagem dos estudantes; Diz pensar na estratégia da utilização daquele recurso e justifica que não dá pra chegar na sala de aula com um modelo sem ter planejado o que você quer fazer com ele; Afirma que sempre que vai lecionar em uma disciplina nova, ela tem que pensar antes em como usar os recursos. Afirma que se não planejar como usar os meios mediacionais, os estudantes ficam na expectativa e o professor acaba perdendo tempo, podendo se perder durante a aula.
Rosa (Química Orgânica)	Afirma que leva em consideração os meios mediacionais no planejamento; Afirma que revisita o planejamento para ver como vai utilizar os meios que fazem uso de suporte material, se precisa montar os modelos para representar moléculas específicas, antes da aula ou no momento da aula.
Aline (Química Orgânica)	Não leva em consideração os meios mediacionais no planejamento das aulas; Não pensa porque sabe os pontos que vai tratar. Faz apenas lembretes. Afirma que já sabe os pontos que deve enfatizar nas aulas.
Mateus (Química Inorgânica)	Afirma pensar nas funções dos meios mediacionais nas aulas, no planejamento; Diz que sempre dá uma repassada total, mesmo nos slides.
Márcia (Química Inorgânica)	Afirma levar em consideração as ações com os meios mediacionais no planejamento das aulas. Segundo nos disse, ela estuda a aula e pensa em qual parte utilizará o quadro, em qual parte irá usar o projetor multimídia, por exemplo, sendo que tudo é passível de mudanças no decorrer das ações; Acredita que assim, a aula rende mais.
Marcos (Química Analítica)	Não está mais planejando as sequências das aulas, logo, não pensa nas funções dos meios mediacionais, apesar de às vezes planejar buscar algo novo para as aulas; Afirma que o motivo é porque já domina o assunto.
Célia (Química Analítica)	Afirma pensar nas funções dos meios mediacionais no planejamento das aulas e consegue visualizar sua ação com eles antes: o que fazer no quadro, como irá escrever no quadro, a noção de espaço que vai utilizar; Quando irá usar o projetor e para que, se é para mostrar uma curva ou um gráfico etc.
Antônio (Físico-química)	Afirma que pensa nas funções que os meios mediacionais apresentam no planejamento das aulas.
Felipe (Físico-química)	Afirma que leva em consideração os meios mediacionais no planejamento. Por exemplo, pensa que quando vai usar o projetor multimídia para projetar slides, em qual slide vai inserir um vídeo; afirma que vai buscando onde é o melhor momento para agir com determinado meio. Fala também que às vezes muda o planejamento e em função das ações; Altera as informações do planejamento que anota em um caderno. A aula no projetor multimídia, por exemplo, ele escreve em quais tópicos serão mencionados. Acredita que esse tipo de planejamento é trabalhoso, mas acha que é necessário porque reflète na aprendizagem dos estudantes. Afirma que quando vai lecionar no próximo semestre sempre retoma as anotações do planejamento no caderno.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ao investigarmos como os professores planejam a ação mediada por meios mediacionais nas situações de ensino, buscamos evidenciar como o processo de ensino e aprendizagem é pensado e planejado pelos professores. Percebemos que quase todos os professores consideram os meios mediacionais no planejamento das aulas, mesmo que esse planejamento sofra alterações no decorrer das aulas. Podemos inferir, portanto, que a ação mediada adquire um caráter intencional, a partir do momento em que ela é programada, com

múltiplos objetivos, pré-estabelecidos no planejamento.

Além disso, retomamos nossas reflexões sobre o que motiva os professores a planejar, utilizar, substituir ou reprogramar as ações com meios mediacionais no ambiente da sala de aula. Foi recorrente nas respostas de alguns professores e em momentos diferentes das entrevistas uma preocupação com a aprendizagem dos estudantes. Isso nos faz pensar que os professores universitários investigados possam considerar esses recursos e as formas de agir com eles importantes para o processo de construção de conhecimentos em ambientes universitários.

As entrevistas realizadas com os professores nos deram bastantes informações sobre o que denominamos ação mediada. Isso porque elas nos deram informações, do ponto de vista da aproximação sociocultural (WERTSCH, 1985, 1991, 1998), no que se refere a noção de ação mediada estar situada em um ou mais caminhos evolutivos (WERTSCH, 1998).

Nesse contexto, pudemos observar que os agentes e os meios mediacionais, quando em tensão irreduzível nas ações, sempre apresentam um passado particular e estão sempre em um constante processo de transformação (WERTSCH, 1998).

Essa afirmação pode ser confirmada quando observamos os relatos dos professores entrevistados. Nos seus discursos, eles reconheceram a importância do desenvolvimento histórico tanto nas ações que se estabeleceram com diferentes ferramentas culturais, quanto o desenvolvimento de si mesmos no processo. Wertsch (1998) afirma que entende os caminhos evolutivos na ação mediada. Isso significa entender os aspectos da mente humana e as transformações que ocorrem internamente, recorrendo às suas origens e às transições pelas quais ela passou.

Desse modo, concordamos com Pereira e Ostermann (2012) quando eles afirmam baseados nos escritos de Wertsch (1985, 1998) que, ao considerar a aproximação sociocultural, as diferenças encontradas entre indivíduos ou grupos de indivíduos devemos procurar entendê-las mais em termos da experiência particular dos agentes com um conjunto específico de ferramentas culturais do que em termos de suas capacidades gerais.

6 CATEGORIZANDO MEIOS QUE FAZEM USO DE SUPORTE MATERIAL E OBJETOS MEDIADORES

No início desta pesquisa, realizamos uma classificação dos meios mediacionais quanto às suas características. Essa subdivisão foi realizada baseada principalmente nas propriedades da Ação Mediada relacionada à materialidade dos meios mediacionais e à tensão irreduzível entre agentes e meios mediacionais (WERTSCH, 1998). Nesse contexto, avaliamos a materialidade que os meios mediacionais apresentam na ação e vistas as características de cada um, categorizamos os recursos como: *meios mediacionais de materialidade instantânea*, *meios mediacionais de materialidade temporária* e *meios mediacionais de materialidade permanente*.

Como nosso objetivo aqui é investigar como professores agem com os meios mediacionais de materialidade permanente, pudemos focar nosso olhar para a manipulação dos recursos que possuem tais características, pelos sujeitos da pesquisa. Nesse contexto, sentimos a necessidade de uma subcategorização dos meios mediacionais de materialidade permanente (tratados ao longo do texto apenas como meios mediacionais).

Essa subcategorização foi realizada vistas as capacidades de modificação do ambiente, causadas nas ações. Com essa percepção, subcategorizamos os meios mediacionais de materialidade permanente em *meios que fazem uso de suporte material*¹² e *objetos mediadores*.

Alguns exemplos do que denominamos meios que fazem uso de suporte material são aqueles com funções de projeção, escrita e leitura. Vistas essas três funções diferentes observadas nas ações dos professores com recursos com tais características, novamente, podemos subdividir e categorizar os meios que fazem uso de suporte material em três tipos: *meios que fazem uso de suporte material de projeção*, *meios que fazem uso de suporte material de escrita* e *meios que fazem uso de suporte material de leitura*.

Como observamos, os *meios que fazem uso de suporte material de projeção* são aqueles utilizados como meios e suportes específicos para projetar imagens, desenhos, textos, tabelas diagramas etc. Dentre os mais utilizados em salas de aula, podemos citar os artefatos tecnológicos que foram identificados nas ações dos professores que acompanhamos ou foram citados por eles nas entrevistas, como retroprojetor, projetores multimídia, *datashow*, dentre

¹² Novamente, gostaríamos de deixar claro que os meios que fazem uso de suporte material não são considerados meios mediacionais em sua essência. Porém, na investigação que se seguiu, por serem recursos utilizados para apresentar meios mediacionais que são projetados, escritos ou com os quais se realizam leituras, consideramos que eles são necessários para que ocorram as ações com esses meios mediacionais. Por isso, levamos em consideração esses meios nos diagramas construídos.

outros. Para esses meios que fazem uso de suporte material de projeção, levamos em consideração a tela de projeção o aparelho projetor e por vezes, computadores e auxiliares, podendo ser denominados no conjunto como aparatos de projeção.

Os *meios que fazem uso de suporte material de escrita* são aqueles utilizados, tanto por professores quanto por estudantes, como meios de inserção de informações por meio da escrita, incluindo também o desenho de imagens, equações, fórmulas e outros artefatos culturais representados manualmente. Dentre os mais utilizados nos ambientes de aprendizagem, citamos o quadro de giz (ou quadro branco), cadernos, folhas de papel, cartazes manuscritos e outros.

Por último, constituintes na categoria de meios que fazem uso de suporte material, destacamos os *meios que fazem uso de suporte material de leitura*, sendo os que fazem parte da ação de sujeitos, no sentido de serem utilizados como mediadores de textos prontos, imutáveis, diferentemente dos meios que fazem uso de suporte material de escrita. Destacamos como exemplos os livros, fichas de resumo, anotações lidas, tabela periódica, etc.

A outra subcategoria que realizamos foi nomeada como objetos mediadores. Objetos mediadores, como já explicamos, são aqueles recursos com potencial de modificar o meio quando utilizados pelos sujeitos. Apontamos, dentre eles os objetos mediadores: *dêiticos*; *prototípicos*; *metrológicos*; *ressignificados* e *experimentais/fenomenológicos*.

Os *objetos mediadores dêiticos* são aqueles utilizados para dar ênfase ou trazer em evidência algum elemento de interesse. Podemos exemplificar objetos mediadores dêiticos como a vara de apontar, ponteira laser ou algum objeto utilizado para tal função.

Os meios mediacionais, denominados *objetos mediadores prototípicos* são aqueles objetos utilizados para representar alguma entidade, amplificada ou reduzida, sendo algum modelo concreto. Podemos pensar em exemplos para essa categoria como os modelos moleculares (de vareta, de bola-vareta etc), terrários, globo terrestre, modelos de corpo humano, modelos de esqueletos, modelos planetários, modelos de estrutura de DNA etc.

Objetos mediadores metrológicos são aqueles objetos que tem a função de realizar medidas em ambientes de aprendizagem. Muito comuns em laboratórios de ciências, podemos citar os termômetros, amperímetros, manômetros, relógios, régua, bússolas, balanças, vidrarias graduadas de laboratório, transferidores etc.

A categoria denominada *objetos mediadores ressignificados* é uma categoria diferente de objetos mediadores. Esses objetos mediadores ressignificados recebem essa denominação porque são objetos que são usados na ação com funções diferentes daquelas para as quais eles foram criados (OLIVEIRA, et al., 2017) o que se aproxima da propriedade da ação

mediada conhecida como *spin-off* (WERTSCH, 1998).

Nas aulas que acompanhamos, podemos exemplificar com a folha de papel, usada por Daiane, a pasta, utilizada por Paulo, a caixa do retroprojektor e o caderno de um estudante, todos eles usados com a função de representar um plano, de forma ressignificada, em complemento à ação com o modelo molecular. Essa ressignificação, nesses casos, foi produzida no sentido de complementar o uso do modelo molecular com um elemento de simetria.

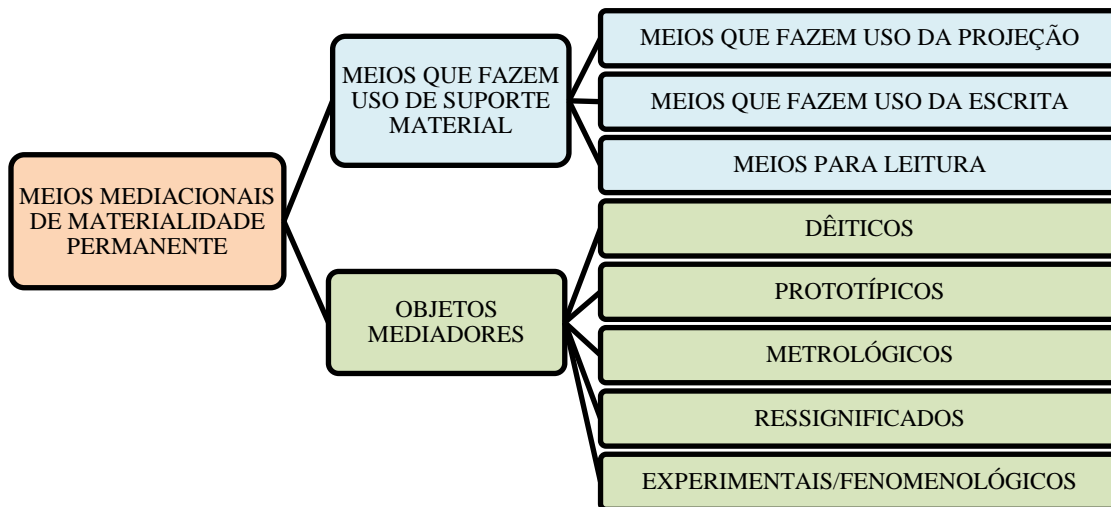
Além disso, essa categorização também deve ser pensada em termos das formas de ação, estabelecidas entre os professores e os meios mediacionais. Isto porque, dependendo do modo como o sujeito age com o meio mediacional, molda e explicita a função para a qual ele estará sendo usado, naquele momento. Por exemplo, o retroprojektor, normalmente, é utilizado para projetar imagens, como podemos ver no trabalho de Mortimer et al. (2015), no qual uma professora de Química Orgânica utiliza o retroprojektor para projetar imagens contidas nas transparências. Neste contexto, o retroprojektor poderia ser categorizado como meio que faz uso de suporte material de projeção. Em outro trabalho encontrado na literatura, Oliveira et al. (2017), os autores apresentam uma situação de ensino na qual um professor de Física usa, naquele contexto, o retroprojektor, que se constitui, na ação, como aparato experimental capaz de reproduzir o fenômeno de polarização da luz. Neste caso, o retroprojektor pode ser entendido como objeto mediador ressignificado.

Por último, chamamos a atenção para a subcategoria de objetos mediadores que contempla os aparatos experimentais. A esse agrupamento, denominamos *objetos mediadores experimentais/fenomenológicos*.

Os objetos mediadores experimentais/fenomenológicos são aqueles que, em grupo ou isoladamente, se configuram como meios mediacionais de materialidade permanente, manipuláveis capazes de produzir na ação um experimento com função de reproduzir algum fenômeno. Nessa pesquisa, destacamos as ações de Marcos, professor de Química Analítica, com tubos de ensaios e frascos com soluções. Com esses objetos, Marcos foi capaz de realizar uma atividade experimental e reproduzir o fenômeno de perturbação do equilíbrio químico das soluções. Podemos destacar também, qualquer aparato experimental, comuns nas aulas de laboratório de Ciências.

Desse modo, demonstramos esquematicamente, a seguir, as subdivisões e categorizações que realizamos baseadas, principalmente, nas ações de professores com os meios mediacionais de materialidade permanente que observamos nesta investigação.

Figura 41 - Diagrama de Categorização e subcategorização dos Meios Mediacionais.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

7 CONCLUSÕES

Este estudo permitiu analisar como professores de Química do Ensino Superior compartilham significados em salas de aula ao agirem com meios mediacionais. Além disso, resgatamos aspectos históricos relacionados às suas vivências como professores, quando em uso das ferramentas culturais.

A produção de dados ocorreu por meio de filmagem das aulas, produção de diagramas de mapeamento do uso, tabelas descritivas dos meios mediacionais utilizados e os propósitos de cada uso nas ações e gráficos de tempo de ação com cada recurso por todos os professores. Além disso, realizamos entrevistas com todos os professores participantes desta pesquisa, a fim de elucidar os aspectos históricos das ações deles com os meios mediacionais em seus percursos profissionais e as mudanças ocorridas ao longo do tempo. Esse resgate também favoreceu que esses professores explicitassem suas percepções com relação aos limites e às possibilidades apresentados nas ações com os recursos utilizados.

Destacamos, dentro dessa produção, a construção, com o auxílio do *software* NVivo11, de diagramas de codificação das ações entre os professores e os meios mediacionais. Com os diagramas, observamos que, para o tratamento do mesmo tema por professores diferentes, há alguns padrões nas ações com recursos, bem como algumas idiosincrasias. Estes aspectos foram observados tanto na escolha dos recursos e na sua recursividade, sendo que diferenças significativas foram percebidas quando a análise comparava aulas de diferentes disciplinas.

As análises e as discussões aqui apresentadas basearam na teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1998). Essa teoria foi essencial para que pudéssemos analisar as aulas sem perdermos de vista a consideração da unidade de análise que ela propõe. Nesse contexto, procuramos considerar a investigação baseada nas ações dos professores com os recursos empregados por eles. Para isso, os dados construídos permitiram uma visão mais específica das ações que se construíam no ambiente da sala de aula.

Por exemplo, quando analisamos os diagramas de mapeamento do uso dos meios mediacionais e relacionamos os dados com os gráficos e tabelas de cada aula, observamos que não poderíamos, de fato, separar os professores dos meios mediacionais nas análises e nas considerações. Esses resultados indicam que, permanentemente, no ambiente da sala de aula, enquanto os professores compartilham significados, há uma irredutibilidade entre eles e os recursos que escolhem. Isto é, podemos afirmar que, para compartilhar significados com os estudantes, os professores do Ensino Superior que acompanhamos sempre recorreram a alguma

ferramenta cultural para auxiliar na comunicação.

Outra consideração pode ser feita referente ao poder transformador que a introdução de um novo meio mediacional causa na ação mediada (WERTSCH, 1998). Foram recorrentes nas análises, essas transformações, que serviram a vários propósitos. Por exemplo, em alguns momentos, professores substituíam ações com representações em 2D (no quadro de giz ou retroprojeto) por representações em 3D, oportunizadas pelo modelo molecular. Em outra situação, complementando explicações no quadro com atividades experimentais (aula do professor Marcos).

Com exemplos desse tipo, observamos que os meios mediacionais causaram uma mudança na dinâmica da aula, seja no tipo de visualização de substâncias, seja nas características da aula ou, até mesmo, no comportamento dos professores.

Citamos, também, as observações que fizemos sobre as sequências nas ações que alguns professores realizaram em suas aulas. Essas sequências que, por vezes se repetiam na mesma aula, as denominamos como “rota de ação”. Coincidentemente, esse movimento sequencial foi facilmente observado em aulas de professores que realizavam transições entre ferramentas que permitiam alterar a visão espacial (de 2D para 3D e vice-versa), quadro de giz (ou branco) e projetor multimídia em alternância com o modelo molecular. Esses professores são Paulo e Daiane (da Química Geral), Rosa e Aline e Mateus (da Química Analítica).

Foi interessante evidenciar esse padrão nas rotas de ação, idiossincrático de cada professor, repetidas vezes nas mesmas aulas. Isso, principalmente, quando se pensa na transição entre as diferentes formas de representação dimensional. Notadamente, como já citamos, essa mudança gera uma transformação na ação mediada e, por ser recorrente, nas aulas supracitadas, indica a importância de se estabelecer uma sequência, planejada ou não.

Principalmente nas ações com os recursos que seguiam uma rota observamos, algumas vezes, a superposição de um meio mediacional com o outro para a explicação de um conceito comum. Essa superposição foi bastante evidenciada quando os professores Rosa, Aline e Mateus utilizavam o modelo molecular integrado ao quadro de giz ou à tela de projeção. Por outro lado, os outros três professores (Paulo, Daiane e Márcia) que agiram com o modelo molecular, o utilizavam sem integrá-lo a outro recurso.

Quando os professores utilizaram dois recursos simultaneamente, de maneira superposta, foi possível evidenciar as restrições e possibilidades existentes no uso de uma ferramenta frente à outra (WERTSCH, 1998). No caso do modelo molecular, superpondo-se a uma imagem desenhada ou projetada, as *affordances* dos meios nas ações ficam ainda mais

evidentes. Nesse caso, a imagem bidimensional estática, desenhada no quadro de giz, em e o modelo concreto tridimensional, que é moldável e dinâmico, se complementam.

A partir das aulas analisadas, buscamos caracterizar e categorizar os meios mediacionais identificados nas aulas. A caracterização ocorreu principalmente baseando na identificação das funções preestabelecidas de cada recurso. Todavia, para as categorizações que se seguiram, levamos em consideração as análises das ações que se estabeleceram entre os professores e os meios mediacionais, à luz das propriedades da ação mediada (WERTSCH, 1998), as funções que cada recurso utilizado assumia nas ações e as *affordances* (GIBSON, 1998) dos meios mediacionais no momento em que eles eram utilizados. Esse tripé nos auxiliou na validação das categorias que propomos.

As propriedades da ação mediada que foram usadas para a categorização, que subsidiaram a sua validação: a materialidade apresentada pelos diferentes meios mediacionais; a tensão irreduzível entre os professores e os meios mediacionais; o poder transformador da introdução de meios mediacionais na ação; os *spin-offs* e as restrições e possibilidades impostas pelos meios mediacionais em uso (WERTSCH, 1998).

Por exemplo, sobre os objetos mediadores que foram categorizados como ressignificados (pasta, caderno, folhas, caixa do retroprojeter etc.) foi necessário avaliarmos as funções que os objetos possuíam antes e durante as ações com os professores. Somente por meio dessa comparação é que foi possível concluir que aqueles recursos estavam produzindo diferentes significados nas ações analisadas. As ideias da propriedade que trata dos *spin-offs* na ação mediada (WERTSCH, 1998) foram fundamentais para reforçar essa categoria.

Nesse caso em específico, consideramos o espaço da sala de aula um ambiente propício para que ocorram tais *spin-offs*. Isso porque a sala de aula, por ser um espaço de compartilhamento de significados, é favorável para que o professor faça uso de artifícios para promover a construção de conhecimentos. Muitas vezes, para isso, ele mobiliza alguns meios de modo a explorar deles possibilidades que permitam ressignificar seu uso.

Quando o professor se comunica na aula, sempre está em ação com um meio mediacional. Observamos essa indissociabilidade entre o agente e os meios mediacionais em praticamente todas as situações de comunicação promovidas pelos professores nas aulas analisadas. Dessa maneira, concordamos com o que Wertsch (1998) problematiza como impossibilidade de separar o sujeito do meio mediacional, ao analisarmos as suas performances nas ações.

Ao relembrarmos o relato de Wertsch (1998) sobre a situação de uma ação de um saltador agindo com uma vara de saltar, percebemos que o entendimento da história desse uso

é essencial para compreendermos as origens, as possibilidades, limitações e transformações que são inerentes naquele tipo de ação. Do mesmo modo, quando recorremos às entrevistas, pudemos ampliar o entendimento para o que observamos nas análises das aulas filmadas.

Dentre as possibilidades oportunizadas pelas análises das entrevistas, pudemos tornar evidente principalmente a propriedade da ação mediada que enfatiza os caminhos evolutivos. Nesse contexto ficou mais evidente que a tensão irreduzível existente entre os professores e meios mediacionais é situada historicamente e que ambos estão sempre em processo de transformação (WERTSCH, 1998).

Em alguns dos relatos analisados, os professores apontam situações em que houve evolução tanto nas ferramentas culturais escolhidas para se comunicar quanto nas formas como os próprios professores agiam com elas.

Por exemplo, Mateus, Márcia e Rosa relataram que no início de carreira usavam basicamente um único recurso para ensinar, o quadro. Com o passar do tempo e com novas experiências e percepções sobre a própria prática, muitas vezes, motivados pela observação do comportamento dos estudantes, frente ao processo, houve mudanças históricas tanto dos recursos escolhidos para se comunicarem quanto nas formas de agir com eles. Com isso, introduziam nas ações novos recursos (projetores, modelos moleculares etc.) ou alteravam as formas de utilizar o próprio quadro.

Nesse contexto, e baseando nos resultados das análises das entrevistas, é importante refletirmos sobre quem ou o quê de fato evolui no processo. Muitas vezes, justificamos as mudanças das performances dos professores pela ampliação de níveis de conhecimento e experiências adquiridos ao longo dos anos. Porém, se considerarmos a tensão irreduzível entre sujeitos e meios mediacionais e os caminhos evolutivos, devemos considerar, também, as transformações históricas que os professores e os meios mediacionais sofreram no processo.

Outro ponto recorrente identificado nas respostas dos professores tem a ver com as restrições e possibilidades que os meios mediacionais apresentam na ação. Wertsch (1998), quando delineou essa propriedade apoiado nos conceitos de *affordances* de Gibson (1986), enfatiza que, mesmo quando uma ferramenta cultural que é utilizada por um agente diminui as limitações dessa na ação mediada, a própria ferramenta introduz outras novas que lhe são próprias. Wertsch também afirma que, a forma mais comum de se reconhecerem essas novas restrições e as possibilidades, é olhar em retrospecto, isto é, para o passado e comparar as mudanças nos processos. Dessa maneira, observando o que os professores nos disseram sobre como era no início das suas carreiras, o que se lembram de ter mudado e, comparado ao que

observamos nas aulas, podemos entender as mudanças nos caminhos evolutivos, bem como os limites e possibilidades nas ações dos professores quando utilizavam os meios mediacionais.

Uma implicação da abordagem de Vigotski para o estudo que se seguiu é relacionada à afirmação de que a introdução de um novo meio mediacional nas atividades interpessoais causa uma transformação intrapessoal fundamental.

Por exemplo, a transição do retroprojeter ao projetor multimídia, a transição entre representações 2D e 3D da mesma molécula, a complementação de objetos com outros capazes de potencializar o entendimento do que é comunicado, favorecem tais transformações. Porém, essas transformações significativas são dependentes dos modos como os professores preparam suas aulas, ensinam aos estudantes e, no contexto desta pesquisa, escolhem os recursos para se comunicarem. Dessa maneira, acreditamos que essas ações contribuem para que os estudantes possivelmente realizem determinadas atividades mentais que talvez não fossem possíveis, ou fossem dificilmente conseguidas sem a vivência com tais meios mediacionais. A ideia básica é que novas ferramentas psicológicas proporcionam novas possibilidades para o estudante.

Uma implicação desta pesquisa é relacionada às análises das ações dos professores com os meios mediacionais em salas de aula do Ensino Superior. Essas análises nos permitiram caracterizar um conjunto de aulas da Química, levando em consideração não apenas a performance discursiva do professor, mas a ampliação das possibilidades de comunicação com os meios mediacionais. Desse modo, entendemos que os resultados auxiliam na compreensão de dinâmicas de ensino promovidas em aulas promovidas no Ensino Superior, ainda pouco estudadas.

Reconhecemos que essa pesquisa poderia ser ampliada se levássemos em consideração o que denominamos como meios mediacionais de materialidade instantânea e meios mediacionais de materialidade intermediária. Contudo, acreditamos que o que apresentamos nessa dissertação pode servir como um “gatilho” para que pesquisas futuras problematizem e relacionem esses meios mediacionais com aqueles que tratamos nesta pesquisa.

Além disso, restringimos nossa pesquisa no campo das Ciências Naturais, mais especificamente no âmbito da Química. É interessante ampliarmos essas investigações para outras áreas do conhecimento, para obtermos uma visão mais ampla, de modo a reconhecermos padrões e idiosincrasias nas áreas da Ciência da Vida e da Natureza. Isso pode ampliar as discussões sobre o uso de meios mediacionais em aulas de ciências, podendo essa também ser uma proposta para trabalhos futuros.

Outro foco a ser explorado é investigar as formas como os estudantes utilizam

meios mediacionais para a aprendizagem em sala de aula. Isso porque observamos, em algumas aulas, que os estudantes, durante as explicações dos professores, usam alguns meios mediacionais.

Acreditamos que esta pesquisa contribui para o entendimento da utilização de meios mediacionais em salas de aula, além de possibilitar a discussão e elaboração de diferentes estratégias a serem utilizadas pelos professores universitários. Com essa abordagem, podemos problematizar a inserção de recursos na construção de conhecimentos.

Como afirmamos anteriormente, as aulas de cursos de graduação da universidade, apesar de muito importantes para a sociedade, são um objeto ainda pouco estudado. Por isso, a caracterização dessas aulas ultrapassa os limites disciplinares e pode ter relevância institucional, por ser aplicável em todas as áreas do conhecimento. Assim, acreditamos que entender a história, as possibilidades e as limitações do uso de meios mediacionais no contexto da sala de aula pode contribuir para aprofundarmos o entendimento que estamos construindo das aulas de Ensino Superior. Finalmente, há que se destacar que os conhecimentos sobre as aulas no Ensino Superior produzidos no contexto desta pesquisa podem ser estendidos a outras instituições de ensino, vista a crescente preocupação das instituições na formação de professores.

Nesse contexto, para cada novo meio mediacional que entra na história de um professor, sempre terá atribuído em si possibilidades e limitações. Com essa abordagem, podemos problematizar a inserção de novas tecnologias na construção desse importante mediador, construir uma série de conhecimentos sobre os novos recursos e como eles se articulam aos multimodos e ao discurso usado por professores universitários.

REFERÊNCIAS

- BRASIL/MEC. A democratização e expansão da educação superior no país 2003-2014. Brasília: Ministério da Educação, 2014.
- BURKE, K. **A grammar of motives**. Los Angeles: University of California Press, 1969.
- BUTY, C.; MORTIMER, E. F. Dialogic/authoritative discourse and modelling in a high school teaching sequence on optics. **International Journal of Science Education**, ano 30, n. 12, p. 1635-1660, 2008.
- CHAVES, T. A. **A expressividade do professor universitário em situação experimental e de interação em sala de aula**. 2009. 209 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.
- CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. 21 ed. São Paulo: Papyrus, 2009.
- FERREIRA, M. P. M. O professor do ensino superior na era da globalização. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 50, n. 5, p. 1-10, out. 2009.
- GARCEZ, A.; DUARTE, R.; EISENBERG, Z. Produção e análise de vídeo-gravações em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 249-262, mai./ago. 2011.
- GIBSON, J. J. **The Ecological Approach to Visual Perception**. Front Cover. Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- ISAIA, S. M. Desafios à docência superior: pressupostos a considerar. In: **Docência na educação superior**: Brasília: 1º e 2 de dezembro de 2005. Brasília: INEP, 330 p., 2006.
- LEONARDOS, A. C. I.; FERRAZ, E. A.; GONÇALVES, H. M. O uso do vídeo em metodologia de avaliação. **Lumina**, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 123-133, jan-jun. 1999
- MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vigotski, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**. vol. 7 n. 13, p. 8-28, 2012.
- MORTIMER, E. F.; MORO, L.; QUADROS, A. L.; COUTINHO, F. A.; SILVA, P. S.; PEREIRA, R. R. SANTOS, V. C. Influência de um terceiro modo semiótico na gesticulação de uma professora de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. vol. 15, n.1, p. 10-32, 2015.
- MORTIMER, E. F.; SÁ, E. F.; MORO, L. **O uso de objetos mediadores para o compartilhamento de significados em aulas do ensino superior**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC. Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.
- OLIVEIRA, L. A.; SÁ, E. F.; MORTIMER, E. F. **Interações de um Professor de Física com Objetos Mediadores e as Resignificações Produzidas na Sala de Aula**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.
- OTERO, V. Cognitive processes and the learning of physics part II: mediated action. Paper presented at the International school of physics “Enrico Fermi”: Course CLVI **Research on Physics Education**, Varenna, Italy, p. 1-24, 2003.
- OVERINGTON, M. A. Kenneth Burke and the Method of Dramatism. In: **Theory and Society**. Amsterdam: Elsevier, p. 131-156, 1977.

PAULA, H. F.; MOREIRA, A. F. Atividade, ação mediada e avaliação escolar. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 17-36, 2014.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n.1, p. 23-39, 2012.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. **Docência no Ensino Superior**, 2 ed, São Paulo: Cortez, 2005.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. **Docência no Ensino Superior**. 4.ed., São Paulo: Cortez, 2010.

PINHEIRO, E. M.; KAKEHASHI, T. Y.; ANGELO, M. O uso de filmagem em pesquisas qualitativas. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v.13, n. 5, p. 717-722, set-out. 2005.

PINO, A. **O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano**. Cadernos CEDES, v. 24, p. 32-43, jul. 2000.

QUADROS, A. L. **Aulas no Ensino Superior: uma visão sobre professores de disciplinas científicas na Licenciatura em Química da UFMG**. 2010. 291 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A Atuação de Professores de Ensino Superior: Investigando Dois Professores Bem Avaliados Pelos Estudantes. **Revista Química Nova**, vol. 39, n. 5, p. 634-640, 2016.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. Fatores que Tornam o Professor de Ensino Superior Bem-sucedido: Analisando Um Caso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 259-278, 2014.

REIS, R. P. **O uso de gestos recorrentes e a multimodalidade em aulas de Química Orgânica do Ensino Superior**. 2015. 92 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

SADALLA, A. M.; LAROCCA, P. Autoscopia: um procedimento de pesquisa e de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 419-433, set-dez. 2004.

SCHÜTZ, F. Biographieforschung und narratives Interview. **Neue Praxis**, Lahnstein, n.3, p. 283-293, 1983.

SILVA, A. S. F.; MORTIMER, E. F.; OLIVEIRA, L. A.; SÁ, E. F.; QUADROS, A. L. **Uso de Objetos Mediadores por uma Professora de Química Orgânica da Educação Superior**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Florianópolis, SC – 03 a 06 de julho de 2017.

SILVA, F. A. R. **O Ensino de Ciências por Investigação na Educação Superior: Um Ambiente para o Estudo da Aprendizagem Científica**. 2011. 326 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VIGOTSKI, L. S. "The History of the Development of Higher Mental Functions". **The Collected Works**. New York: Plenum Press, vol. 4, 1997.

VIGOTSKI L. S.; LURIA, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VIGOTSKI, L. S. **Mind in Society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1989.

VIGOTSKI, L. S. **The collected works of L.S. Vygotsky**. New York: Plenum, v.1, 1981.

WERTSCH, J. V. Vygotski's two approaches to mediation. In S. Norris & R. H. Jones (Eds.), **Discourse in Action. Introducing mediated discourse analysis**, p. 52-61. London: Routledge, 2005.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford Uni Press, 1998.

WERTSCH, J. V. The Primacy of mediated action in socio-cultural studies. **Mind, Culture and Activity**, p. 202-208, San Diego: University of California San Diego, 1994.

WERTSCH, J. **Vygotski and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

WERTSCH, J. V.; Del RIO, P.; & ALVAREZ, A. Sociocultural studies: History, action and mediation. In J. V. Wertsch, P. Del Rio & A. Alvarez (Eds.), **Sociocultural studies of mind** p. 1-36, Cambridge: Cambridge University Press. 1995.

APÊNDICE

Entrevista Professores de Química Orgânica - ROSA¹³

- 1) Quanto tempo você tem de magistério?
- 2) Você tem experiência como professor(a) no ensino médio? Quanto tempo?
- 3) Há quanto tempo você leciona na UFMG?
- 4) Tem experiência como professor(a) em outra universidade?
- 5) Gostaria de saber um pouco da sua formação e da sua inserção no magistério.
 - a. Querida que você falasse um pouco da sua história com estudante e quando você ingressou no magistério.
 - b. Como você se formou do ponto de vista prático (não teórico).
 - c. Você se inspirou em algum(a) professor(a) que você teve da época de universidade ou ensino médio para gerenciar a dinâmica em sala de aula no início da sua carreira? O que mudou de lá para cá?
- 6) Você consegue identificar mudanças na sua prática docente, do início da carreira para os dias atuais?
- 7) Narrar um pouco da sua história na universidade. Como era sua aula como você entrou aqui na UFMG? Que recursos você usava para desenvolver as aulas no início da sua experiência no magistério?
- 8) Você acha que mudou alguma coisa de lá para cá? Por que motivo?
- 9) Identificamos que você, na aula escolhida de estereoquímica, usa basicamente quatro recursos: quadro de giz projetor multimídia, ponteira laser e modelo molecular do tipo bola-vareta.
 - a) Como foi o início do uso do quadro de giz? Você vê diferenças para o uso desse recurso, do início da carreira para os dias de hoje?
 - b) Como foi o início do uso do projetor multimídia? Você vê diferenças para o uso desse recurso, do início da carreira para os dias de hoje?
 - c) Como foi o início do uso da ponteira laser? Você vê diferenças para o uso desse recurso, do início da carreira para os dias de hoje?
 - d) Como foi o início do uso do modelo molecular? Você vê diferenças para o uso desse recurso, do início da carreira para os dias de hoje?
 - e) Você intercala o uso dos recursos, modelo bola-vareta e o quadro de giz, para explicar aos estudantes como realizar o giro para saber se o enantiômero é R ou S. Sempre foi assim? Ou você teve que fazer alterações com o passar do tempo? Você já tentou explicar a regra do giro usando somente o modelo? E somente o quadro?
 - f) Você se lembra de ter mobilizado algum outro recurso durante a explicação desse tema? Se sim, por que abandonou este na interação?
 - g) Você usa com maior frequência o quadro de giz para explicar o sentido do giro em detrimento do modelo molecular do tipo bola-vareta. Por que você opta por essa preferência ao modelo?
- 10) Você já pensou na função que cada recurso cumpre em suas aulas? Que contribuições (possibilidades) você percebe em relação aos usos desses recursos e a participação, envolvimento dos seus alunos? E as limitações?
- 11) A forma como você planeja suas aulas hoje é diferente de quando você ingressou no magistério? O que mudou?
- 12) Quanto Tempo gasta para fazer o planejamento das aulas? Você leva em consideração os objetos que vai utilizar no planejamento? Você planeja como irá introduzi-los na aula?

¹³ Exemplificamos, neste anexo, as entrevistas com o roteiro daquela realizada com a professora Rosa, da Química Orgânica. O roteiro dos outros 9 professores é semelhante, variando somente no conteúdo da pergunta 9. Isso porque essa pergunta se refere ao uso de recursos específicos, observados nas aulas que foram acompanhadas e analisadas de cada professor.