UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ARCELINO BEZERRA DA SILVA NETO

Multimodalidade e produção de significados sobre representação
estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala
de aula

São Paulo
2016

ARCELINO BEZERRA DA SILVA NETO.

Multimodalidade e produção de significados sobre representação
estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala
de aula

Versão corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-graduação)

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – modalidade Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giordan.

São Paulo
2016

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

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

Silva Neto, Arcelino Bezerra da

Multimodalidade e produção de significados sobre representação estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala de aula. - São Paulo, 2016.

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giordan

Área de Concentração: Química.

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Gestos; 3. Ensino; 4. Formação de professores; 5. Semiótica.

USP/IF/SBI-071/2016

SILVA-NETO, Arcelino Bezerra da. **Multimodalidade e produção de significados sobre representação estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala de aula.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – modalidade Química.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Dona Zélia, em memória, pelo seu enorme carinho e o Sr. Nivaldo, meu pai, um homem batalhador, sempre com muito incentivo, ensinou-me a ver nas coisas mais simples o verdadeiro sentido da vida e nas mais difíceis, sempre encontrar um caminho a seguir.

À minha irmã Andreza e meu amigo e cunhado Artur por toda amizade e carinho.

Às lideranças do Cursinho Comunitário Pimentas e todos os voluntários que se dedicam diariamente a transformar sonhos em realidade. Obrigado pela confiança e motivação para o meu acesso ao Ensino Superior.

Aos colegas do LAPEQ pelos momentos e conhecimentos compartilhados. Obrigado, Walter, Belmayr, Guilherme, Ricardo, Daniela, Jackson, Yara, Arcenira, Raquel, Evelin, Luciana e Amadeu. Em especial, agradeço ao Alexandre Aizawa pela parceria no desenvolvimento deste projeto.

Ao professor Marcelo Giordan, pela paciência, compreensão e confiança. Foi e continuará sendo um grande privilegio compartilhar momentos tão instigantes para construção de conhecimentos. Todas as ações que envolveram o processo de construção deste trabalho e outros que tivemos a oportunidade de compartilhar foram e são fundamentais para minha formação e desenvolvimento pessoal e acadêmico.

À uma pessoa que acompanha de perto meus momentos de alegrias, angústias, tristezas e realizações. Que tem um sorriso lindo que traz uma grande paz a cada novo encontro. Fezinha, muito obrigado!

Muito obrigado!

RESUMO

SILVA-NETO, A.B. **Multimodalidade e produção de significados sobre representação estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala de aula**. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Este trabalho é construído sob da perspectiva sociocultural de Vigotski (2009), todavia, ampliamos a análise da produção de significados em sala de aula para além da linguagem verbal, pois foi analisada a co-ocorrência de gestos, imagem e a postura do professor em sala de aula como elementos semióticos importantes para a produção multimodal de significado. A investigação da prática docente na utilização de recursos semióticos para produzir significados à representação estrutural da química (REQ) é o objeto de estudo central desse projeto. As aulas estudadas foram estruturadas por estudantes do curso de Licenciatura em Química da USP de acordo com o Modelo Topológico de Ensino (MTE) proposto por Giordan (2008) e ministradas no formato de minicurso. No desenvolvimento deste estudo classificamos a ocorrência de modos semióticos para caracterizar a performance de professores e analisar padrões de ação em sala de aula. O Modelo Topológico de Ensino constituiu-se um importante referencial teórico para o planejamento de aulas e para a delimitação de níveis de análise após a execução do plano em atividades de ensino. Concentramo-nos em utilizar o MTE para construir uma análise multinível como uma ferramenta metodológica para caracterizar as (I) aulas produzidas em atividades de planejamento, (II) executadas em situações de ensino na forma de episódios e as (III) ações realizadas pelos professores em formação inicial para produzir significados aos conteúdos da química. Além disso, utilizamos um programa computacional (Nvivo 10) para caracterizar a co-ocorrência de diversos modos semióticos de comunicação (fala, escrita, gesto, imagem e proxêmica) em sala de aula. Portanto, a análise multimodal nos permitiu caracterizar a produção de significado sobre REQ apresentado nesta dissertação por meio de novos aportes metodológicos para analisar gestos em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de química. Gestos. Ensino. Formação de professores. Semiótica.

ABSTRACT

SILVA-NETO, A.B. **Multimodality and meaning making on chemical structural representation: methodological contributions to the gestural analysis in classroom.** 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

This thesis is built on the sociocultural perspective of Vygotsky (2009), however, we extended the analysis of the production of meaning in the classroom beyond verbal language, because it was observed the co-occurrence of gestures, images, and the teacher's proxemic in classroom as important semiotic elements for multimodal production of meaning. The investigation of the teaching practice is the central object of this study, in which the teacher uses different semiotic resources to meaning making to chemical structural representation (CSR). The classes studied were structured by undergraduate students of USP Chemistry Degree according to the Topological Model of Teaching, (TMT) (GIORDAN, 2008) and taught in a short course format. The aim of this study was to characterize the occurrence of semiotic modes and combine them to characterize teachers' performance and analyze action patterns in the classroom. The Topological Model of Teaching constituted itself as an important theoretical framework for planning lessons and for the delimitation of levels of analysis after the execution of the plan in teaching activities. We focused on using the TMT to build a multilevel analysis as a methodological tool to characterize the (I) classes produced in planning activities, (II) performed in teaching situations in the form of episodes and (III) actions taken by teachers in initial training to produce meanings to the chemical contents. In addition, we used a software (Nvivo 10) to characterize the co-occurrence of different semiotic modes of communication (speech, writing, gesture, images and proxemics) in the classroom. Therefore, multimodal analysis allowed us to characterize the production of meaning on CSR presented in this thesis through new methodological contributions to analyze gestures in the classroom.

Keywords: Teaching. Chemistry teaching. Gestures. Teaching. Teacher training. Semiotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modos semióticos de comunicação e representação presentes na sala de aula..	25
Figura 2: Adaptado de Kendon (2004) para exemplificar uma unidade gestual.	39
Figura 3: Continuum de Kendon.	39
Figura 4: REQ da molécula do benzeno.	45
Figura 5: Diferentes dimensões de planejamento do ensino no MTE.	50
Figura 6: Esboço genérico de mapeamento em multinível.	51
Figura 7: Croqui do laboratório de química da FEUSP.	53
Figura 8: Ilustração da janela do Nvivo 10	56
Figura 9: Diagrama de codificação com o mapeamento de episódios	57
Figura 10: Diagrama de codificação ilustrando sobreposição de categorias.	59
Figura 11: Categorias de meios materiais.	60
Figura 12: Categorias proxêmicas em relação aos alunos e as REQ.	61
Figura 13: Categorias de operações epistêmicas.	63
Figura 14: Categorias gestuais extraídas de McNeill (2005).	64
Figura 15: Categorias gestuais extraídas de Kendon (2004)	65
Figura 16: Ilustrando um diagrama de codificação do Nvivo 10.	67
Figura 17: Matriz de codificação de gestos e meios materiais.	67
Figura 18: Mapeamento de oito aulas do minicurso Sacolas Plásticas.	69
Figura 19: Mapeamento de episódios de ensino do minicurso Sacolas Plásticas.	72
Figura 20: Slide utilizado no material de apoio do professor.	75
Figura 21: Mapeamento de episódios do minicurso Sabões e Detergentes.	77
Figura 22: Material de apoio utilizado no minicurso Sabões e Detergentes.	78
Figura 23: Mapeamento de sequências discursivas do minicurso Sacolas Plásticas.	82
Figura 24: Mapeamento de sequências discursivas do minicurso Sabões e Detergentes.	84
Figura 25: Ilustração do meio material.	87
Figura 26: Diagrama de codificação de categorias proxêmicas de P1.	90
Figura 27: Diagrama de codificação de categorias proxêmicas de P2	91
Figura 28: Posicionamento frontal e lateral em relação ao objeto modelar.	92
Figura 29: Representação da estrutura em traços do sabão.	97
Figura 30: Percentual das operações epistêmicas codificadas.	98
Figura 31: Ilustrações de gestos dêiticos de P1.	99
Figura 32: Ilustração de gestos de batimento de P1 e P2	100
Figura 33: Ilustração de gestos icônicos de P2.	102
Figura 34: Ilustração de gestos metafóricos de P1.	104
Figura 35: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos de P2	106
Figura 36: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos de P2	107
Figura 37: Ilustração de gestos de dêiticos de P2.	108
Figura 38: Distribuição de gestos em funções interativas, pragmáticas e referenciais	114
Figura 39: Diagrama de codificação com as classificações de A1 e A2	115
Figura 40: Diagrama de codificação com diferenças nas classificações de A1 e A2.	116

Figura 41: Dados de frequência de sobreposição de gestos para dois avaliadores (A1 e A2)	117
Figura 42: Índice de similaridade de frequência gestual (SIF) para os avaliadores	118
Figura 43: Dados de tempo de sobreposição de gestos para dois avaliadores (A1 e A2)	119
Figura 44: Índice de similaridade de tempo (SIT) para os avaliadores 1 e 2.	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Extraído de Halliday (1994)	22
Quadro 2: Minicursos ministrados em outubro de 2012	55
Quadro 3: Excerto da problematização da SD Sacolas Plásticas	68
Quadro 4: Excerto do objetivo geral da SD Sacolas Plásticas	69
Quadro 5: Excerto da descrição das atividades da SD Sacolas Plásticas	70
Quadro 6: Excerto da problematização da SD Sabões e Detergentes	71
Quadro 7: Excerto do objetivo geral da SD Sabões e Detergentes	71
Quadro 8: Excerto descrição das atividades da SD Sabões e Detergentes	72
Quadro 9: Episódios de ensino do minicurso Sacolas Plásticas	73
Quadro 10: Episódios de ensino do minicurso Sabões e Detergentes	77
Quadro 11: Sequências discursivas do minicurso Sacolas Plásticas	83
Quadro 12: Transcrição de fala de P1 na sequência discursiva	84
Quadro 13: Sequências discursivas do minicurso Sabões e Detergentes	85
Quadro 14: Transição entre meios materiais e a inscrição da REQ	88
Quadro 15: Tela de projeção utilizada para definir o termo sabão	89
Quadro 16: Codificação da operação epistêmica definição de P2	93
Quadro 17: Codificação da operação epistêmica generalização de P2.	94
Quadro 18: Codificação da operação epistêmica explicação de P2.	94
Quadro 19: Codificação da operação epistêmica comparação de P1.	95
Quadro 20: Codificação da operação epistêmica descrição de P2.	96
Quadro 21: Codificação da operação epistêmica descrição molecular de P2.	96
Quadro 22: Codificação da operação epistêmica classificação de P2.	97
Quadro 23: Codificação da operação epistêmica exemplificação de P1.	97
Quadro 24: Transcrição de sequência discursiva SDi07	100
Quadro 25: Transcrição da SDi06 para ilustrar gestos de batimento de P2.	101
Quadro 26: P1 explicando as cunhas preenchidas e tracejadas da REQ.	103
Quadro 27: Gestos metafóricos de P1 em co-ocorrência com a fala “ele vibra”.	105
Quadro 28: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos realizados por P2	105
Quadro 29: Segmento de 15,9s com gestos de modelagem de P1.	109
Quadro 30: Segmento de 3,7s com um gesto de descrição figurativa de P2.	110
Quadro 31: Segmento de 3,7s com gesto de ação de P2.	111
Quadro 32: Segmento de 2,7s com gesto modal de P2.	112
Quadro 33: Segmento de 8,4 s com gesto de modo de P1.	112
Quadro 34: Segmento de 8,3 s com gesto de partição de P1.	113
Quadro 35: Segmento de 2,9s com gesto performático de P1.	113
Quadro 36: Gestos de descrição figurativa de P2 para ilustrar um recurso semiótico.	124
Quadro 37: Gestos referenciais representacionais de ação de P2.	125
Quadro 38: Gestos de modelagem de P1 para ilustrar uma formação semiótica.	127
Quadro 39: Gestos de descrição figurativa de P2 para ilustrar uma formação semiótica.	129
Quadro 40: Gestos de descrição figurativa de P1 para ilustrar uma formação semiótica.	130
Quadro 41: Extraído e adaptado dos estudos de Silva e Mortimer (2010).	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frequência de uso dos meios materiais de representação estrutural..	90
Tabela 2: Duração das categorias proxêmicas em relação aos alunos. .	91
Tabela 3: Duração das categorias proxêmicas em relação aos objetos moleculares.....	92
Tabela 4: Distribuição dos gestos em funções interativas, pragmáticas e referenciais.....	114
Tabela 5: Relação entre categorias gestuais e meios materiais..	122
Tabela 6: Combinação de categorias gestuais e operações epistêmicas.....	132

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE	152
APÊNDICE A: EPISÓDIOS DE ENSINO DO MINICURSO SACOLAS PLÁSTICAS.	153
APÊNDICE B: EPISÓDIOS DE ENSINO DO MINICURSO SABÕES E DETERGENTES.	154
APÊNDICE C: CATEGORIAS.....	155
APÊNDICE D: TABELA DE DADOS CATEGORIZADOS – DURAÇÃO.....	156
APÊNDICE E: TABELA DE DADOS CATEGORIZADOS – FREQUÊNCIA	157
APÊNDICE F: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA - CODIFICAÇÃO.....	158
APÊNDICE G: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – PROXÊMICAS	159
APÊNDICE H: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – GESTOS DE MCNEILL.....	160
APÊNDICE I: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – GESTOS DE KENDON.....	161
APÊNDICE J: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – OPERAÇÕES EPISTÊMICAS	162
APÊNDICE K: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – MEIOS MATERIAIS	163
APÊNDICE L: DIAGRAMAS DE CODIFICAÇÃO DOS EPISÓDIOS	164
APÊNDICE M: TABELA DE TRANSCRIÇÕES DE SACOLAS PLÁSTICAS.....	165
APÊNDICE N: TABELA DE TRANSCRIÇÕES DE SABÕES E DETERGENTES.....	175

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO:	147
ANEXO A: SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO MINICURSO SACOLAS PLÁSTICAS	148
ANEXO B: SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO MINICURSO SABÕES E DETERGENTES	150

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA MULTIMODALIDADE	18
1.1 LINGUAGEM COMO SEMIÓTICA SOCIAL	19
1.2 MULTIMODALIDADE	23
2. GESTOS E A REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL QUÍMICA.....	34
2.1 OS ESTUDO DE GESTOS E O ENSINO DE QUÍMICA	34
2.2 A REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL QUÍMICA	45
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	50
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CENÁRIO DE PESQUISA	52
3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE MULTINÍVEL	54
4. ANÁLISE MULTINÍVEL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EPISÓDIO E CATEGORIAS.....	68
4.1 NÍVEL I DE ANÁLISE – CARACTERIZAÇÃO DAS AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	68
4.2 NÍVEL II DE ANÁLISE – MAPA DE EPISÓDIOS.....	72
4.3 NÍVEL III DE ANÁLISE – ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM SEQUÊNCIAS DISCURSIVAS.....	82
5. CARACTERIZAÇÃO DE UMA PERFORMANCE EM SALA DE AULA	87
5.1 MEIOS MATERIAIS E O MODO SEMIÓTICO INSCRITO.....	87
5.2 POSICIONAMENTO DO PROFESSOR NA SALA DE AULA	90
5.3 OPERAÇÕES EPISTÊMICAS E OS PROPÓSITOS DE ENSINO	93
5.4 ANÁLISE DAS CATEGORIAS GESTUAIS DE McNEILL.....	99
5.5 ANÁLISE DAS CATEGORIAS GESTUAIS DE KENDON	108
6. COMBINAÇÃO DE CATEGORIAS DE ANÁLISE E A PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS	121
6.1 RELAÇÃO ENTRE TRÊS MODOS SEMIÓTICOS	121
6.2 RELAÇÃO ENTRE GESTOS DAS CATEGORIAS DE KENDON E OP. EPISTÊMICAS.....	131
6.3 SÍNTESE: CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE DE PROFESSORES.....	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
REFERÊNCIAS	139
ANEXO:.....	147
APÊNDICE	152

APRESENTAÇÃO

Um pouco das inquietações que instigaram a construção desta temática de pesquisa, partiu da minha experiência como aluno da rede pública estadual de ensino, em uma escola localizada na considerada “periferia” da cidade de Guarulhos. Entendo a localização, como uma informação importante, pois as ausências de recursos eram bem presentes, principalmente nas aulas de Química, em que o uso de atividades experimentais em laboratório e recursos provenientes de tecnologias educacionais não aconteciam.

No entanto, tive a oportunidade de ingressar em um movimento social (Cursinho Comunitário Pimentas – CCP), responsável pela inclusão de jovens em diversas universidades públicas do país – inclusive eu. No CCP, fui estimulado a prestar o vestibular para ingressar no curso de química, pois as aulas eram bem diferentes das que tive no Ensino Médio, sobretudo, pela performance do professor e em função das atividades que eram desenvolvidas em sala.

Escolher o curso de licenciatura já possuía em si, uma vontade de mudança, ser um professor diferente dos que tive no Ensino Médio, trazer coisas novas e interessantes para os alunos, algo que estimulasse os estudos e a vontade de aprender Química.

Logo no início da graduação tive a oportunidade de participar de alguns grupos de pesquisa da USP que desenvolvem projetos sobre o ensino de Química, buscando compreender a tematização das aulas de química e inclusão de atividades experimentais no ensino, além de desenvolver atividades de química com uso do computador. No entanto, foram nos últimos semestres da graduação que tive contato com a disciplina de Metodologia do Ensino de Química I, ministrada pelo professor Marcelo Giordan na Faculdade de Educação da USP, na qual me interessei pelas possibilidades de uso de tecnologias digitais para ensinar.

A participação como pesquisador no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ), formado por alunos da graduação, pós-graduação, professores e pesquisadores colaboradores de outras instituições, cuja reflexões teórico-metodológicas corroborou com o meu interesse pelas discussões que envolvem o ensino de química, principalmente, o interesse em compreender a articulação de diversos modos de comunicação na produção de significados na sala de aula. Diante disso, apresentamos um estudo a partir da abordagem multimodal em atividades de ensino de química e, para isso, desenvolvemos a escrita dessa dissertação em seis capítulos.

No Capítulo 1, introdutório da pesquisa, apresentaremos uma abordagem dos referenciais teóricos com o propósito de caracterizar a produção de significados a partir da perspectiva sociocultural de Vigotski (2009). Em seguida, ampliaremos a perspectiva de linguagem para compreender a produção de significados a partir de diversos modos semióticos de comunicação e representação. Com isso, introduziremos a multimodalidade a partir da compreensão da existência de diversos modos de comunicação e representação além da linguagem verbal, e que são investigados por meio dos estudos das interações multimodais.

No Capítulo 2, caracterizaremos a produção de significados a partir da perspectiva sociocultural de Vigotski (2009). Introduziremos o estudo do gesto a partir do levantamento bibliográfico e delimitaremos alguns referenciais para análise dos gestos em sala de aula. Em uma outra seção deste capítulo, apresentaremos os meios materiais e os modos semióticos inscritos neles. Para tal, ressaltaremos que a Química apresenta diversos elementos de representação como gráficos, tabelas, equações, diagramas, modelos de partículas, entre outros. No processo de realização dessa pesquisa optamos por utilizar a representação estrutural química (REQ) com propósito de ampliar a compreensão de suas formas de uso em aulas de Ensino Médio.

Dessa maneira, os Capítulos 1 e 2 representam uma justificativa para o estudo a partir da multimodalidade, pois articulam a discussão sobre linguagem, semiótica social, modos semióticos de comunicação e representação. Portanto, este estudo busca discutir algumas questões específicas a envolver esses campos: (1) quais ferramentas metodológicas podem ser utilizadas para caracterizar a performance de professores a partir dos tipos de gestos, operações epistêmicas e meios materiais? (2) quais os potenciais e as limitações das categorias gestuais de McNeill (2005) e Kendon (2004) para analisar os gestos produzidos em sala de aula de química? (3) a co-ocorrência dos modos semióticos permite identificar padrões gestuais em função dos meios materiais, postura do professor e operações epistêmicas? (4) quais aspectos da produção de significados emergem das relações entre categorias gestuais, meios materiais, propósitos de ensino e posicionamento do professor?

No Capítulo 3, apresentaremos o ambiente de coleta de dados constituído por situações planejadas de ensino em que dois professores em formação inicial ministram aulas para alunos de Ensino Médio. A investigação da prática docente é o objeto de estudo central desse projeto e o professor agindo com ferramentas culturais nos fornece um conjunto vasto de elementos a serem pesquisados, tendo como referencial a teoria da ação mediada de (WERTSCH, 1999). Em seguida, apresentamos a configuração de uma análise em multinível

e as ferramentas metodológicas presentes em cada um dos níveis: o mapeamento de aulas, episódios e as sequências discursivas.

No Capítulo 4, caracterizaremos os dados da pesquisa a partir de níveis de análise tendo como referencial teórico o Modelo Topológico de Ensino (GIORDAN, 2008), acionado no planejamento das situações de ensino investigadas, no qual o plano de ensino tem como unidade constitutiva as atividades. Neste caso, as aulas foram elaboradas por professores em formação inicial em formato de Sequências Didáticas (SD), nas quais as atividades de ensino de química foram posteriormente colocadas em ação pelos professores, no contexto da sala de aula, originando episódios de ensino. Os episódios foram classificados em categorias de análise permitindo o estudo da produção de significados a partir da combinação de gestos, fala, imagem e postura do professor em sala de aula.

No Capítulo 5, o estudo dos modos semióticos de comunicação e representação são enfatizados a partir do uso de gestos em aulas de química, expressão verbal associada a operações epistêmicas, os meios materiais nos quais os significados são produzidos e o posicionamento do professor em relação ao objeto molecular e aos alunos. Neste capítulo, propomos caracterizar a performance do professor a partir de categorias de análise, sobretudo, apresentando potencialidades e as limitações para a produção de significados.

No Capítulo 6, apresentaremos o recorte da pesquisa centrado no ensino de química cujas representações estruturais químicas (REQ) estão em evidência e as combinações de modos semióticos (gesto, fala, imagem e postura corporal) são categorias de análises para compreensão da produção multimodal de significados em sala de aula, além de possibilitar a caracterização da performance de dois professores em formação inicial.

Nas considerações finais, apontaremos as ferramentas de análise das interações discursivas em sala de aula, mormente, o mapeamento da produção de significados por meio de diversas categorias de análise. A análise multimodal que utilizamos no estudo indicou limitações e potencialidades de modos semióticos de comunicação e representação para caracterizar a produção de significados, sugerindo combinações de modos semióticos e também padrões de combinações e, por fim, a caracterização da performance de professores a partir da utilização e combinação dos modos.

1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA MULTIMODALIDADE

A produção de significados na teoria sociocultural proposta por Vigotski pode ser compreendida a partir da relação entre o pensamento e a linguagem como uma unidade de análise do significado da palavra. Ela é constituída por diferentes elementos articulados entre si que conservam as propriedades do conceito. Como exemplifica o autor, a água pode ser utilizada como uma metáfora para compreender uma unidade de análise, pois sua estrutura é constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio (H_2O) e pode ser empregada para cessar uma combustão. Contudo, ao reduzir a molécula da água às substâncias que a produz (H_2 e O_2), ocorrem modificações das propriedades, pois o gás hidrogênio é inflamável (combustível) e o oxigênio é um comburente, ou seja, ambos na presença de fogo produzem a combustão, ao invés de cessá-la como ocorre com a água. Portanto, para se conhecer as propriedades da água (H_2O), é preciso considerar sua unidade, formada pela ligação entre seus elementos constitutivos, e não seus elementos constitutivos isolados, ou as propriedades deles. Vislumbra-se com essa metáfora o apreço de Vigotski pela interação entre as partes e não por seu isolamento em um sistema, seja ele natural ou social.

Segundo Posso (2010), Vigotski definiu a origem do desenvolvimento humano como “lei genética geral do desenvolvimento cultural”, na qual “qualquer função mental superior ocorre primeiro no plano das relações sociais e depois no plano psicológico” (POSSO, 2010, p.41). Além disso, a autora destaca que Vigotski utilizou um conceito marxista, o método inverso, para propor uma metodologia de investigação.

Vigotski (2009) utilizou o método inverso para elucidar os processos de formação dos conceitos, na medida em que a palavra desprovida de significado não conserva a unidade de análise, linguagem e pensamento, dificultando a compreensão da formação dos conceitos devido à reprodução de sons sem significados. Diante do experimento com macacos analisado por Vigotski (*Ibid.*, p.118), é possível compreender que os macacos fariam uso de varas curtas que podem ser encaixadas umas nas outras para aumentar o tamanho delas e, com isso, possibilitar a retirada de bananas em regiões altas cuja vara curta não alcança.

Diante disso, o método inverso permite compreender um aspecto mais simples ou elementar do indivíduo a partir de uma característica mais complexa, em que é necessária a mobilização de diversos significados para realizar a tarefa. Em outras palavras, a construção de conceitos não deve ser investigada por meio da mera reprodução da fala, mas pelo emprego funcional dos signos, no qual o signo é um elemento de mediação dos modos de comunicação e cuja atribuição de significados ocorre em termos de sua utilização.

Segundo Wertsch (1999), a perspectiva de análise sociocultural consiste em compreender como se relaciona o funcionamento da mente com o contexto cultural, institucional e histórico. Dessa forma, a teoria da ação mediada leva em consideração as ações humanas e os lugares onde elas ocorrem. O autor destaca que a essência da ação mediada é compreendida por meio da interação de cinco elementos que compõem o pentagrama de Burke (ato, cena, agente, agência e propósito). Enfatiza, também, que a unidade de análise da ação mediada é caracterizada pela tensão irreduzível do *agente-agindo-com-ferramentas*, e apresenta um exemplo sobre o salto de vara (cena) cujo atleta (agente) não conseguiria saltar (ato) a uma determinada altura (propósito) sem a vara (agência), nem ela poderia impulsionar magicamente o atleta. Portanto, Wertsch propõe a ação mediada como unidade de análise central nos estudos do desenvolvimento humano.

Contudo, os conceitos e artefatos da química podem ser considerados ferramentas culturais e a forma como os professores (agentes) as utilizam caracterizam a ação mediada na sala de aula. Nossos estudos são fundamentados nas proposições de Vigotski e Wertsch para desenvolver unidades de análise que permitam estudar a produção de significados a partir de diferentes níveis: aulas, atividades e ações de professores em formação inicial envolvendo a representação estrutural química.

1.1 LINGUAGEM COMO SEMIÓTICA SOCIAL

Diversos estudos que utilizam a abordagem multimodal têm como referência a teoria Linguística Sistêmico-Funcional de Halliday (1994) cujo estudo está alicerçado na perspectiva sociocultural. Halliday caracteriza a linguagem como um fato social cuja origem está na interação do sujeito com o outro, com troca de significados entre eles. Nesse sentido, na interação, o sujeito passa não somente a agir sobre o outro sujeito por meio da linguagem, mas também internaliza aspectos culturais do outro.

Para o autor, a linguagem pode ser compreendida de duas maneiras: como um meio de reflexão sobre as coisas, ou como um meio de ação. Outro aspecto abordado no trabalho de Halliday (1994) é a caracterização da linguagem como semiótica social, pois a linguagem faz referência a uma realidade social (ou cultural) cujos significados são interpretados pela semiótica. Assim, define:

[...] o que se quer dizer mediante a expressão ‘linguagem como semiótica social’; significa interpretar a linguagem dentro de um contexto sociocultural, em que a própria cultura se interpreta em termos semióticos, como um

sistema de informação, se prefere essa terminologia (HALLIDAY, 1994, p.10)¹.

A linguagem, compreendida como parte de um sistema semiótico, não pode ser analisada de forma isolada, considerando somente as orações. Ela depende do contexto no qual os significados são compartilhados, isto é, em função da interação dos indivíduos por meio da linguagem oral, onde os aspectos culturais da língua permitem ao interlocutor compreender a temática (componente ideacional) e interagir com o outro indivíduo (componente interpessoal). Importante ressaltar que a interação para Halliday, vai além de trocas de informações, pois “mediante seus atos cotidianos de significação, as pessoas representam a estrutura social, afirmando suas próprias posições e papéis, o mesmo que estabelecendo e transmitindo os sistemas comuns de valor e de conhecimento” (HALLIDAY, 1994, p. 10)².

A teoria Linguística Sistêmico-Funcional adotada por Halliday é fundamentada sobre a perspectiva sociocultural, pois busca olhar a linguagem a partir do plano social. Diante disso, ela possui aproximações com outras teorias socioculturais como a Teoria da Ação Mediada de Wertsch, por exemplo, ao considerar a importância do contexto de produção de significados e os agentes que interagem na produção. Contudo, Wertsch enfatiza o papel das ferramentas culturais no processo de interação, já Halliday, o sistema de potencial de significados.

A teoria funcional leva em consideração que existem outras formas de comunicação e representação além da linguagem oral, pois antes mesmo de falar a criança já consegue expressar significados por sons (HALLIDAY, 1994). Além disso, a criança faz gestos com potencial de significado, pois assim ela pode atrair atenção para os objetos de seu interesse.

No desenvolvimento da teoria sistêmico-funcional, Halliday utiliza a produção de significados para indicar que a linguagem não pode ser caracterizada somente pela reprodução de sons, mas sim pelo propósito atribuído a ele. Segundo o autor,

A produção de um som com o propósito de praticá-lo constitui um meio de aprender a linguagem, mas não é em si um exemplo de linguagem. A produção de um som com o propósito de chamar a atenção é linguagem, uma vez que tem razão em afirmar que ‘chamar a atenção’ é um significado que

¹Tradução nossa. Lê-se no original: “[...] lo que se quiere decir mediante la expresión ‘lenguaje como semiótica social’; significa interpretar el lenguaje dentro de un contexto sociocultural, en que la propia cultura se interpreta en términos semióticos, como un sistema de información, si se prefiere esa terminología.”

²Tradução nossa. Lê-se no original: “Mediante sus actos cotidianos de significación, la gente representa la estructura social, afirmando sus propias posiciones y sus propios papeles, lo mismo que estableciendo y transmitiendo los sistemas comunes de valor y de conocimiento.”

concorda com o potencial funcional da linguagem nesta etapa de desenvolvimento (HALLIDAY, 1994, p. 30)³.

Neste sentido, o processo de “aprender a significar” é o que o autor define como o “potencial de significado”, ou seja, é o domínio que a criança possui de determinadas funções elementares e a abrangência de opções de significados em cada uma delas.

Na perspectiva sociocultural, o significado é produzido a partir da ação com o signo, portanto compreendido a partir da semiótica. O estudo da semiótica possui duas perspectivas: a *semiótica formal* cujo foco é o estudo sistemático dos signos e da semiose; e a *semiótica social* que se refere ao estudo dos signos e símbolos utilizados por um agente no processo de interação social (LEMKE, 1997).

Lemke (1997) se preocupa em caracterizar a produção de significados como ação dos sujeitos sobre as coisas. Utilizando-se de signos, os sujeitos atribuem sentidos para as coisas, pois os significados não são inerentes a elas. Sendo assim, “uma palavra, um diagrama ou um gesto não têm significado. Um significado tem que ser elaborado ou constituído por alguém, de acordo com uma série de convenções para criar sentidos nessas palavras, diagramas ou gestos” (LEMKE, 1997, p.198-199).⁴

Ao caracterizar os elementos da semiótica social, Lemke destaca que as comunidades possuem formas distintas de produzir significados, suas próprias “práticas semióticas” (LEMKE, 1997, p.199). Os sujeitos que atuam nessas comunidades reproduzem padrões de ação que são comuns aos outros sujeitos, sendo esses padrões, portanto, aspectos culturais que são compreendidos e compartilhados pelos membros de uma comunidade. Além disso, a compreensão do significado depende não somente das ações que são realizadas, mas do contexto de produção dessas ações.

O significado que elaboramos de uma ação ou evento contém as relações que construímos entre estas e seus contextos. Portanto, elaborar significados é o processo de vincular as coisas aos contextos; fazemos com que as ações e os eventos sejam significativos ao contextualizá-los (LEMKE, 1997, p.200)⁵.

³ Tradução nossa. Lê-se no original: “La producción en un sonido con el propósito de practicar ese sonido constituye un medio de *aprender* el lenguaje, pero no es en sí un ejemplo de lenguaje. La producción de un sonido con el propósito de llamar la atención *es* lenguaje, una vez que tenemos razón en afirmar que ‘llamar la atención’ es un significado que concuerda con el potencial funcional de lenguaje en esta etapa del desarrollo.”

⁴ Tradução nossa. Lê-se no original: “Una palabra, un diagrama o un gesto no tienen significado. Un significado tiene que ser elaborado o construido por alguien, de acuerdo con una serie de convenciones para crear sentido en esas palabras, diagramas o gestos.”

⁵ Tradução nossa. Lê-se no original: “El significado que elaboramos de una acción o evento contiene las relaciones que construimos entre éstas y sus contextos. Por tanto, elaborar significados es el proceso de vincular las cosas los contextos; hacemos que las acciones y los eventos sean significativos al contextualizarlos.”

Segundo Lemke (1997), os estudos da produção de significados por meio da ação social podem ser caracterizados a partir dos recursos e formações semióticas. Os recursos semióticos são construtos teóricos sugeridos por Halliday como potenciais de significados cujos componentes semânticos são ativados por elementos situacionais (Quadro 1).

Componentes semânticos	São sistemas ativados por características de →	Elementos situacionais
Ideacional		Campo
Interpessoal		Tenor
Textual		Modo

Quadro 1: Extraído de Halliday (1994) para exemplificar a relação entre componentes semânticos e elementos situacionais. Fonte: Halliday, 1994, p. 154.

O elemento situacional *campo* é responsável pela ativação do componente semântico ideacional, enquanto o tenor ativa o interpessoal e o modo ativa a componente textual. Portanto, a Teoria Linguística Sistêmico-Funcional proposta por Halliday (1994) leva em consideração que, em uma atividade simbólica, os sujeitos interagem por meio de recursos semióticos que possuem potenciais de significação.

Já a formação semiótica é caracterizada como um padrão de ação, institucionalizado em uma comunidade, que é identificado e repetido nos contextos temáticos similares. Assim,

Uma formação temática, por outro lado, é um padrão concreto de ação significativa, que usa recursos semióticos e se realiza e identifica repetidamente dentro de uma comunidade. As estruturas de atividade e os padrões temáticos (mais apropriadamente denominadas formações temáticas) são exemplos de formações semióticas (LEMKE, 1997, p. 206-207)⁶.

Um gesto é caracterizado como um recurso semiótico porque possui potencialidade para gerar significados, por exemplo, o dedo indicador estendido e os demais comprimidos pode ser um gesto com função de apontamento de um objeto. Já na formação semiótica, um movimento repetitivo da mão espalmada feito em uma saudação de “tchau” pode ser compreendido por outro sujeito e respondido com movimento similar (LEMKE, 1997).

De forma similar, existem diversos movimentos gestuais que representam uma formação semiótica constituída por um padrão de ação que é reconhecido em uma comunidade, ou seja, os significados dos movimentos gestuais são compartilhados entre os

⁶Tradução nossa. Lê-se no original: “Una formación temática, por otro lado, es un patrón concreto de acción significativa, que usa recursos semióticos y que se ejecuta e identifica repetidamente dentro de una comunidad. Las estructuras de actividad y los patrones temáticos (más apropiadamente denominadas formaciones temáticas) son ejemplos de formaciones semióticas”.

membros daquela comunidade. Diante disso, ampliaremos a discussão sobre recursos semióticos a partir da multimodalidade e os conceitos que são desdobrados por meio dessa abordagem.

1.2 MULTIMODALIDADE

A multimodalidade é uma abordagem constituída a partir da Semiótica Social e tem como pressuposto que os sentidos e significados são produzidos não somente pela linguagem verbal (oral e escrita), mas também por meio de gestos, imagens, sons e outros modos semióticos de comunicação e representação (CATTO; HENDGES, 2010; JEWITT, 2013; KRESS, 2015; PADILHA; CARVALHO, 2011; PICCININI; MARTINS, 2004; NIXON; SMITH; WIMMER, 2015; MANGHI, 2010; QUADROS et al., 2012; TANG, 2013).

Para Jewitt (2013), a multimodalidade enfatiza o contexto social, os recursos semióticos escolhidos pelos sujeitos e a contribuição de diferentes recursos para a produção de significados. A autora explicita que a

Multimodalidade enfatiza a ação situada, ou seja, a importância do contexto social e dos recursos disponíveis para a tomada de significado, com atenção às escolhas situadas dos recursos que são feitos pelos sujeitos, em vez de enfatizar o sistema dos recursos disponíveis. Assim ela abre possibilidades para reconhecer, analisar e teorizar as diferentes maneiras pelas quais as pessoas produzem significados, e como esses significados são inter-relacionados (JEWITT, 2013, p. 250)⁷.

Segundo Kress (2015) a multimodalidade é um desdobramento da Semiótica Social e não pode ser considerada uma teoria, pois ela é responsável por definir o escopo e a abordagem utilizada para caracterização de um conjunto de dados. Já a Semiótica Social é responsável por fornecer o quadro teórico e as categorias de análise. O autor também destaca que as pesquisas são realizadas de acordo com as especificidades das áreas de conhecimento (Educação, Psicologia, Artes etc.) e dos embasamentos teóricos escolhidos. Sendo assim, adotamos a multimodalidade para o estudo das interações discursivas que ocorrem na sala de aula a partir da perspectiva de produção de significados na teoria sociocultural.

⁷ Tradução nossa. Lê-se no original: “Multimodality emphasizes situated action, that is, the importance of the social context and the resources available for meaning making, with attention to people’s situated choice of resources, rather than emphasizing the system of available resources. Thus it opens up possibilities for recognizing, analysing and theorizing the different ways in which people make meaning, and how those meanings are interrelated.”

Piccinini e Martins (2004) indicam que diversos estudos sobre multimodalidade partem do pressuposto de negociação de signos e a comunicação estabelecida por diversos modos semióticos.

O ponto de partida destes diferentes estudos (JEWITT et al., 2001 e 2000; KRESS et al., 1998, 2000 e 2001; LEMKE, 2001; MÀRQUEZ et al., 2001) é a premissa de que os signos são negociados a partir das interações sociais, mediados por interesses pessoais e coletivos, envolvendo os diversos modos de comunicação disponíveis. Não nos comunicamos exclusivamente por meio da fala, mas sim pela sua articulação com imagens, gestos corporais, expressões faciais, movimentos de aproximação e de afastamento, os tons de voz, nosso jeito de vestir e de andar, entre tantos outros (PICCININI; MARTINS, 2004, p. 2).

Jewitt (2013, p.253) destaca “seis conceitos introdutórios sobre a multimodalidade: modos, recursos semióticos, materialidade, possibilidade modal, conjunto multimodal e significado funcional”. Nas subseções seguintes, faremos uma breve discussão sobre cada um desses conceitos para compreender um estudo multimodal de produção de significados e apresentar uma interpretação a partir da pesquisa das interações multimodais na sala de aula.

1.2.1 A materialidade dos modos semióticos e os recursos modais

O termo *modo semiótico* se refere a um conjunto de elementos/recursos socialmente reconhecidos e utilizados como ferramenta de comunicação (semiótico) dentro de uma comunidade (JEWITT, 2013).

Na sala de aula, professor e alunos utilizam diversos modos semióticos para produzir significados aos conteúdos específicos. Na Figura 1, ilustram-se os principais modos semióticos utilizados pelo professor, isto é, fala, escrita, imagem, gestos, olhar e postura corporal (FEI; O'HALLORAN; PODLASOV, 2012; BEZEMER; KRESS, 2008).

Figura 1: Modos semióticos de comunicação e representação presentes no plano da sala de aula. Fonte: LAPEQ.

Nos estudos a partir da abordagem da multimodalidade, os modos semióticos apresentam materialidade, pois estão presentes em meios materiais e culturais responsáveis por transmitir ou comunicar os significados produzidos. Além disso, desenvolvem-se no espaço e no tempo (KRESS, 2000).

‘Coisas’ materiais tem qualidades e características inerentes; estes podem ser vistos como potenciais semióticos e desenvolvida em modos. Som acontece no tempo; é instanciado temporalmente; escultura ou imagem fixa são produzidas no espaço; elas são instanciadas espacialmente. O som é assunto, inerente e necessariamente, à lógica do tempo; escultura ou imagem fixa estão sujeitos à lógica de espaço. Apesar de som e gesto serem sujeitos à lógica do tempo, suas materialidades diferem (KRESS, 2015, p.57)⁸.

Os modos semióticos são responsáveis pela ativação dos meios materiais utilizados pelo professor em sala de aula, pois a lousa ou tela de projeção estão presentes no plano da sala de aula, porém, ambas são colocadas em evidência por modos semióticos inscritos (escrita ou imagem) ou outros modos que as referenciam (fala, gestos, olhar e proxêmica) (SILVA-NETO; GIORDAN; AIZAWA, 2016).

⁸Tradução minha. Lê-se no original: “Material ‘stuff’ has inherent qualities and characteristics; these can be seen as semiotic potentials and developed into modes. Sound happens in time; it is temporally instantiated; sculpture or still image are produced in space; they are spatially instantiated. Sound is subject, inherently and necessarily, to the logic of time; sculpture or still image are subject to the logic of space. Even though both sound and gesture are subject to the logic of time, their materiality differs.”

Segundo Padilha e Carvalho (2011, p. 3), “a interação visual, verbal, gestual e até mesmo a interação com um aparato científico-experimental são modos comunicativos orquestrados pelos sujeitos”, todavia, observamos que no aparato científico existe uma combinação de modos semióticos como coloração e som. Nesse sentido, um aparato científico-experimental é um meio material que pode expressar diversos modos semióticos.

Manghi (2014), baseado em Kress e Van Leeuwen, indica que o potencial de cada modo semiótico é diferente e influenciado tanto pelo meio material empregado na comunicação e representação, bem como a apropriação dos modos por uma comunidade. Portanto, o estudo multimodal da sala de aula deve buscar caracterizar como os diferentes modos contribuem na produção de significados.

Kress e Van Leeuwen (1996) destacam que a linguagem verbal sempre estará combinada a outros modos semióticos, pois segundo os autores ao ler um texto escrito são realizadas expressões faciais, gestos e posições que produzem outros significados além da linguagem verbal. Já para Arzarello, Robutti e Thomas (2015), a coordenação dos diferentes modos semióticos é importante devido à contribuição de cada um dos modos para a produção de significados.

Do ponto de vista semiótico-cultural, essa mobilização de mais de um recurso semiótico, produzido sincronicamente, com uma coordenação dos gestos, olhares e palavras, é particularmente importante, porque marca um novo momento na conceptualização, nomeadamente um novo elemento, que não esteve presente anteriormente, entra em cena com um significado (ARZARELLO; ROBUTTI; THOMAS, 2015, p. 21)⁹.

De acordo com Bezemer e Kress (2008), os modos semióticos são constituídos por diversos *recursos modais*, ou seja, um conjunto de elementos que constituem os modos. Os autores utilizam a fonte tipográfica para exemplificar que a definição de modo vai ser caracterizada pelo contexto social de uso do recurso, pois para um usuário comum a escrita pode ser considerada como um recurso modal, todavia, para o tipógrafo a fonte possui potencialidades de produção de significados que a define como um modo semiótico (*Ibid.*).

Modos têm diferentes recursos modais. Escrever, por exemplo, tem recursos sintáticos, gramaticais e lexicais, recursos gráficos, tais como o tipo de letra, tamanho e recursos para "construção", tais como sinais de pontuação. A escrita pode fazer uso de outros recursos, por exemplo, o recurso de cor. Fala e escrita compartilham aspectos de sintaxe e léxico da gramática. Além

⁹ Tradução nossa. Lê-se no original: “From a semiotic-cultural viewpoint, this mobilisation of more than one semiotic resource, produced synchronically, with a coordination of gesture, gaze and words, is particularly important, because it marks a new moment in the conceptualisation, namely a new element, which was not present before, enters the scene with a meaning.”

destes, o discurso tem intensidade (sonoridade), tom e variação de tom (entonação), qualidade tonal/vocal, comprimento, silêncio. A imagem tem recursos como a posição dos elementos em um espaço estruturado, tamanho, cor, forma, ícones de vários tipos - linhas, círculos - bem como recursos como relação espacial, e no caso das imagens em movimento, a sucessão temporal de imagens, movimento (BEZEMER; KRESS, 2008, p. 171)¹⁰.

Para Van-Leeuwen (2005a), após a definição de uma ação ou um artefato material como um recurso semiótico, objetiva-se a compreensão das possibilidades de produção de significados. Para o autor, as formas de andar podem ser observadas e diversas possibilidades de produção de significados sociais e culturais podem ser caracterizados a partir do estudo.

Através da maneira que caminhamos, expressamos quem somos, o que estamos fazendo, como queremos que os outros se refiram a nós, e assim por diante. Diferentes maneiras de caminhar podem seduzir, ameaçar, impressionar e muito mais. Por esta razão atores, muitas vezes, começam a trabalhar em suas funções estabelecendo como seus personagens podem caminhar (VAN-LEEUEWEN, 2005a, p.4)¹¹.

De forma similar, há diversos tipos de gestos e eles têm potenciais de significação que podem ser compreendidos a partir da delimitação das categorias gestuais. Os meios materiais também podem ser utilizados como exemplo, pois existem diversas formas de uso desses recursos e, a partir do reconhecimento dos modos semióticos inscritos, as possibilidades de produzir significados podem ser investigadas.

Na próxima subseção serão apresentadas as definições para os termos *recursos semióticos* e as *potencialidades e limitações* dos modos semióticos em produzir significados.

1.2.2 Recursos semióticos e a teoria Linguística Sistêmico-Funcional

Os recursos semióticos são combinações de recursos materiais, sociais e culturais colocados em ação com o propósito de gerar significados (JEWITT, 2013).

Em atividades de ensino o professor pode utilizar a fala, os gestos e imagens como recursos semióticos para produzir significados aos conteúdos conceituais, além disso, os meios materiais como tela de projeção combinam diversos modos semióticos (JEWITT,

¹⁰ Tradução nossa. Lê-se no original: “Modes have differing modal resources. Writing, for instance, has syntactic, grammatical, and lexical resources, graphic resources such as font type, size, and resources for “framing,” such as punctuation. Writing might make use of other resources, for instance, the resource of colour. Speech and writing share aspects of grammar, syntax, and lexis. Beyond these, speech has intensity (loudness), pitch and pitch variation (intonation), tonal/vocal quality, length, silence. Image has resources such as position of elements in a framed space, size, colour, shape, icons of various kinds—lines, circles—as well as resources such as spatial relation, and in the case of moving images, the temporal succession of images, movement.”

¹¹ Tradução nossa. Lê-se no original: “Through the way we walk, we express who we are, what we are doing, how we want others to relate to us, and so on. Different ways of walking can seduce, threaten, impress and much more. For this reason actors often start working on their roles by establishing how their characters might walk.”

2005). Cada modo semiótico terá sua contribuição para a produção de significados. Como define Jewitt,

Textos projetados em tela são conjuntos complexos multimodais de imagem, som, movimento animado, e outros modos de representação e comunicação. A escrita é uma modalidade neste conjunto e, portanto, seu significado precisa ser entendido em relação aos outros modos que estão combinados a ela. Modos diferentes oferecem recursos específicos a construção de significados, e as maneiras pelas quais os modos contribuem para pessoas construírem significado variam (JEWITT, 2005, p.316)¹².

Na combustão da vela, por exemplo, diferentes modos semióticos podem ser combinados para explicar os conceitos da química, todavia, a linguagem verbal permite caracterizar mais detalhadamente o estado físico (líquido) da parafina na região próxima ao pavio, o que pode não ser perceptível em uma imagem. Já a imagem pode ser um modo semiótico com maior potencial para ilustrar detalhadamente o formato e a coloração da chama que a linguagem verbal. Portanto, os modos semióticos possuem diferentes potencialidades e limitações na produção de significados – também conhecido como *Modal affordance* (BEZEMER; KRESS, 2008; JEWITT, 2013).

Essas diferenças de recursos significam que modos podem ser utilizados para fazer diferentes tipos de atividade semiótica ou para fazer uma atividade semiótica muito semelhante com diferentes recursos e de diferentes maneiras. Isto é, modos têm diferentes possibilidades – potencialidades e limitações para produzir significado (BEZEMER, KRESS, 2008, p.101)¹³.

As possibilidades de significado (*Modal affordance*) podem ser elementos importantes para analisar o compartilhamento de recursos semióticos entre membros de uma comunidade, pois se referem às potencialidades e limitações dos modos semióticos para expressar um significado. O compartilhamento de significados será estudado por meio da combinação de modos semióticos e detalhado na próxima subseção.

1.2.3 Combinação de modos semióticos em estudos multimodais

Segundo Fei, O'halloran e Podlasov (2012), as pesquisas com foco na multimodalidade possuem um conjunto vasto de dados para serem analisados, principalmente

¹² Tradução nossa. Lê-se no original: "Screen-based texts are complex multimodal ensembles of image, sound, animated movement, and other modes of representation and communication. Writing is one mode in this ensemble and its meaning therefore needs to be understood in relation to the other modes it is nestled alongside. Different modes offer specific resources for meaning making, and the ways in which modes contribute to people's meaning making vary."

¹³ Tradução nossa. Lê-se no original: "These differences in resources mean that modes can be used to do different kinds of semiotic work or to do broadly similar semiotic work with different resources in different ways. That is, modes have different affordances - potentials and constraints for making meaning".

em razão de diversos modos semióticos. Realizar o estudo sem a utilização de aplicativo computacional pode ser inviável, pois o tratamento e a combinação de diferentes registros como produção escrita, gravação audiovisual e telas de apresentação (*slides*) requerem aplicativos computacionais que permitam organizar os dados do estudo multimodal.

Lopes et al. (2014) têm desenvolvido uma narrativa multimodal (NM) para incorporar a maior quantidade de informações dos processos de ensino e aprendizagem que são desenvolvidos em sala de aula. As NM possibilitam descrever o que acontece durante uma atividade porque incorporam diversos registros das atividades, por exemplo, trabalhos realizados pelos estudantes, fotos e diagramas. Os autores exploram as potencialidades do uso de NM como ferramenta para sistematizar os dados da pesquisa, sob uma perspectiva multimodal, e para caracterizar as práticas de ensino e aprendizagem em sala de aulas de Ciências.

Neste estudo, propomos o uso de um aplicativo computacional (Nvivo) que permite realizar análise de aulas em um nível macro, o mapeamento de episódios como um nível intermediário e a sequência discursiva como um nível micro. No nível da sequência discursiva, realizamos estudos sobre os modos semióticos (proxêmica, imagem, gestual, escrita e fala) e a combinação deles para a produção de significados.

A linguagem verbal vem sendo amplamente estudada por meio das interações discursivas, todavia, na abordagem multimodal a fala e a escrita são combinadas com outros modos semióticos para investigar a produção de significados. Nos próximos tópicos, explicitaremos pesquisas que enfatizam alguns modos semióticos (proxêmica, olhar, imagens e gestos) e a combinação deles com a linguagem verbal.

1.2.3.1 PROXÊMICA

O termo proxêmica¹⁴ define a forma como o professor e os alunos ocupam os espaços da sala de aula, pois se refere às distâncias físicas entre os sujeitos que ocupam um espaço e também a forma como esses sujeitos interagem com os meios materiais próximos a ele. Estudos sobre proxêmica utilizam expressões como: espaços da sala de aula (FEI; O'HALLORAN; PODLASOV, 2012), comportamento proxêmico (CAPPELLE; PAULA, 2013), posição ou posicionamento do sujeito (BEZEMER, 2008; CARNEIRO, 2013; FEI;

¹⁴ Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa - on-line – da Michaelis define proxêmica como o “Estudo a respeito das distâncias físicas que as pessoas estabelecem entre si no convívio social e das variações dessas distâncias, conforme as condições ambientais, culturais e sociais em que elas se enquadram”. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acessado em: 23/07/2016.

O'HALLORAN; PODLASOV, 2012), exibição de orientação (GOODWIN, 2000; BEZEMER, 2008).

Fei, O'Halloran e Podlasov (2012) apontam pesquisas recentes para investigar a ocupação dos espaços da sala de aula em que o posicionamento e o movimento do professor é visto como significativo. Para os autores, o professor negocia e reconfigura os espaços mesmo que sua posição seja fixa (estática) em algum lugar na sala ou pela movimentação (dinâmica) nos espaços.

A posição do professor em sala de aula é significativa como o local material de onde os recursos semióticos do professor (gestos, linguagem e outros) são incorporados e instanciados. Como tal, espaços diferentes na sala de aula adquirem significados específicos devido à configuração típica de opções semióticas no discurso pedagógico que ocorre nesse espaço, bem como da localização e distância do local em relação aos alunos e aos recursos didáticos, tais como o quadro branco e tela (FEI; O'HALLORAN; PODLASOV, 2012, p. 236)¹⁵.

O espaço ocupado pelo professor na sala de aula contribui na produção de significados, pois o seu deslocamento potencializa ou limita o uso de recursos semióticos disponíveis (FEI; O'HALLORAN; PODLASOV, 2012). Assim, configura uma relação do professor e os meios materiais disponíveis na sala e também com os alunos. O posicionamento do professor, muitas vezes, orienta a atenção que ora está direcionada aos meios materiais ora está direcionada à sala, de forma similar ao olhar.

1.2.3.2 OLHAR

O olhar é estudado por diversos pesquisadores (LANCASTER, 2001; GOODWIN, 2000; BEZEMER, 2008; KRESS; VAN-LEEUEWEN, 1996; CARNEIRO, 2013; JEWITT, 2013; TANG, 2013; CAVALCANTE, 2012). Para Lancaster (2001) o olhar possui três funções: analítica, interpessoal e expressiva.

Em toda esta atividade, o olhar desempenha um papel significativo em uma criança com visão; longe de ser transparente, ela é constituída de múltiplos modos. Através de sua função analítica, olhar estabelece mediação com a análise espacial envolvida na interpretação e construção de significado visual: através das funções interpessoais, a criança pode desenhar, manter e

¹⁵ Tradução nossa. Lê-se no original: "The teacher's position in the classroom is significant as the material site where the semiotic resources of the teacher (e.g. gesture, language and others) are embodied and instantiated. As such, different spaces in the classroom acquire specific meanings due to the typical configuration of semiotic choices in the pedagogic discourse that occurs in that space, as well as the positioning and distance of the site relative to the students and the teaching resources, such as the whiteboard and screen."

direcionar a atenção; através da sua função expressiva, sentimentos e atitudes são mediados. O movimento sistemático entre estas funções do olhar, coordenados com linguagem, gesto e ação, molda o que foi descrito como uma arena interpretativa, onde estas questões difíceis de representação simbólica podem ser trabalhadas pela criança (LANCASTER, 2001, p.150-151)¹⁶.

Os estudos a respeito do olhar indicam a ocorrência de coordenação do olhar com outros modos semióticos, principalmente, para produzir significados junto à postura corporal (GOODWIN, 2000; CAPPELLE; PAULA, 2013; RACA; DILLENBOURG, 2013), direcionar a atenção dos alunos ora para a tela de projeção, ora para a sala de aula (BEZEMER, 2008), destacar a performance gestual (KENDON, 1994; TANG, 2013) e direcionar o olhar para imagens (JEWITT; OYAMA, 2004; JEWITT, 2013; FERRAZ, 2008).

1.2.3.3 IMAGENS

O estudo multimodal da imagem perpassa por diferentes tipos de pesquisa, por exemplo, potencialidades e limitações das imagens na produção de significados (KRESS; VAN-LEEUEWEN, 1996; BEZEMER; KRESS, 2008; KRESS, 2000; JEWITT, 2005), estudos da relação entre gestos e imagens (MCNEILL, 2002; MCNEILL, 2005), gêneros multimodais em livro didático (FERRAZ, 2008) ou em quadrinhos (CATTO; HENDGES, 2010), relação entre imagem e olhar (LANCASTER, 2001), estudo da tipografia das imagens (VAN-LEEUEWEN, 2005a; 2005b) e a co-ocorrência de modo semióticos para a produção de significados em situações de sala de aula (TANG, 2013) e articulação da fala, imagens e gestos na leitura de textos em voz-alta (OLIVEIRA, et al., 2014).

Um dos principais estudos foi publicado por Kress e Van Leeuwen (1996) no livro “Reading images: The grammar of visual design” em que os autores propõem uma gramática para interpretar as imagens a partir da composição e estrutura. Já Bezemer e Kress (2008) interpretam potencialidades e limitações da substituição de artefatos, ações e da recontextualização ao transitar entre os modos semióticos imagens e escrita.

Jewitt (2005) caracteriza a produção multimodal de significados a partir da tela do computador, sobretudo, porque a relação entre imagem e palavra é reconfigurada em função do meio material utilizado. A reconfiguração ocorre porque os modos semióticos possuem

¹⁶ Tradução nossa. Lê-se no original: “In all of this activity, gaze plays a significant role in a sighted child; far from being transparent, it is a multiply constituted mode. Through its analytic function, gaze mediates the visual and spatial analysis involved in the interpretation and construction of visual meaning: through the interpersonal functions, the child can draw, hold and direct attention; through its expressive function, feelings and attitudes are mediated. The systematic movement between these functions of gaze, coordinated with language, gesture and action, frames what has been described as an interpretative arena where these difficult questions of symbolic representation can be worked on by the child.”

potencialidades e limitações para representar o mesmo objeto ou fenômeno. Diante disso, a autora destaca a importância de inserção de imagens em vista do potencial de produção de significados desse modo de comunicação e representação. Ou seja,

Textos baseados em tela são conjuntos complexos multimodais de imagem, som, movimento animado e outros modos de comunicação e representação. A escrita é uma modalidade neste conjunto e, portanto, seu significado precisa ser entendido em relação aos outros modos situados próximos dela. Modos diferentes oferecem recursos específicos para construção de significados e as formas em que os modos contribuem para a produção de significados das pessoas variam. A representação de um conceito (por exemplo, ‘células’ ou ‘partículas’) é realizada pelos recursos de escrita de formas que diferem dos recursos de imagem, ou seja, diferentes aspectos estão incluídos e excluídos de uma representação escrita ou visual (JEWITT, 2005, p.316)¹⁷.

De acordo com Kress (2000), os modos semióticos têm potencialidades e limitações que são específicas, por exemplo, uma imagem pode distorcer o objeto representado a partir do ponto de vista, potencializando algumas características (distância social, relações atitudinais e de força), e suprimindo outras. O autor também compara dois modos semióticos (escrita e imagem) para compreender as potencialidades desses modos ao relatar uma visita de crianças ao museu. O relato construído na forma de desenho teve foco em classificar um conjunto de brinquedos que podem ser encontrados no museu enquanto a narrativa escrita foi construída em uma sequência temporal rememorando ações e eventos. As potencialidades e limitações dos modos semióticos (imagem e escrita) também foram analisadas em um diagrama de livro didático.

Um exemplo de especialização: um modo de representação, a linguagem, é usada para uma finalidade pedagógica, para orientar, lembrar, organizar os alunos. Outro modo de representação, imagem visual, é utilizado para comunicar a informação central. As imagens mostram quais elementos significativos consistem esta pequena parte do mundo e em que relação eles estão. Esta é uma mudança fundamental para formas anteriores de livro, nas quais a linguagem era o meio dominante, e as imagens serviram para ilustrar (‘repetir visualmente’) o que já havia sido comunicado verbalmente (KRESS, 2000, p.194)¹⁸.

¹⁷ Tradução nossa. Lê-se no original: “Screen-based texts are complex multimodal ensembles of image, sound, animated movement, and other modes of representation and communication. Writing is one mode in this ensemble and its meaning therefore needs to be understood in relation to the other modes it is nestled alongside. Different modes offer specific resources for meaning making, and the ways in which modes contribute to people’s meaning making vary. The representation of a concept (e.g. “cells” or “particles”) is realized by the resources of writing in ways which differ from the resources of image, i.e. different criterial aspects are included and excluded from a written or visual representation.”

¹⁸ Tradução nossa. Lê-se no original: “This is an example of specialisation: one representational mode, language, is used for a pedagogic purpose, to direct, remind, organise the students. Another representational mode, visual images, is used to convey the central information. The images show what significant elements this bit of the world consists of, and in what relation they stand. This is a fundamental change to earlier forms of

Para Tang (2013), as pesquisas de multimodalidade têm destacado aspectos mais gerais da relação dos modos semióticos e a produção de significados, em outras palavras, ele afirma a ausência de estudo de padrões temáticos com foco na contribuição dos modos semióticos em um tema específico de Ciências. O autor produziu um diagrama de padrões temáticos obtidos a partir da explicação de alunos (linguagem verbal e gestos) a respeito de três representações de um objeto (visto de cima, posição lateral e impresso em 3 dimensões) e os conceitos de nanociência. Como resultado, Tang aponta que a possibilidade de obter padrões temáticos diferentes a partir da co-ocorrência de diferentes modos semióticos e também indica uma instanciamento da hierarquia multimodal para compreender a interação dos múltiplos sistemas semióticos e a produção de significados.

Neste sentido, o gesto é outro modo semiótico e será detalhado no próximo capítulo, pois buscamos analisar diversas pesquisas sobre eles para fundamentar este estudo e delimitar categorias gestuais a partir da compreensão de dois referenciais teóricos: a *tipologia dos gestos* proposto por McNeill (2005) e a *função dos gestos* sugerido por Kendon (2004). Diante disso, buscamos comparar as duas classificações a partir das potencialidades e limitações para estudar os gestos realizados por dois professores em situações de sala de aula, mormente, investigar a produção de significados sobre representação estrutural química por meio de diversos modos semióticos.

textbook, in which language was the dominant medium, and images served to illustrate (to ‘repeat visually’) what had already been verbally communicated.”

2. GESTOS E A REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL QUÍMICA

Em linhas gerais, o trabalho está centrado na compreensão da produção multimodal de significados em sala de aula, especificamente no ensino de Química. Na primeira parte do capítulo, apresentaremos alguns estudos sobre comunicação por meio de gestos e os desdobramentos de estudos em situações de ensino. Para isso, apontaremos estudos que fundamentam a comunicação por meio da fala e do gesto, a relação entre os gestos e outros modos, a articulação de gestos e os meios materiais (semióticos), a relação dos movimentos gestuais com aspectos emocionais e intencionais, e a compreensão da função dos gestos no ensino de Química, mormente, em situações de uso das REQ. Na segunda parte, situaremos a constituição histórica das REQ, focalizaremos o amplo e diversificado uso para atividades de ensino (computacionais, manipulação de objetos moleculares, transição de REQ na forma de imagens) e apresentaremos os objetivos desse estudo.

2.1 OS ESTUDO DE GESTOS E O ENSINO DE QUÍMICA

Kendon (2004) no livro “*Gesture: Visible Action as Utterance*” faz um panorama histórico sobre estudos da gestualidade. O autor analisa as ações visíveis do corpo como suporte do enunciado, pioneiramente da tradição ocidental com os gregos e romanos, por volta do século XVI, até a consolidação dos estudos sobre os gestos como um campo de pesquisa, no século XX.

Segundo Kendon, desde o século XVII, houve contribuições de estudos da ação visível do corpo com vistas a caracterizar a formação básica para uma linguagem universal. Desdobramentos destes estudos no século XVIII possibilitaram aprofundamentos sobre a origem da linguagem verbal e da gestual, principalmente relacionada à linguagem dos surdos. No século XIX, o autor enfatiza que a entrada de outras áreas de conhecimento como a Antropologia e a Psicologia trouxeram diversas contribuições. Entretanto, no final desse século houve estagnação das pesquisas, que foram retomadas somente na década de 70 do século XX. A partir daí houve crescimento de estudos sobre os gestos e culminou em diversos encontros e a consolidação da área como um campo de pesquisa.

Kendon destaca quatro pontos que projetaram o crescimento do interesse em estudos sobre gestos. Sobre o primeiro ponto, o autor informa que gestos e discursos são inter-relacionados e parecem ser oriundos do mesmo processo, mormente, relacionando-os ao desenvolvimento das tecnologias de registro audiovisual. O autor aponta questionamentos sobre a forma como o gesto e a fala são produzidos, pois podem ser compreendidos como

formas de expressões integradas e constituídas pelo mesmo mecanismo, mas também podem ser concebidos como formas separadas de produção de sentidos e a integração ocorre devido a um objeto comum entre eles.

[...] um exame fechado da coordenação dos gestos e da fala sugere que as duas formas de expressão são integradas, produzidas juntas sob a orientação de um objetivo comum. Isto, porque são expressões de duas formas de pensamento que são originadas como únicos, em processo interno? Ou são elas integradas como consequência de como a pessoa, engajada na produção do enunciado, adapta dois modos separados de expressão e os combina em um único objetivo retórico? (KENDON, 2004, p. 2-3)¹⁹.

O segundo destaque está no processo de comunicação, no qual os gestos e a fala se alternam como uma conjunção entre eles. Segundo Kendon, a microanálise da interação face-a-face nos processos de comunicação mostra que as ações visíveis do corpo, por meio do qual os gestos são expressos, configuram-se importantes para o processo de interação e comunicação em função da combinação entre gestos e fala.

Estudar os gestos por serem formas de expressão universais e naturais aparece como terceiro fator de interesse. O autor indica que apesar dos gestos parecerem espontâneos ou criados por um indivíduo, eles são regulados e sujeitos a uma convenção social. Portanto, “o estudo dos gestos, assim, parece nos prometer caminhos especiais nas formas individuais de expressão e transformação por processos sociais e códigos comunicativos socialmente compartilhados” (KENDON, 2004, p.3).²⁰

Como quarto fator de interesse, indica-se o reavivamento – em meados do século XX – dos estudos sobre a origem e o desenvolvimento da linguagem, inclusive do ponto de vista filogenético. Diante do relato dos irmãos Gardners sobre o sucesso em ensinar linguagem de sinais para um chimpanzé, Hewes (1973 *apud* KENDON, 2004, p.74) sugeriu que a primeira forma de linguagem poderia ser a gestual.

Diante do panorama apresentado por Kendon (2004) sobre o estudo do gesto, apresentaremos uma revisão bibliográfica para redimensionar o estudo dos gestos a partir de pesquisas mais recentes, sobretudo, em situações de sala de aula. Buscamos organizar os estudos que envolvem os gestos em algumas categorias para facilitar a caracterização do

¹⁹ Tradução nossa. Lê-se no original: “As a close examination of the coordination of gesture with speech suggests, these two forms of expression are integrated, produced together under the guidance of a single aim. Is this because they are expressions of two different forms of thought that originate jointly in a single, ‘deeper’ process? Or are they integrated as a consequence of how a person, engaged in producing an utterance, adapts two separate modes of expression and conjoins them in a single rhetorical aim?”

²⁰ Tradução nossa. Lê-se no original: “The study of gesture, thus, seems to promise us special insights into the way in which individual forms of expression are transformed by social processes into socially shared communicative codes.”

cenário das pesquisas mais atuais. Portanto, as principais tendências notadas nas pesquisas dos estudos dos gestos foram: (a) o estudo da fala e do gesto no processo de comunicação, (b) a relação entre gestos e outros modos semióticos, (c) gestos e os meios materiais, (d) movimentos gestuais evidenciando aspectos emocionais e intencionais; (e) gestos e a produção de significados; e (f) gestos e o ensino de química.

2.1.1 O estudo da comunicação por meio da fala e do gesto

Neste trabalho, o estudo da comunicação por meio da fala e dos gestos tem sido destacado em função da busca por compreender a produção de significados em sala de aula por meio de linguagens verbais e não verbais. Diversos pesquisadores (MCNEILL, 2005; LASCARIDES; STONE, 2009; PADILHA; CARVALHO, 2011; PICCININI; MARTINS, 2004) sugerem que os gestos enfatizam tanto o conteúdo do discurso verbal quanto acrescentam novas informações que não estão presentes na fala.

Cavalcante e Brandão (2012), utilizam-se dos estudos de Bruner para apresentar uma vertente de pesquisa sobre a fala e o gesto que compreende o surgimento dos movimentos gestuais como um período pré-linguístico (antecessor a fala). Segundo as autoras, esta vertente considera que a expressão por meio de gestos diminui com a aquisição da linguagem oral, portanto, partem da “premissa do gesto ‘guardar o lugar’ para fala remetendo a um primitivismo gestual” (CAVALCANTE; BRANDÃO, 2012, p.58).

Cavalcante e Brandão (2012) indicam ainda outra vertente cujas pesquisas seguem no sentido de contrário ao pressuposto do *primitivismo gestual*, pois consideram que os gestos co-participam no processo de comunicação e representação.

Nos últimos cinco anos temos trabalhado a partir da concepção da matriz gesto e fala [...]. Isto nos tem possibilitado mapear a emergência dos gestos na primeira infância, articulado com a produção de fala em situações interativas diádicas, o que tem nos permitido, cada vez mais, nos afastarmos de uma concepção de primitivismo gestual e de seu caráter pré-linguístico. Isto é, defendemos a perspectiva de que os gestos não guardam o lugar da fala na aquisição da linguagem, seu estatuto não seria pré-linguístico. Ao invés disso, consideramos o gesto como co-partícipe, já que ele constitui a matriz da linguagem (CAVALCANTE; BRANDÃO, 2012).

Para Iverson e Goldin-Meadow (1998) o interesse em estudar os gestos está centrado na comparação da forma como os gestos são produzidos por falantes que enxergam e outros que não enxergam. O propósito da comparação é verificar se os gestos são repetidos a partir da visualização de outros gestos similares ou se os eles são realizados por que os falantes

acreditam que os movimentos gestuais produzem significados que complementam a fala ou fornecem novos elementos.

A primeira possibilidade é que os falantes gesticulam simplesmente porque veem outros gestos, e aprendem com este modelo a mover suas mãos quando eles falam. [...] A segunda possibilidade é que os falantes gesticulam porque eles entendem que os gestos podem transmitir informações úteis para o ouvinte. [...] Nossos resultados sublinham a robustez do gesto na conversa. Gesto não depende de qualquer modelo ou de observador e, portanto, parece ser essencial para o próprio processo de falar. Estas descobertas deixam em aberto a possibilidade de que os gestos que acompanham a fala podem refletir, ou mesmo facilitar, o pensamento que está por trás de falar (IVERSON; GOLDIN-MEADOW, 1998, p.228)²¹.

Hotestter (2011) sugere nove questões de interesse para o estudo da comunicação por meio de gestos: (1) a compreensão da mensagem falada na presença e ausência de gestos; (2) expressividade dos gestos em função da abstração dos temas; (3) redundância dos gestos com a fala; (4) comunicação dos gestos em função do beneficiamento do ouvinte; (5) potencialidade dos gestos para melhorar a comunicação da mensagem falada; (6) estudo dos gestos relacionados à atenção ou construção de relacionamentos; (7) estudo da memória; (8) planejamento dos gestos e os gestos espontâneos; e (9) comunicação por gestos e expressões faciais.

O autor apresenta alguns resultados para indicar que os gestos facilitam a compreensão da mensagem falada, todavia, os gestos abstratos (metafóricos) parecem ter menor contribuição no estabelecimento da comunicação. Além disso, sugere que a redundância dos gestos deve ser mais investigada, por exemplo, o professor ao utilizar a palavra triângulo pode representar o objeto por meio da linguagem verbal, bem como acrescentar novas informações a partir dos gestos (tipo, tamanho e localização).

Goldin-Meadow e Alibali (2013) analisam o papel dos gestos na compreensão da linguagem em relação ao entendimento da fala e na atribuição de novos sentidos que não foram contemplados pela linguagem oral. As autoras citam um exemplo de um sujeito que fala sobre um chapéu ao mesmo tempo em que faz um gesto que mimetiza um movimento com a aba de um boné de beisebol, ou seja, o exemplo indica a potencialidade dos gestos em inserir informações que não estão presentes na linguagem oral.

²¹ Tradução nossa. Lê-se no original: “The first possibility is that speakers gesture simply because they see others gesture, and learn from this model to move their hands as they talk. [...] The second possibility is that speakers gesture because they understand that gestures can convey useful information to the listener. [...] Our findings underscore the robustness of gesture in talk. Gesture does not depend on either a model or an observer, and thus appears to be integral to the speaking process itself. These findings leave open the possibility that the gestures that accompany speech may reflect⁷, or even facilitate¹⁰, the thinking that underlies speaking.”

Para McNeill (2005), os gestos podem ser realizados em co-ocorrência com a fala para expressar o mesmo significado, todavia, esses dois modos semióticos os produzem por caminhos diferentes. Isso ocorre porque há uma tensão dialética entre imagem e linguagem, associada ao sincronismo do gesto e fala, em que a mente faz caminhos diferentes para significar a mesma coisa (ou objeto). Portanto, os gestos produzem significados e são co-expressivos com a fala (MCNEILL, 2005).

De acordo com Lascarides e Stone (2009), o contexto de compreensão dos significados produzidos na combinação entre fala e gestos é importante, pois ambos produzem significados por caminhos diferentes e apresentam ambiguidades que são compreendidas em função do contexto de uso desses modos semióticos. Contudo, Iverson e Goldin-Meadow (1998) destacam a necessidade de compreender o propósito da realização dos gestos. Neste sentido,

gestos produzidos por falantes são todos de fundo cultural e linguístico e emergem em crianças pequenas mesmo antes do desenvolvimento da linguagem. Os movimentos espontâneos da mão que acompanham a fala não são aleatórios, mas transmitem aos ouvintes informações que podem complementar ou mesmo completar a informação transmitida na fala. Embora muito se sabe sobre quando e de que forma falantes gesticulam, pouco se sabe sobre o porquê eles fazem isso (IVERSON; GOLDIN-MEADOW, 1998, p.228)²².

De maneira similar, Sessa e Trivelato (2013) indicam que o reconhecimento dos gestos depende do contexto de utilização deles e que emergem dos propósitos do enunciado. Segundo as autoras, os gestos podem ser equivalentes ao discurso verbal, expressar significados paralelos à fala, refinar o significado da linguagem verbal, fornecer novas informações e criar representações de objetos (SESSA; TRIVELATO, 2013).

O significado atribuído à palavra é de suma importância para a perspectiva sociocultural, pois a mediação feita pelo signo (palavra) em ação (semiose) é essencial para compreender a maneira como o modo semiótico é utilizado para produção de significados. Nesse sentido, os gestos podem ser utilizados para compreender a maneira como os significados são produzidos em sala de aula e comparar os potenciais de significação de ambos os modos (fala e gesto).

²² Tradução nossa. Lê-se no original: “Gestures are produced by speakers from all cultural and linguistic backgrounds¹⁻³ and emerge in young children even before the development of language^{4,5}. The spontaneous hand movements that accompany speech are not random but convey to listeners information⁶ that can complement or even supplement the information relayed in speech^{7,8}. Although a great deal is known about when and in what way speakers gesture, little is known about why they do it.”

Piccinini e Martins (2004) questionam a centralidade da linguagem verbal, pois há situações em que os gestos estão subordinados à fala (ênfase ou reforço do que foi dito). Em outras situações os gestos configuram-se como o modo semiótico principal (produzem significados sobre conceitos mais complexos em que os alunos não conseguem se expressar por meio da fala) no qual os gestos potencializam a comunicação por preencher lacunas na linguagem verbal. Portanto, para as autoras os gestos podem complementar a linguagem verbal ou acrescentar novas informações.

Para Kendon (2004), os gestos são compreendidos como co-expressivos com a fala e estruturados como unidades gestuais. Na Figura 2, a unidade gestual está representada em um excerto de fala e os gestos caracterizados como movimento de excursão na qual o corpo parte do repouso (preparação) para realizar um movimento (golpe) e retornar ao repouso novamente (recolhimento).

Figura 2: Adaptado de Kendon (2004) para exemplificar uma unidade gestual. Fonte: Kendon, 2004.

Kendon (2004) também indica que a expressão ou frase gestual é reconhecida como a preparação e o golpe. Já a unidade gestual pode ser constituída de diversas expressões gestuais e delimitada pelo recolhimento do gesto. Além disso, os gestos estão organizados de acordo com a dependência da fala (Figura 3).

Gesticulação → Emblema → Pantomima → Língua de sinais

Figura 3: Extraído de Mortimer et al. (2014) para exemplificar o *Continuum de Kendon*. Fonte: Mortimer, 2014.

O “grau” de dependência dos gestos com a fala pode ser representado pelo *Continuum de gestos* ou *Continuum de Kendon* em que uma extremidade (gesticulação) é

totalmente dependente da fala enquanto na outra (Língua de sinais) ele é totalmente independente.

O foco deste estudo está na gesticulação, sobretudo, em função da busca por compreender a forma como os diferentes modos semióticos são combinados na produção de significados. Diante disso, apresentaremos no próximo tópico a relação entre o gesto e outros modos semióticos.

2.1.2 A relação entre gestos e outros modos.

Cavalcante (2012) estuda a emergência da linguagem verbal e gestual nos primeiros anos de vida a partir da interação entre mãe e bebê. O estudo é construído a partir da abordagem multimodal, pois considera a co-ocorrência de diversos modos semióticos de comunicação (fala, gesto, olhar e prosódia). A autora fez um mapeamento dos gestos e da fala do bebê e obteve como resultado um gesto emblemático de apontamento.

Durante a caminhada do bebê na produção gestual, na passagem dos oito meses para os nove meses, identificamos o início da produção gestual do bebê. Nesse momento, os gestos são produzidos de forma desajeitada, desordenada e com um incentivo e sustentação inicial da mãe. O gesto emblemático de apontar, por exemplo, é produzido com a mão semi-aberta e com o dedo indicador semi-flexionado, mas reconhecido pela mãe como gesto significativo (CAVALCANTE, 2012).

Para Lemke (2003), há situações em que os gestos se configuram como o principal modo semiótico utilizado na comunicação. O autor indica que os gestos são utilizados, frequentemente, para descrever movimentos no espaço ou representar formas irregulares. Além disso, o autor destaca que os gestos são utilizados como representação icônica dos significados por graus em detrimento dos significados por tipo.

Herrera e Riggs (2013) estudam os gestos em comparação com a abstração dos conceitos em sala de aula e sugerem que os gestos icônicos e metafóricos são utilizados por estudantes em atividades cujos conceitos são mais abstratos. Os autores também indicam que os gestos facilitam a cognição espacial, pois fornecem direções e descrevem características dos objetos.

A iconicidade dos gestos pode ser caracterizada em função da presença de elementos visuais presentes no meio material (lousa ou tela de projeção), enquanto o gesto metafórico pode ser identificado como a abstração desses elementos visuais. Diante disso, torna-se importante estudar a relação entre o gesto e os meios materiais presentes no plano da sala de aula.

2.1.3 Gestos e os meios materiais (semióticos).

Manghi (2010) sugere que as interações na sala de aula ocorrem com uso de recursos semióticos principais (fala, gesto e simbolismo matemático) e secundários (escrita e imagens desenhadas) em função do meio semiótico (lousa) utilizado para a produção de significados. Para o autor os recursos semióticos possuem diferentes potenciais para gerar significados e o uso combinado desses modos amplia a possibilidade de compreensão dos conteúdos conceituais em sala de aula. Além disso, os meios materiais favorecem o uso combinado de modos semióticos. Para Manghi (2010), o professor que utiliza somente a linguagem oral, tende a trabalhar com conteúdo abstrato e geral, associado ao conhecimento tipográfico, enquanto que o uso combinado da fala e gestos dêiticos amplia a maneira de produzir significados ao trabalhar o conhecimento topológico e modifica a dinâmica das interações face-a-face uma vez que passa a utilizar a lousa para potencializar o uso tanto da fala como dos gestos.

Em outro estudo, Manghi destaca que o uso de meios materiais lousa e tela de projeção para o “emprego de desenhos, mapas, esquemas, linhas do tempo e outros, cumpre uma função para a alfabetização semiótica” (MANGHI, 2013, p.254). Diante disso, Manghi (2014) analisa a produção de significados em duas disciplinas (Biologia e História) e compara as potencialidades dos modos semióticos e dos meios materiais para abordar áreas distintas de conhecimento.

A descrição destes artefatos nos permite vislumbrar os potenciais de significado dos meios escolhidos e a combinação de modos para a representação e comunicação em cada uma das disciplinas. Por exemplo, em biologia, o uso do guia e do software, que empregam combinações de modos semióticos similares, permite definições multimodais tanto classificatórias como composicionais. [...] Em relação aos meios e seus potenciais semióticos em história, *a priori* poderíamos indicar que as fotografias são muito úteis para ensinar. A análise multimodal do discurso nos assinala com mais detalhes que as fotografias funcionam como evidência e tem um importante lugar nas definições, já que desencadeiam as nomeações linguísticas, construindo relatos onde alguém relata algo em circunstâncias sócio-históricas particulares (MANGHI, et al., 2014, p. 53)²³.

²³ Tradução nossa. Lê-se no original: “La descripción de estos artefactos nos permite vislumbrar los potenciales de significado de los medios elegidos y la combinación de modos para la representación y comunicación en cada una de las asignaturas. Por ejemplo, en biología, el uso de la guía y del software, que emplean combinaciones de modos semióticos similares, permite definiciones multimodales tanto clasificatorias como composicionales. [...] En relación a los medios y su potencial semiótico en historia, *a priori* podríamos indicar que las fotografías son muy útiles para enseñar. El análisis multimodal del discurso nos señala con más detalle que las fotografías funcionan como evidencia y tienen un importante lugar en las definiciones, ya que desempaquetan las nominalizaciones lingüísticas, construyendo relatos en los que a alguien le ocurre algo en circunstancias sociohistóricas particulares [...]”

Outro aspecto apontado por Manghi (2014) se refere ao desenvolvimento da aula com atividade de roteiro impresso e uso de uma simulação computacional, no primeiro caso o professor indica o uso orientado para compreensão dos conceitos enquanto na atividade de simulação houve maior liberdade para que os alunos pudessem produzir significados a partir da tentativa e erro.

Os exemplos citados por Manghi (2010, 2013, 2014) nos permitem sugerir que ao modificar o meio material utilizado na sala de aula potencializamos determinados meios materiais em detrimento de outros. Isto é, ao modificar o meio material impresso (que privilegia a escrita e as imagens) para o digital (há possibilidade de inserir sons, movimentos, escrita, imagens, etc.) novos modos semióticos podem ser utilizados. Portanto, o potencial de significação da linguagem escrita é diferente no meio material impresso em relação ao digital, todavia, tornam-se necessários outros estudos para compreender a potencialidade dos diferentes modos semióticos e a relação com os meios materiais.

2.1.4 Movimentos gestuais revelam aspectos emocionais e intencionais.

Segundo Chaves, Coutinho e Mortimer (2009) as estratégias não verbais são recursos que ampliam as ações comunicativas do professor e que o maior problema reside na utilização limitada desses recursos, além disso, os autores apresentam como desdobramentos da pesquisa a elevada quantidade de gestos que expressam aspectos emocionais e que foram realizados por causa do nervosismo e da ansiedade.

Em contrapartida ao pressuposto de que os gestos são espontâneos, Nathan (2008) indica que os sujeitos internalizam comportamentos sociais responsáveis pelo estabelecimento de mediações. Para o autor, o gesto facilita a escolha de palavras nas interações entre os sujeitos e também auxilia na mediação de processos sociais que ocorrem no plano interno, portanto, atua no pensamento.

Para Arzarello et al. (2009), os gestos podem apresentar um aspecto *institucional* relacionado ao que é estabelecido na escola ou *pessoal* quando é uma produção idiossincrática do sujeito que realizou o gesto.

2.1.5 Gestos e as representações no ensino

Os gestos são utilizados no ensino de química para representar ou comunicar diferentes informações, na medida em que existem distintas classificações para eles. Herrera e Riggs (2013) se baseiam na tipologia dos gestos de McNeill (2005) para analisar a ocorrência de gestos do tipo imagísticos (icônicos e metafóricos). Para os autores, os gestos imagísticos

são mais frequentes em situações em que são trabalhados conceitos difíceis ou abstratos. Além disso, os gestos icônicos são mais frequentes para descrever representações estruturais químicas (HERRERA; RIGGS, 2013).

De forma similar, Chue, Lee e Tan (2015) sugerem que os gestos icônicos complementam a fala e as inscrições (imagens) e são utilizados para produzir significados a respeito de tamanho, das posições relativas dos átomos e movimentos de partículas.

Nos estudos de Quadros e Mortimer (2010), os gestos são investigados em aulas de professores do Ensino Superior a partir de cinco perspectivas: (a) alta dinamicidade e engajamento dos estudantes; (b) uso de gestos; (c) a linguagem multimodal do discurso oral, escrito e gestual; (d) alternância entre modelos bidimensionais e tridimensionais; (e) alternância de meios materiais.

Na primeira perspectiva, Moro et al. (2011) apresentam desdobramentos que buscam aprofundar a discussão sobre o uso de gestos de uma professora, mormente, indicam que o uso articulado de modos semióticos em sala de aula facilita o entendimento dos conceitos e promove um dinamismo à aula.

Na segunda perspectiva, Pereira et al. (2012) analisam os gestos recorrentes de duas professoras em aulas de química do Ensino Superior. Segundo McNeill, (2005, p.116), “Um gesto recorrente é reconhecido quando um ou mais características gestuais ocorrem em mais de dois (não necessariamente consecutivos) gestos”²⁴. Dessa forma, Pereira et al. (2012) destacam, como os gestos recorrentes ressignificam o conceito associado a movimentos gestuais e à fala realizados em outras situações de ensino.

Quando o gesto é usado de forma recorrente, acredita-se que ele retoma um conceito que foi explicitado na aula e que não precisa ser citado novamente, pois o gesto retoma o significado do conceito. Ao realizarem o mesmo gesto as professoras fazem referência, apenas com o movimento, àquilo que foi ensinado anteriormente (PEREIRA et al., 2012, p.10).

Em outro trabalho apresentado por Pereira, Moro e Mortimer (2013), gestos de professores foram estudados por meio de categorias gestuais definidas nos estudos de Adam Kendon. Nessas categorias, a principal característica consiste na função do gesto, ou seja, analisa-se o movimento gestual do professor como uma ação no contexto de produção de significados.

²⁴ Tradução nossa. Lê-se no original: “A catchment is recognized when one or more gesture feature occur in at least two (not necessarily consecutive) gestures.”

A análise dos gestos dos professores a partir da categorização proposta por Kendon permite, por meio da identificação do propósito principal de realização do gesto, estabelecer fronteiras mais nítidas entre os gestos. Diante disso, torna-se importante em vista das limitações encontradas nas categorias gestuais de McNeill, sobretudo, em função da sobreposição de categorias na qual chamamos de *hibridismo gestual* (AIZAWA; SILVA-NETO; GIORDAN, 2014).

Na terceira perspectiva, a linguagem multimodal se refere a “um campo de estudo que parte do pressuposto que os significados são produzidos, distribuídos, recebidos, interpretados e refeitos a partir da interpretação de vários modos de representação e comunicação não apenas através da linguagem falada ou escrita” (QUADROS et al., 2012, p.2). Os autores se referem aos gestos em termos de amplitudes, sendo uma professora caracterizada pela realização de gestos expansivos e a outra com gestos contidos. Além disso, Quadros e colaboradores focalizaram a discussão da multimodalidade em termos dos modos semióticos e destacam a influência da diversidade e interação de modos semióticos para a produção de significados.

A boa avaliação destas professoras certamente está relacionada à diversidade de modos semióticos e à interação entre esses modos. As duas utilizam com propriedade os diversos modos semióticos e navegam bem entre um e outro, gerando boa interação entre os modos. Com essas características as professoras facilitam a comunicação do conteúdo que querem ver aprendido e auxiliam nos processos de produção de significados (QUADROS et al., 2012, p.10).

Na quarta perspectiva, Moro et al. (2013) relatam que os professores utilizam diversos recursos ou modos semióticos além da fala e do gesto. Portanto, os autores indicam:

[...] o gesto e a fala como os dois primeiros modos semióticos usados pelos professores. Denominamos, então, de terceiro modo semiótico, um dos diferentes recursos usados nas aulas do ensino superior, pela importância que representam e pelo grau de generalidade que eles assumem (MORO et al., 2013, p.2).

O terceiro modo semiótico é estudado por Moro et al. (2013) a partir da relação entre a visualização bidimensional e tridimensional de imagens inscritas na tela de projeção e com auxílio de modelo de bola e bastão.

Na quinta perspectiva, destacamos o trabalho de Sá et al. (2013) que apresentam estudos semelhantes de gestos, todavia, destacando diferenças dos tipos de gestos realizados em diferentes meios materiais como a tela de projeção e aparatos experimentais.

O ensino e aprendizagem das ciências envolve o uso de vários modos com diferentes potenciais para dar sentido ao que é comunicado em sala de aula. Esses diferentes potenciais têm um efeito na escolha de qual modo utilizar em instâncias específicas de comunicação. Qualquer que seja o modo escolhido, ele terá sempre um efeito no uso, tanto da voz, quanto dos gestos. Investigar como um professor articula diferentes modos semióticos contribui para compreender os processos de comunicação em sala de aula para além dos aspectos linguísticos e discursivos das interações professor-aluno (SÁ et al., 2013, p.8).

Neste trabalho, a imagem foi investigada através dos meios materiais (giz e lousa, tela de projeção, modelos plásticos e tela do computador) nas quais as representações estruturais químicas (REQ) estão inscritas e são utilizadas de diversas maneiras para produzir significados. Buscamos aprofundar a análise dos meios materiais por meio do levantamento de preferências de uso do professor, das traduções de REQ que ocorrem ao modificar o meio material e as modificações na performance gestual do professor em função dos meios materiais. Diante disso, na próxima seção do capítulo procuramos compreender aspectos importantes sobre as REQ, situar interesses de estudos sobre uso de REQ para ensinar química e, por fim, sugerir a REQ como um recorte para estudar a produção de significados por meio de diversos modos de comunicação e representação.

2.2 A REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL QUÍMICA

A quantidade de publicações sobre representação estrutural química (REQ) na área de ensino de ciências, em especial da química, reflete a importância do assunto. Sendo a representação estrutural relevante não somente para a química, mas para outras áreas das ciências e da tecnologia, além de aspectos do cotidiano relacionados à inferência sobre os fenômenos.

A REQ pode representar uma molécula de diferentes maneiras, por exemplo, para a molécula do benzeno (Figura 4) ilustramos um conjunto de REQ: (a) condensada; (b) traços; (c) linhas; (d) bola e bastão; (e) superfície molecular; (f) potencial eletrostático; (g) orbital molecular.

Figura 4: REQ da molécula do benzeno. Fonte: os autores.

Diversos estudos utilizam a representação estrutural química como objeto de pesquisa, sendo amplamente investigados o uso de ferramentas computacionais, aspectos relacionados à aprendizagem em função da manipulação de objetos moleculares, níveis de representação da química, habilidades de visualização do objeto molecular, a historicidade das REQ em termos de linguagem e heurística e estudos sobre REQ com ênfase na semiótica.

Segundo Araújo-Neto (2009), a REQ é constituída historicamente e utilizada na química para fins de comunicação e resolução de problemas.

A representação estrutural é uma atividade constituída historicamente na evolução da química a partir de meados do século XIX, que se destina à criação e a utilização de signos em processos de comunicação e em heurística com o objetivo de previsão das características das propriedades dos diferentes objetos (ARAÚJO-NETO, 2009, p.9).

Swoyer (1991), relata nos seus estudos que não há como utilizar um conjunto de exemplos de objetos moleculares para separar representações estruturais e não estruturais. Para isso, o autor utiliza aspectos do fenômeno para caracterizar uma REQ e sugere cinco elementos: (1) deve ser aplicado em resoluções de problemas; (2) o meio utilizado para representar o objeto molecular deve ser indiferente; (3) deve representar apenas situações possíveis; (4) deve ser preciso para permitir um estudo de aspectos formais da representação estrutural; (5) deve ser geral o suficiente para subsumir um número de diferentes tipos de representação.

Na constituição histórica e prática da química como ciência são utilizados diversos sistemas de representação como forma de mediação do que pode ou não ser enxergado (KOZMA et al., 2000). Esses autores têm mostrado interesses no uso da linguagem, REQ e situações de laboratório de química.

Harle e Towns (2012) investigaram aspectos das REQ de proteínas em aulas de bioquímica e a compreensão dos alunos do ensino superior sobre conceitos que podem ser verificados por meio das REQ. Segundo as autoras, os alunos se frustram quando não possuem as informações necessárias para compreensão das REQ, além disso, eles tentam utilizar os conhecimentos prévios mesmo que a REQ não forneça a informação. As autoras também citam que ao utilizar representações de proteínas para ensinar é importante que os docentes auxiliem os alunos a interpretar a representação, pois as informações a serem codificadas podem não ser evidentes (HARLE; TOWNS, 2012).

2.2.1 Visualização espacial

As investigações com ênfase na visualização espacial têm mostrado, principalmente, a capacidade de visualização da representação espacial e habilidade de estudantes em manipular REQ (KEIG; RUBBA, 1993).

Segundo Hyde, Shaw e Jackson (1996), atividades de ensino com uso da modelagem computacional podem desenvolver nos alunos a capacidade de visualização tridimensional, pois relatam que 88% dos estudantes indicam que o curso torna-se mais interessante com a possibilidade de girar a molécula em 3D.

Boukhechem, Dumon e Zouikri (2011) sugerem que as dificuldades de aprendizagem em situações de uso de REQ podem decorrer da falta de domínio de regras e técnicas de tradução entre as representações. Já Rios e French (2011) indicam que a dificuldade está associada à familiaridade dos alunos em relação às REQ.

Lorenzo e Pozo (2010), realizaram um experimento com estudantes dos cursos de Farmácia e Bioquímica e de Psicologia no qual três grupos de estudantes analisaram estruturas similares à projeção de cavalete. No entanto, ao invés de utilizar símbolos de átomos eles utilizaram letras do alfabeto. Os resultados indicaram que as respostas incorretas estavam associadas mais à incompreensão do conhecimento químico que à manipulação da REQ.

Diante disso, temos trabalhado com o pressuposto de que as dificuldades apresentadas por estudantes ao manipular REQ estão relacionadas à compreensão de aspectos semióticos da REQ, ou seja, os significados produzidos pelos alunos quando manipulam os elementos simbólicos da representação. Dessa forma, a análise do rendimento dos estudantes como decorrência da dificuldade de visualização espacial do objeto molecular pode incorrer em reducionismo, pois reduz elementos semióticos da REQ a procedimentos rotacionais.

2.2.2 A REQ e o uso de ferramentas computacionais.

Novas formas de utilização das REQ para compreensão e resolução de problemas vêm sendo investigadas em situações de uso do computador. Abdoolatiff e Narod (2009) investigam o uso de simulações computacionais para ensinar conceitos relacionados a REQ e indicam que as atividades junto ao computador promovem a motivação e envolvimento dos alunos. Os autores analisaram dois grupos de alunos, um deles com 21 alunos que utilizaram um software computacional e outro com 23 alunos como grupo controle. Os estudos indicaram que as atividades em laboratório de informática influenciaram na motivação,

interesse e envolvimento dos alunos, além disso, mostraram que a compreensão de conceitos da química requer dos alunos familiaridade com o nível molecular de estruturas e fenômenos.

Estudos que utilizam o computador como suporte para ensinar química enfatizam o uso de diferentes ferramentas de visualização do objeto molecular para construir significados aos conceitos correlatos da química, como REQ de proteínas em disciplinas de bioquímica (WHITE; PERNA; CARLSON, 2005; JASWAL et al., 2013), tratam de níveis de representação na cinética química (LEVY; WILENSKY, 2009), compreensão conceitual de orbitais atômicos (TRINDADE; FIOLHAIS; GIL, 2005), ensino de conceitos de ligação química (FRAILICH; KESNER; HOFSTEIN, 2009) e o ensino de química orgânica, principalmente como forma de reduzir dificuldades de estudantes na compreensão de modelos e da estrutura dos objetos moleculares (DORI; BARAK, 2000).

2.2.3 Nossas contribuições à pesquisa sobre representação estrutural e o ensino de química.

A REQ permeia historicamente as atividades da química quanto aos processos de comunicação e resolução de problemas (ARAÚJO-NETO, 2009), sendo um tema de interesse de diversos pesquisadores da área de Educação em Química no Brasil (GOIS; GIORDAN, 2007; ARAÚJO-NETO, 2009; SOUZA; PORTO, 2010; QUADROS et al., 2012). No entanto, o ensino por meio das REQ e o impacto na aprendizagem de conceitos de química vêm sendo pouco investigados em aulas de Ensino Médio.

No Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ), temos interesse em investigar as REQ no ensino de química sob uma perspectiva de mediação semiótica. Neste estudo, o objetivo está centrado em: (a) aprofundar a compreensão da produção de significados a partir da combinação de diferentes modos semióticos de comunicação cujas REQ são ferramentas culturais utilizadas pelos professores para ensinar química; (b) ampliar a compreensão a respeito dos potenciais e limitações de categorias de análise para caracterizar situações de ensino; (c) investigar a produção de significados por meio da co-ocorrência de categorias de análise multimodal; (d) analisar performances de professores em termos dos recursos semióticos utilizados para ensinar.

Portanto, o recorte da pesquisa é o ensino de química no qual as REQ estão em evidência e a combinação de modos semióticos (gesto, fala, imagem e postura corporal) são categorias de análises para compreensão da produção multimodal de significados em sala de aula. Neste estudo da produção multimodal de significados desenvolvemos uma ferramenta

metodológica de análise das interações discursivas em sala de aula que será apresentada no próximo capítulo.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O desenho metodológico da pesquisa consiste em coletar e organizar dados para análise multimodal sobre a produção de significados por meio do uso de diferentes modos de representação e comunicação em sala de aula de Química. As situações de aula foram extraídas do acervo de aulas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ), construído nos últimos 10 anos.

O foco principal da pesquisa é a análise de dois minicursos planejados e aplicados por professores em formação inicial tendo sido desenvolvidas ferramentas de análise para caracterizar a produção de significados por meio da fala, gesto, imagem e posicionamento do professor. Esses minicursos foram planejados com base no Modelo Topológico de Ensino (MTE) que é o referencial teórico norteador da produção dos planos de ensino elaborados na disciplina de Metodologia do Ensino de Química da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Como evidencia Giordan (2008),

O modelo topológico de ensino é uma ferramenta teórico-metodológica derivada da Teoria da Ação Mediada que é capaz de subsidiar a organização do ensino no cotidiano da sala de aula e que está articulado a ela nos diversos estágios da vida escolar. [...] o modelo topológico de ensino propõe a *atividade*, o *conceito* e o *tema* como três eixos organizadores do ensino na sala de aula. (GIORDAN, 2008, p.291)

O MTE permite ampliar a caracterização das situações de sala de aula a partir do contexto de planejamento e execução do minicurso, pois os episódios de ensino correspondem às ações planejadas (atividades) que foram desenvolvidas em sala de aula, de maneira a permitir analisar o plano de ensino em ação, além disso, configura-se como um instrumento com potencial e fundamental para seleção de episódios de interesse para essa pesquisa.

Figura 5: Diferentes dimensões de planejamento do ensino no Modelo Topológico de Ensino. Fonte: Giordan, 2008, p. 290.

As diferentes dimensões do MTE (Figura 5) permitem caracterizar dois níveis de análise para este estudo: o conjunto de aulas que constitui a sequência didática (dimensão de planejamento de ensino) ou minicurso (plano de ensino em ação) e, de maneira similar, a atividade ou episódio de ensino. Além de utilizar estes dois níveis de análise, ampliaremos a análise para um terceiro nível, Figura 6, em que as sequências discursivas (SDi) e as categorias de análise multimodal são novas ferramentas para o estudo da dinâmica das interações verbais e não verbais em sala de aula.

Figura 6: Esboço genérico de mapeamento em multinível. Fonte: os autores.

A Figura 6 representa um esboço genérico de mapeamento em multinível de um minicurso cujo desdobramento em situações de sala de aula ocorre a partir do planejamento de ensino – o produto do planejamento é a sequência didática cujo propósito é orientar as ações que ocorrem na sala de aula.

O nível I se refere ao conjunto de aulas que são planejadas e executadas. Os minicursos utilizados na pesquisa foram planejados de acordo com o MTE que tem como referência oito aulas, no entanto, a quantidade de aulas pode variar de uma sequência didática para outra. Portanto, nesse nível, podemos comparar o conjunto de aulas tais como foram planejadas e desenvolvidas.

No nível II, a aula é mapeada em episódios de ensino a partir do propósito da atividade. Nesse estudo, optamos por analisar situações de ensino com elevada frequência de uso de representações estruturais químicas (REQ), ou seja, a REQ foi utilizada como critério para seleção da aula e, posteriormente, o episódio com maior ocorrência de REQ. Portanto, o mapeamento de episódio foi tanto uma ferramenta para selecionar episódios de ensino em

meio ao grande volume de registros disponíveis bem como uma forma de investigar a performance do professor diante das REQ.

No nível III, o episódio é mapeado na forma de sequências discursivas que se referem às ações realizadas pelo professor para alcançar o propósito de ensino. Ações que podem ser classificadas em categorias de análise para estudo da produção de significados por meio de diversos modos de comunicação e representação.

A técnica de mapeamento de aulas, episódios e sequências discursivas é, portanto, um procedimento necessário para analisar um conjunto extenso de dados, mormente, configura-se como uma ferramenta metodológica necessária para estudos sobre a produção multimodal de significados, pois permite selecionar uma aula em que o objeto de estudo aparece com maior frequência, mapear episódios para seleção de excertos dos propósitos de ensino que atendam aos critérios da pesquisa e mapear sequências discursivas que permitem caracterizar as ações desenvolvidas na sala de aula para alcançar um propósito específico. Portanto, essa técnica permite caracterizar a produção de significados que emerge da combinação de diversos modos semióticos de comunicação e representação.

Partindo de algumas questões suscitadas pelas atividades da pesquisa, apresentaremos o plano de aulas elaborado pelos professores em formação inicial para cada um dos minicursos. Essa, consiste na técnica de mapeamento de episódios de ensino utilizada para analisar os dados qualitativos da pesquisa e a análise multimodal da produção de significados. Antes, porém, apresentaremos uma visão geral do cenário de pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CENÁRIO DE PESQUISA

As aulas estudadas neste projeto de pesquisa foram ministradas por professores em formação inicial, ou seja, estudantes de Licenciatura, ao longo da disciplina Metodologia do Ensino de Química (MEQ), oferecida em dois semestres consecutivos da grade curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade de São Paulo, *campus* Butantã. A disciplina ministrada no primeiro semestre (MEQI), período vespertino, foi dedicada ao estudo teórico e elaboração de uma sequência didática (SD) e o segundo (MEQII) para a finalização, produção de materiais de apoio, aplicação, avaliação e reelaboração da SD.

No processo de elaboração da SD os professores em formação inicial internalizam elementos teóricos e metodológicos do Modelo Topológico de Ensino (MTE) que é utilizado como método para auxiliar a elaboração do plano de aulas, alicerçado sob a perspectiva sociocultural em que a sala de aula é considerada “um organismo social com cultura e

identidade própria, na qual se realizam ações entre pessoas com diferentes visões de mundo” (GIORDAN, 2008, p. 289).

Segundo Guimarães e Giordan (2013) a “Sequência Didática é um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central”. A SD elaborada possui formato de um minicurso oferecido para aproximadamente até trinta alunos, preferencialmente, de escolas públicas da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

As aulas estudadas foram constituídas por um minicurso que foi desenvolvido em duas tardes consecutivas, cada uma com quatro aulas de 50 minutos, combinadas em duas aulas de 1h40min e intercaladas por um intervalo de 20 minutos. Ao longo de dois dias de minicursos foram gerados registros audiovisuais para cada minicurso – exceto, com surgimento de equívocos que forçaram alguma alteração ou interrupção das gravações sendo elas por mudança ou reorganização do espaço físico do ambiente de ensino.

Os registros audiovisuais das aulas analisadas foram realizados com uma câmera digital posicionada na lateral da sala (Figura 7), para captação da performance do professor e as interações professor-aluno e aluno-aluno (atividades em grupo).

Figura 7: Croqui do laboratório de química da Faculdade de Educação da USP. Fonte: os autores.

Com isso, o processo de gravação foi realizado para captação do plano aberto da sala de aula e plano fechado no professor, recursos de gravação que auxiliam as análises realizadas

através de vídeos para o estudo multimodal. Esse recurso permite observar com detalhes os movimentos gestuais realizados pelo professor em sala de aula e inscrições feitas nos meios materiais (lousa e tela de projeção). Para isso, os dados utilizados no estudo foram obtidos com a câmera em plano fechado no professor, interlocutor privilegiado na pesquisa, e em algumas situações destacam-se os meios materiais ou alunos.

O registro do áudio foi obtido por um conjunto de microfones de lapela sem fio distribuídos e colocados sobre as mesas do laboratório (um microfone para cada grupo de alunos) e um microfone na lapela do professor. A mesa de som recebe o sinal de até oito microfones e permite controlar a abertura dos canais de entrada de áudio dos grupos de alunos e do professor de maneira que buscamos minimizar problemas na qualidade do som e de sobreposição de vozes durante a captação do áudio.

O sinal de vídeo da câmera e o sinal de áudio coletado por meio dos microfones foram combinados em um notebook e o produto audiovisual foi transmitido online para fins didáticos e armazenados no banco de dados do LAPEQ.

Todos os detalhes relatados acima demonstram a atenção e a necessidade de ter todos os recursos materiais e digitais bem preparados para um registro de qualidade que possa enriquecer o trabalho de formação, a pesquisa e os parâmetros necessários para uma análise profunda e criteriosa dos elementos presentes no vídeo. É importante considerar que esses registros são utilizados pelos estudantes de licenciatura em seus estudos acadêmicos sobre o MTE, principalmente na análise, avaliação e reelaboração da SD.

3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE MULTINÍVEL

Nas próximas seções apresentaremos o percurso metodológico a partir de três níveis de análise: Nível I refere-se ao conjunto de aulas que constituem a sequência didática/minicurso; Nível II apresenta o mapa de episódios de ensino/atividade e a seleção do episódio com maior frequência de uso de representações estruturais químicas; Nível III retrata a localização das categorias de análise e a análise multimodal de produção de significado em sequências discursivas.

3.2.1 Nível I de análise – Conjunto de aulas da sequência didática (SD)

O primeiro nível de análise corresponde a caracterização dos minicursos a partir das aulas elaboradas no plano de ensino produzido pelos professores. Destaca-se neste nível a problematização que norteia a SD, os objetivos gerais e o conjunto de aulas.

As aulas analisadas na pesquisa foram obtidas de registros audiovisuais dos minicursos realizados em outubro de 2012. Foram selecionados os minicursos que apresentavam maior uso de representação estrutural química (REQ), sendo eles: “*Sacolas biodegradáveis salvarão nosso planeta?*” (Sacolas Plásticas) e “*Sabão e detergente: Suas diferenças e semelhanças*” (Sabões e detergentes). No entanto, quatro minicursos foram oferecidos (Quadro 2).

Datas	Título dos minicursos	Duração	Alunos MEQ	Alunos do EM
03 e 04	(Auto)medicação: entre a cura e o veneno.	05:08:10	4	16
10 e 11	Sabão e detergente: Suas diferenças e semelhanças.	05:50:10	4	15
17 e 18	Sacolas biodegradáveis salvarão nosso planeta?	05:34:18	4	14
24 e 25	O retorno da garrada de vidro. Será que a moda pega?	06:21:58	4	21

Quadro 2: Minicursos ministrados em outubro de 2012. Fonte: os autores

A turma de 2012 da disciplina Metodologia do Ensino de Química II foi formada por 16 alunos de graduação: 11 alunos do curso de Licenciatura em química e 5 alunos do bacharelado. A turma foi constituída por mais estudantes do sexo feminino (10) que masculino (6). Cada minicurso foi ministrado por grupo de quatro professores em formação inicial e a seleção dos sujeitos de análise ocorreu em função do episódio de ensino com maior frequência de uso da REQ, portanto, selecionamos um professor (P1) do minicurso “Sacolas Plásticas” e uma professora (P2) do minicurso “Sabões e Detergentes”.

P1 é graduando do curso de Licenciatura em Química (Noturno) e possui pouca experiência em sala de aula, pois desenvolveu atividades de ensino para três disciplinas de estágio obrigatório. O planejamento das aulas foi realizado com auxílio de artigos de revistas da área de ensino química ou ciências e textos discutidos em outras disciplinas de graduação. Em relação ao registro da aula, P1 relatou em enquete que se sentiu um pouco incomodado com o registro audiovisual, todavia, enfatizou a importância da gravação. O professor também relatou que avaliar a própria aula contribuiu para sua formação como professor, principalmente com questões técnicas como tom de voz e velocidade da fala.

P2 é graduanda do curso de Licenciatura em Química (Noturno) e professora de química com experiência de 11 meses. O planejamento da aula foi desenvolvido por meio de

artigos de revistas da área de ensino química ou ciências e livros didáticos tradicionais. Em relação ao registro das aulas, P2 considera importante porque o professor pode aprimorar suas aulas. Relata que avaliar a própria aula a ajudou na formação como professora, principalmente, em uma situação em que precisou adaptar rapidamente o que havia planejado, pois os alunos não sabiam o conteúdo conceitual de química (polaridade).

3.2.2 Nível II de análise – Mapeamento de episódios

O segundo nível de análise apresenta o mapeamento de episódios que tem como referência o propósito da atividade de ensino. De acordo com o Modelo Topológico de Ensino (MTE), o propósito de ensino é um dos descritores da atividade e está presente nas dinâmicas das atividades que compõem uma aula. A mudança de propósito de ensino indica quando o professor está iniciando ou finalizando uma atividade de ensino, diante disso, utilizamos neste estudo como uma ferramenta para delimitação de fronteiras nos episódios de sala de aula.

O mapeamento dos episódios dos minicursos foi realizado por meio do programa computacional (Nvivo10)²⁵ que permitiu a organização e o tratamento de dados para pesquisas qualitativas e mistas.

Figura 8: Ilustração da janela do Nvivo 10 com a localização do vídeo, a linha do tempo e o diagrama de codificação. Fonte: os autores a partir do Nvivo10.

²⁵ O Nvivo 10 é um software da empresa QSR desenvolvido para reunir, organizar e analisar dados de pesquisas qualitativas e quantitativas. Fonte: <http://www.qsrinternational.com>

Na Figura 8, ilustra-se a janela de trabalho do Nvivo com: (A) o painel de navegação em pasta no lado esquerdo; (B) o painel de comando no canto superior; (C) na região central está a linha do tempo do vídeo; (D) o mapa de episódios de ensino realizadas para a pesquisa e (E) uma janela com a exibição do vídeo. O Nvivo também possui um diagrama de codificação (Figura 9), ferramenta de exibição, que permite visualizar faixas de categorias presentes no registro audiovisual em função da linha do tempo do vídeo.

Figura 9: Diagrama de codificação com o mapeamento de episódios de ensino do minicurso Sacolas Plásticas.
Fonte: Os autores a partir de Nvivo10.

Na Figura 9, por exemplo, ilustra-se o diagrama de codificação de um vídeo do minicurso Sacolas Plásticas com duração de 2 horas, 1 minuto e 44 segundos. No registro audiovisual, foram mapeados 11 episódios de ensino, em função da mudança de propósito do professor, ou seja, delimitamos o início e o fim do episódio na linha do tempo e atribuímos uma numeração com dois dígitos e um nome que sintetizasse o propósito de ensino.

De acordo com o MTE, o propósito de ensino é compreendido a partir da teoria da atividade e possui um aspecto geral que consiste do motivo da atividade e um aspecto específico que corresponde às ações realizadas com uso de ferramentas culturais. Portanto, o propósito de ensino é uma ação intencional, com início e fim definido, que visa alcançar uma meta. Ou seja,

Os propósitos também podem ser compreendidos como os objetivos ou mesmo meta da ação no sentido de se alcançar determinada intenção de ensino. Considera-se também que o planejamento do ensino admite e por se tratar de um plano de atividades, pode-se considerar que esses propósitos são formas de expressão dos motivos das atividades de ensino. Há propósitos de caráter geral e específico, pelo fato de a própria demarcação entre atividade e

ação conter traços de hierarquia na proposição dessas unidades de análise. (GIORDAN, 2014, p.78)²⁶

Os episódios de ensino mostram as ações que foram realizadas em sala de aula. Seleccionamos os episódios 01 e 02 para exemplificar a delimitação do episódio a partir da mudança de propósito (objetivo específico, meta a ser alcançada e ação realizada), pois em (EP02) o professor utilizou uma tela de projeção com propósito de mostrar aos alunos os tipos de lixo e em (EP03) a meta é verificar se os alunos sabem descartar os materiais recicláveis. Portanto, o objetivo do professor modifica a cada episódio de ensino, nesses exemplos, nota-se a contextualização do lixo e a recontextualização a partir do deslocamento do contexto social para o científico (reciclagem).

Existem outros elementos que podem ser utilizados para delimitar um episódio de ensino: marcadores de fala (*tudo bem?*, *bom*, *então*), abordagem comunicativa (interativo/autoridade, etc.), mudança de meio material (lousa, tela de projeção, etc.), mudança de objetivo da atividade (motivo), dentre outras formas possíveis para delimitar um episódio de ensino.

Outro nível de análise se refere às operações realizadas para alcançar a meta. Em uma sala de aula, por exemplo, o professor pode ter a intenção de explicar por que o sabão é utilizado para a limpeza, para isso, realiza diversas operações com uso de ferramentas culturais (eletronegatividade, polaridade da ligação química, REQ, gestos, fala, giz e lousa, tela de projeção, etc.) para atingir a meta – a limpeza do sabão. Portanto, as operações são detalhadas no terceiro nível de análise e é um desdobramento do propósito de ensino, no sentido de mostrar as condições (caminhos) pelas quais os significados foram produzidos.

3.2.3 Nível III de análise – Classificação em categorias

Neste nível de análise são descritas quatro categorias de análise multimodal utilizadas para caracterizar a performance do professor em sala de aula e a produção multimodal de significados a partir da combinação de diversos modos semióticos de comunicação e representação (fala, gesto, imagem e proxêmica).

O episódio de ensino foi selecionado mediante o critério de seleção já mencionado, a frequência de uso da REQ nas aulas. A partir disso, fizemos um mapeamento do episódio em sequências discursivas, identificada com um código (SDi01) que possibilita localizar as

²⁶ GIORDAN, M. **Atividade, Propósito e Conceito em Sequências Didáticas**. Disciplina: Planejamento do Ensino de Ciências. Curso: Licenciatura em Ciências – UNIVESP/USP. Disponível em: <http://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impressos/plc0703_10.pdf>. Acessado em: 11/08/2016.

transcrições na íntegra dos excertos inseridos no corpo do texto, por exemplo, a marcação SDi01 indica que se trata da primeira discursiva (01).

Assim, procuramos caracterizar a produção multimodal de significados a partir das contribuições de diferentes formas de expressão (gesto, epistêmicas, meios materiais e proxêmicas). Para isso, foi utilizado o programa computacional Nvivo 10 para tratamento dos registros buscando qualificar aspectos multimodais relacionados à gestualidade dos professores (categoria gestual), ao propósito de ensino do professor desdobrado em termos de operações epistêmicas (categoria epistêmica), o posicionamento do professor em relação aos alunos e objetos moleculares (categoria proxêmica) e os meios materiais utilizados (categoria meios materiais).

O diferencial do Nvivo em relação a outros programas computacionais para a análise da interação discursiva é a possibilidade de sobreposição de categorias de análises, pois o programa computacional permite classificar um mesmo trecho da aula com diversas categorias (Figura 10).

Figura 10: Diagrama de codificação ilustrando sobreposição entre categoria epistêmica (explicação) e categoria meios materiais (tela de projeção e giz e lousa). Fonte: LAPEQ.

A exibição de diversas categorias na linha do tempo do programa permite visualizar os seguimentos em que foram codificadas as categorias. Por exemplo, na Figura 10, observa-se a ocorrência de uma explicação da professora (faixa rosa) tanto na tela de projeção (faixa laranja) como na lousa (faixa azul).

A classificação do episódio de ensino em categorias se desenvolve em diversas etapas, pois para cada categoria (gestual, epistêmica, meio material e proxêmica) o episódio é assistido e as categorias são indicadas em cada trecho de ocorrência. Além disso, as categorias a seguir foram extraídas da literatura e testadas ao seu potencial máximo para classificação.

3.2.3.1 CATEGORIAS MEIOS MATERIAIS

O meio material é uma categoria que reúne os recursos didáticos utilizados pelos professores em sala de aula. Na Figura 11, estão indicados os meios materiais em que são veiculados as REQ: giz e lousa; tela de computador; tela de projeção; modelo plástico.

Figura 11: Categorias de meios materiais. Fonte: os autores.

O *giz e lousa* são meios materiais bastante utilizados em sala de aula. As formas de uso desses meios materiais associados ao ensino por meio de REQ podem configurar elementos para compreensão da performance do professor em sala de aula.

A *tela de computador* é uma categoria que indica manipulação do computador para fins didáticos, portanto é identificada pelo uso do mouse do computador como ferramenta para manipular REQ projetadas na tela do computador e também em anteparo. Nessas situações, tanto a posição como o gestual do professor são fortemente determinados pela manipulação do mouse, diferentemente do que ocorre na tela de projeção.

A *tela de projeção* é um meio material que vem ganhando espaço e sendo muito utilizado pelos professores para projetar REQ consideradas complexas, pois desenhá-las na lousa não é tão viável quanto a projeção que possibilita inserir imagens dinâmicas e, nesse caso, não há manipulação por meio do mouse. Outra característica desse meio material é sua

capacidade de gerar perspectiva tridimensional para representações no plano, que foi utilizada pelo professor em um dos minicursos.

Os *modelos plásticos* são formas geométricas que representam o objeto molecular, por exemplo, o modelo plástico de bola e bastão representa átomos como esferas e bastões como ligações químicas. Também existem poliedros que representam estruturas mais complexas de moléculas. Portanto, essas representações têm caráter tridimensional, o que permite reconhecer características espaciais da REQ diretamente pela visualização, dispensando assim técnicas projetivas, como sombra e tamanho, que mimetizam a tridimensionalidade.

3.2.3.2 CATEGORIAS PROXÊMICAS

A posição do professor e a ocupação do espaço, estudadas isoladamente, limitam muitas informações referentes aos processos discursivos em sala de aula, no entanto, pode auxiliar na compreensão da dinâmica discursiva (SILVA, 2008). Na Figura 12, ilustra-se um diagrama com os desdobramentos da categoria proxêmica.

Figura 12: Categorias proxêmicas em relação aos alunos e as representações estruturais químicas. Fonte: os autores.

Sendo assim, o espaço ocupado pelo professor em sala de aula evidencia a atenção que ele disponibiliza tanto aos alunos como aos meios materiais utilizados com inscrições de REQ. Assim, as categorias proxêmicas podem ser estudadas de duas maneiras: (a) proxêmica em relação aos alunos e (b) proxêmica em relação às REQ.

Neste sentido, as categorias proxêmicas em relação aos alunos foram extraídas dos estudos de Silva (2008) para indicar a postura do professor na sala de aula e classificadas como: (a) mesa dos alunos; (b) deslocamentos; (c) frontal; (d) mesa do professor; e (e) quadro de giz (Figura 12).

A *mesa dos alunos ou bancada* é utilizada quando o professor realiza intervenções com os grupos de alunos interagindo próximo ao local em que estão estabelecidos (mesas ou bancada).

O professor realiza *deslocamentos* na sala de aula com propósito de acompanhar a produção da atividade pelos alunos, sendo que as propostas de trabalho frequentemente exigem formação de grupos e ações experimentais em que sua atenção está centrada nas atividades que estão sendo desenvolvidas pelos estudantes.

A categoria *frontal* é utilizada para classificar situações em que o professor se localiza de frente para os alunos, geralmente em posição de palestrante. A posição frontal está frequentemente associada a um meio material: a fala.

O professor também pode se posicionar na *mesa do professor* para confirmar a presença dos alunos, corrigir atividades, fazer marcações no diário de classe e supervisionar o comportamento dos alunos nas avaliações.

O *quadro de giz* é uma categoria que classifica a postura do professor na ação de escrever na lousa ou apresentar algo na tela de projeção. Assim, o professor encontra-se de costas para os alunos e frontal aos meios materiais lousa e tela de projeção.

As categorias proxêmicas em relação às REQ são emergentes da observação da dinâmica da sala de aula e evidenciadas por meio do controle de atenção do professor que ora está direcionada aos alunos e ora as REQ. Diante disso, as categorias proxêmicas indicam a postura do professor diante das inscrições das REQ presentes no meio material e são classificadas em: (a) frontal; (b) lateral; e (c) manipulação.

Como apresentado, a categoria *frontal* é utilizada em situações em que o professor está frontal às REQ. Já a categoria *lateral* é utilizada para classificar o posicionamento lateral do professor em relação ao meio material em que as REQ estão inscritas. O estudo da postura do professor na sala de aula evidencia a *manipulação* de REQ como outra categoria emergente, ou seja, há situações em que o professor utiliza o mouse do computador para “dar

movimento” à REQ projetada em tela ou manipula modelos plásticos. A manipulação é uma condição frequentemente observada em sala de aula em situações de uso de software de visualização tridimensional na tela de projeção ou na lousa digital e em atividades com uso de modelos plásticos.

3.2.3.3 CATEGORIAS EPISTÊMICAS

A fala é a principal responsável pela caracterização das operações epistêmicas, pois elas carregam mais intensamente os conteúdos conceituais. As categorias de operações epistêmicas foram extraídas de Silva (2008) e possuem origem nos estudos do Mortimer e Scott (2002) e Kelly (2005).

Figura 13: Categorias de operações epistêmicas. Fonte: os autores.

A categoria *definição* é utilizada para “caracterizar uma classe de fenômenos ou objetos de forma a diferenciar tal classe das demais” (SILVA, 2008, p.82). A *generalização* “envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico” (Ibid., p.80). A *explicação* é o estabelecimento de “relações entre fenômenos e

conceitos, importando algum modelo ou mecanismo causal para dar sentido a esses fenômenos” (*Ibid.*, p.80). A *descrição* é compreendida “como a abordagem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes” (*Ibid.*, p.80). A *descrição molecular* emergiu deste estudo com propósito de diferenciar a descrição de objetos moleculares de outros objetos e fenômenos da química, pois a descrição molecular é a abordagem de representações estruturais químicas em termos de seus constituintes. A *comparação* “envolve a percepção de semelhanças e diferenças entre fenômenos específicos, classes de fenômenos ou ainda entre conceitos ou princípios mais gerais da Ciência” (*Ibid.*, p.83). A *classificação* “compreende uma descontextualização, em que um fenômeno ou objeto específico é inserido numa classe” (*Ibid.*, p.83). O *cálculo* “envolve a articulação de operações algébricas e matemáticas” (*Ibid.*, p.83). A *analogia* é definida “como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes [...] um conteúdo que é familiar aos alunos e outro que é desconhecido por eles” (*Ibid.*, p.82). A *exemplificação* é “uma contextualização em que um conceito correspondente a uma classe de referentes ou referentes abstratos é representado por um de seus elementos, um fenômeno ou objeto específico” (*Ibid.*, p.83). Todas as categorias indicadas constituem função privilegiada para análise multimodal, pois evidenciam o propósito do professor e a caracterização do contexto de produção de significados.

3.2.3.4 CATEGORIAS GESTUAIS DE MCNEILL

Para a análise gestual foram consideradas quatro categorias gestuais extraídas dos estudos de McNeill (2005).

Figura 14: Categorias gestuais extraídas de McNeill (2005). Fonte: os autores.

Os gestos icônicos e metafóricos são considerados gestos representacionais, pois os *gestos icônicos* representam aspectos concretos do objeto molecular inscrito nos meios materiais e os *gestos metafóricos* aos aspectos abstratos, ou seja, generalizações produzidas com o uso da REQ. Gestos dêiticos e de batimento são considerados não imagéticos porque não representam objetos, sendo o *gesto dêitico* um apontamento que faz referência à REQ presente no meio material e o *gesto de batimento* utilizado para atribuir ritmo à fala ou ênfase ao discurso verbal do professor.

As classificações gestuais do McNeill (2005) foram utilizadas para avaliar as potencialidades e limitações dessas classificações, buscando, delimitar as fronteiras entre as categorias gestuais e a combinação com outras categorias (meios materiais, proxêmicas e epistêmicas).

3.2.3.5 CATEGORIAS GESTUAIS DE KENDON

As categorias gestuais extraídas de Kendon (Figura 15) são divididas em três funções: referenciais, pragmáticas e interativas.

Figura 15: Categorias gestuais extraídas de Kendon (2004). Fonte: os autores.

Os gestos com funções referenciais são aqueles que referenciam o objeto e podem ocorrer como um gesto de apontamento (dêitico) ou ressignificando o objeto com gestos representacionais (modelagem, descrição figurativa e ação). Os gestos *dêiticos* contribuem com o propósito de conteúdo da elocução por meio do apontamento do objeto de referência do discurso. Gestos de *modelagem* ocorrem quando partes do corpo são usadas como modelo para o objeto, por exemplo, as mãos podem ser utilizadas para dar formato a algum objeto. Gestos de ilustração ou *descrição figurativa*, conforme indicado por Pereira, Moro e Mortimer (2013), são identificados quando partes do corpo, em geral as mãos, realizam movimentos de representação de objetos no ar.

Os gestos com funções pragmáticas estão relacionados à fala do professor, por exemplo, ao enfatizar o discurso oral (*modo*), ao fornecer ritmo à fala (*partição*) e também um movimento gestual que corresponde ao que se fala (*performático*).

A função interativa se refere a movimentos gestuais compartilhados entre diferentes sujeitos, no caso, professor- aluno ou aluno-aluno.

3.2.3.6 COMBINAÇÃO DE CATEGORIAS

Este estudo sobre a produção multimodal de significados é constituído por diversas categorias de análise que articulam a contribuição de diferentes modos semióticos (fala, gestos, imagens e postura). Diante disso, as categorias de análise foram combinadas para investigar a existência de padrões de ação do professor que sejam recorrentes na produção de significados.

A combinação de categorias foi feita no Nvivo 10, pois o programa computacional, além das funções já detalhadas, permite sobrepor categorias de análise na linha do tempo. Na Figura 16, ilustra-se um recorte ampliado do diagrama de codificação do Nvivo na qual verifica-se a sobreposição de quatro categorias de análise. O segmento do vídeo possui quatro minutos e equivale à linha do tempo de 31 minutos e 40 segundos (31:40,0) até 35 minutos e 40 segundos (35:40:0).

Figura 16: Ilustrando um diagrama de codificação do Nvivo 10. Fonte: os autores a partir do Nvivo.

Nota-se diferentes cores para identificação dos momentos em que ocorreram codificações das categorias, em destaque as categorias gestuais (azul) possuem muitas fragmentações, pois há momentos em que os professores não realizam gestos.

Após a classificação do episódio em categorias, utiliza-se o comando *consultar matriz de codificação* para realizar as combinações de duas categorias. O resultado é uma matriz de codificação, similar à Figura 17, no qual os valores numéricos indicam a frequência ou o tempo de sobreposição das categorias.

	A : Lousa	B : Objeto molecular	C : Tela de computa...	D : Tela de projeção
1 : Metafórico	23	0	0	13
2 : Icônico	9	0	0	7
3 : Dêiticos	31	0	0	24
4 : Batimento	3	0	0	9

Figura 17: Matriz de codificação de gestos e meios materiais. Fonte: os autores a partir de Nvivo.

Na Figura 17, a matriz de codificação foi criada a partir da combinação de gestos e meios materiais. Outras formas de combinação de categorias duas a duas também são possíveis. Os valores indicam a quantidade de gestos que são realizados na lousa ou na tela de projeção, por exemplo, observa-se a ocorrência de 23 gestos metafóricos na lousa e 13 na tela de projeção.

A combinação das categorias por meio da matriz de combinação permitiu verificar a co-ocorrência de diversas categorias e os resultados obtidos foram exportados para uma planilha de dados possibilitando analisar a ocorrência de padrões comuns de produção multimodal de significados nos dois episódios de ensino. As tabelas completas com os resultados das combinações das categorias estão ilustradas no apêndice desta dissertação e alguns dados serão apresentados no capítulo 6.

4. ANÁLISE MULTINÍVEL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA, EPISÓDIO DE ENSINO E CATEGORIAS.

A análise multinível é uma ferramenta metodológica proposta para estudar a segmentação de um minicurso em aulas, episódios e sequências discursivas. O objetivo da análise em multinível é segmentar um vasto conjunto de aulas em episódio de sala de aula afim de selecionar aqueles que apresentam maior frequência de uso de representações estruturais químicas (REQ). Além disso, serão analisadas as ações dos professores e a produção de significados em função de um conjunto de categorias.

4.1 NÍVEL I DE ANÁLISE – CARACTERIZAÇÃO DAS AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

4.1.1 Sequência didática do minicurso Sacolas Plásticas

O minicurso Sacolas Plásticas foi elaborado e oferecido por quatro estudantes do curso de Licenciatura em Química que problematizaram um tema que mobilizou a opinião pública na cidade de São Paulo, a proibição do fornecimento de sacolas plásticas nos supermercados (Quadro 3) e a produção, em excesso, de plásticos que podem não ser reciclados e causar danos para o meio ambiente. Por outro lado, a compreensão dessa demanda social requer conhecimento científico sobre os tipos de plásticos, a composição química deles, suas propriedades, a origem e o descarte dos materiais. Diante disso, a SD parte de um conceito do Modelo Topológico de Ensino, a problematização, que deve conter uma tensão entre a demanda social (descarte de plásticos) e científica (produção e propriedades de polímeros).

Problematização:	<p>37 milhões de pessoas no estado tiveram que mudar o hábito na hora de levar as compras para casa. Isso porque desde o final de janeiro de 2012 o consumidor não encontra mais a tradicional sacolinha plástica nos supermercados de São Paulo. Como alternativa os supermercados ofereceram as caixas de papelão, as sacolas retornáveis e as sacolinhas biodegradáveis.</p> <p>Será que isso está sendo feito para o bem de nosso planeta ou apenas por interesses de algumas empresas que podem se beneficiar com essas alterações? Será que as sacolas biodegradáveis são <i>realmente</i> biodegradáveis? Será que apenas os plásticos são os vilões da poluição? Mas afinal, o que são os plásticos? É possível viver sem eles? E o que fazer quando não os queremos mais?</p>
------------------	--

Quadro 3: Excerto da problematização da SD Sacolas Plásticas oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

A demanda social destaca-se no contexto cultural da aprovação de uma lei que proíbe a distribuição de sacolas plásticas em supermercados, fazendo com que os consumidores modifiquem seus hábitos e costumes, e busquem alternativas ambientalmente sustentáveis para substituir as sacolas plásticas que eram distribuídas e passaram a ser comercializadas. Todavia, a compreensão da demanda social e a busca por alternativa perpassa estudar os tipos de plásticos existentes, a produção dos plásticos, suas propriedades, a origem dos materiais, estruturas poliméricas e, por fim, utilizar os conhecimentos químicos para tomar decisões a respeito da temática. Assim, a problematização proposta articula a demanda social pela análise crítica e cumprimento da nova lei, bem como conteúdos da Química do Ensino Médio.

O objetivo geral elaborado pelos professores, Quadro 4, indica a produção de significados a respeito da constituição polimérica dos plásticos no “ponto de vista científico” e as “implicações sociais” por meio das decisões que devem ser tomadas em relação ao uso de sacolas plásticas, sobretudo, buscando minimizar problemas ambientais causados pelo descarte desse material.

Objetivo Geral:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compreender o que são plásticos do ponto de vista químico. ✓ Verificar a relação existente entre o uso de plásticos e os problemas ambientais. ✓ Discutir as implicações sociais e o uso de sacolas plásticas
-----------------	---

Quadro 4: Excerto do objetivo geral da SD Sacolas Plásticas oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

A sequência didática possui oito aulas cujas descrições permitem compreender como a problematização e os objetivos gerais são articulados em um plano de ensino. Além disso, ressaltamos o termo minicurso na Figura 18 para enfatizar que o primeiro nível de análise trata-se de um desdobramento do plano de ensino no ambiente da sala de aula.

Figura 18: Mapeamento de oito aulas do minicurso Sacolas Plásticas. Fonte: os autores.

No Quadro 5, apresentamos um sumário da descrição das atividades previstas na SD para cada aula.

Aulas	Descrição das atividades
1	Apresentar o minicurso; explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto; mostrar exemplos de objetos plásticos comuns no dia-a-dia;
2	Aprofundar o assunto trabalhado através da visão microscópica do que se entende por polímeros (cadeias carbônicas, monômeros, reações de polimerização, etc.)
3	Separação da turma em dois grupos (favoráveis e contrários) vídeos e leitura de textos para auxiliar no posicionamento a respeito do tema
4	Utilizar computadores para representar estruturas poliméricas em três dimensões das moléculas trabalhadas em atividades anteriores, identificando seus monômeros. Aplicação de atividade avaliativa sobre o assunto.
5	Retomar o que foi trabalhado no dia anterior.
6	(i) Apresentar vídeos sobre a produção de polímeros sintéticos e biopolímeros, além de mostrar como são feitas as sacolas plásticas utilizadas em comércios. (ii) Dividir os alunos em quatro grupos (cada um com um professor-monitor) e desenvolver as seguintes atividades: Determinação de diferentes tipos de plástico, através de suas densidades (propriedades físico-químicas desses materiais); (iii) Discussão dos resultados obtidos no experimento realizado.
7	Discussão dirigida: Discutir, argumentar e posicionar-se a respeito do uso de sacolas plásticas.
8	Resumir os conceitos, respondendo às perguntas iniciais do minicurso.

Quadro 5: Excerto da descrição das atividades da SD Sacolas Plásticas oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

Ao longo da SD, os professores planejaram: (1) introduzir a temática do plástico a partir de objetos conhecidos pelos alunos; (2) abordar conceitos da química; (3) promover debate em sala de aula; (4) incentivar a construção de REQ no computador; (5) desenvolver a aula expositiva sobre os conceitos abordados na aula anterior; (6) apresentar e discutir vídeo sobre produção de plásticos e experimento sobre separação de plásticos por densidade; (7) incentivar a tomada de decisões a respeito do tema; e (8) promover o fechamento da aula com retomada de questões iniciais.

4.1.2 Sequência didática do minicurso Sabões e Detergentes

O grupo de professores (no processo de formação inicial) responsáveis pela elaboração do minicurso “Sabões e Detergentes” problematizou a poluição da água (Quadro 6), uma vez que a água é um bem coletivo necessário para a manutenção da vida e a poluição é oriunda da ação humana. Em relação à Química, a problematização aborda uma comparação entre sabões e detergentes, destacando as substâncias utilizadas para produção desses materiais e a descrição das REQ que fornecem elementos para compreender o processo da limpeza promovida pelos sabões e detergentes.

Problematização:	A poluição ocorre quando há excesso de uma substância gerada pela atividade humana no sítio ambiental errado. Sabendo disso, por que ainda o ser humano insiste em jogar resíduos nos mares e rios? Sabemos que detergentes e sabões causam poluição na água, mas todos os tipos de sabão e detergente causam poluição? Em qualquer quantidade? Existe reciclagem para eles? De onde vem o sabão e o detergente? Por que eles limpam tão bem e retiram a gordura? Por que a água sozinha não consegue limpar?
------------------	---

Quadro 6: Excerto da problematização da SD Sabões e Detergentes oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

Na SD, o diálogo entre as demandas, química e social, pode ser observado nas questões problematizadas, pois necessitam de conhecimento em química, para discutir os impactos do descarte de resíduos como: “Existe reciclagem para eles? De onde vem o sabão e o detergente?”. Dessa forma, o objetivo geral (Quadro 7) mostra a intenção dos professores em conscientizar o uso desses materiais cotidianamente.

Objetivo Geral:	Proporcionar aos alunos o conhecimento sobre os diferentes tipos de sabões e detergentes, processos de fabricação e impactos ambientais provocados pelos mesmos, visando o uso consciente no dia a dia.
-----------------	---

Quadro 7: Excerto do objetivo geral da SD Sabões e Detergentes oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

O Objetivo geral do minicurso é comparar sabões e detergentes, para isso, os professores ilustraram os reagentes utilizados na produção e atribuíram a REQ papel fundamental para ilustrar diferenças na produção das moléculas e também para compreender o fenômeno de limpeza dos sabões e detergentes. No Quadro 8, descrevem-se as atividades previstas na SD.

Aulas	Descrição das atividades
1	(i) Apresentação de slides com algumas fotos sobre o conteúdo histórico do sabão; (ii) Vídeo sobre a poluição das águas causadas pelo mau uso do sabão; (iii) Instruções apresentadas por meio de slides e utilização da lousa.
2	(i) Vídeo sobre a produção industrial do sabão; (ii) Para explicar a fórmula molecular, a reação de saponificação, as diferentes matérias primas, etc., utilizaremos slides.
3	(i) Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (ii) Aula prática de laboratório com utilização de roteiro.
4	(i) Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (ii) Aula prática de laboratório com utilização de roteiro.
5	(i) Experimento da agulha na água; (ii) Discussão sobre o experimento e explicação sobre tensão superficial.

Aulas	Descrição das atividades
6	(i) Vídeo sobre a produção industrial do detergente; (ii) Para explicar a fórmula molecular, a reação de saponificação, as diferentes matérias primas, etc., utilizaremos slides.
7	(i) Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (ii) Aula prática de laboratório para verificar rendimento de uma transformação química.
8	(i) Aula prática de laboratório com utilização de roteiro; (ii) Discussão com os alunos sobre novas alternativas para utilização do sabão e detergente.

Quadro 8: Excerto descrição das atividades da SD Sabões e Detergentes oferecido em 2012. Fonte: LAPEQ.

Nas descrições das atividades apresentadas no Quadro 8, observa-se: (1) inserção da problematização na primeira aula; (2) produção do sabão e reação de saponificação; (3 e 4) atividade experimental de produção de sabão; (5) experimento sobre tensão superficial; (6) produção do detergente e reação de saponificação; (7) atividade experimental para verificar rendimento de uma transformação química; (8) comparar os sabões produzidos pelos diferentes grupos.

4.2 NÍVEL II DE ANÁLISE – MAPA DE EPISÓDIOS

4.2.1 Mapa de episódios do minicurso Sacolas Plásticas

A análise multinível do minicurso Sacolas Plásticas (Figura 19) indica que o minicurso composto por 8 aulas e 33 episódios de ensino, sendo o décimo episódio de ensino selecionado em função da presença de representações estruturais químicas (REQ).

Figura 19: Mapeamento de episódios de ensino do minicurso Sacolas Plásticas. Fonte: os autores.

Apresento (Quadro 9) os 33 episódios que compõem o minicurso Sacolas Plásticas, em que é possível verificar os diversos propósitos de ensino.

Ordem (EP)	Episódio	t inicial (hh/mm/ss)	Duração (hh/mm/ss)	Aula
1	Conteúdo	00:00:13	00:00:58	A1
2	Tipos de lixo	00:01:11	00:03:02	A1

3	Tipos de lixeira e plástico	00:04:13	00:09:25	A1
4	Origem do plástico	00:13:38	00:06:43	A1
5	Utilização do plástico pelo homem	00:20:21	00:14:30	A1
6	O que é plástico?	00:35:04	00:11:48	A2
7	Ligação no polímero	00:46:52	00:09:31	A2
8	Estrutura dos tipos de polímeros	00:56:36	00:16:27	A2
9	Sacolas biodegradáveis	01:13:33	00:19:26	A3
10	Representação de estruturas	01:33:55	00:17:39	A3
11	Utilizando o programa Jmol	01:51:20	00:10:25	A3
12	Identificar estruturas poliméricas no Jmol ²⁷	00:00:00	00:50:00*	A4
13	Revisão de conteúdo	00:02:47	00:09:21	A5
14	Vídeo sobre plásticos	00:12:08	00:06:00	A5
15	Vídeo sobre nylon	00:18:08	00:04:29	A5
16	Explicação sobre o nylon	00:22:37	00:02:35	A5
17	Vídeo sobre formação do bioplástico	00:25:12	00:05:18	A5
18	Síntese do bioplástico	00:30:30	00:03:38	A5
19	Experimento de síntese de poliuretano	00:34:08	00:06:15	A6
20	Explicando a síntese do poliuretano	00:40:23	00:01:48	A6
21	Densidade e separação de plásticos	00:42:11	00:05:18	A6
22	Experimento de separação de plástico	00:47:29	00:17:40	A6
23	Discussão pós-experimento	01:05:09	00:03:20	A6
24	O que são plásticos	00:00:00	00:01:41	A7
25	Dois vídeos sobre sacolas plásticas	00:01:41	00:06:26	A7
26	Discussão sobre a extinção das sacolinhas	00:08:07	00:12:00	A7
27	Legislação sobre sacolas plásticas	00:20:07	00:16:14	A7
28	Sacolas são grandes vilãs	00:36:21	00:11:46	A7
29	Sacolas plásticas e problemas ambientais	00:48:07	00:11:58	A7
30	Reciclagem	01:00:05	00:02:25	A8
31	Substituição de sacolas plásticas tradicionais	01:02:30	00:20:03	A8
32	Síntese dos conteúdos do minicurso	01:22:33	00:03:48	A8
33	Avaliação do minicurso e encerramento	01:26:21	00:07:25	A8

Quadro 9: Episódios de ensino do minicurso Sacolas Plásticas. Fonte: os autores.

Para esse minicurso, a análise restringe-se ao episódio 10, com duração de 17 minutos e 39 segundos, e com maior frequência de uso de REQ (critério utilizado para selecionar episódios de ensino). Assim, os resultados que desejamos obter possibilitam indicar as performances dos professores em situações de uso da REQ para a produção multimodal de significados.

²⁷ O Episódio de ensino EP12 não teve registro audiovisual porque ocorreu na sala de informática da Faculdade de Educação da USP. O tempo indicado no mapeamento de episódio diz respeito ao valor indicado pelos professores na sequência didática, portanto, tempo teórico de realização da atividade de ensino.

AULA 1

No episódio 1 (EP1), foi apresentada a agenda de atividades do minicurso e possuiu duração de 58s – geralmente são episódios curtos e aparecem no início das aulas. O professor apresentou aos alunos as atividades que seriam realizadas ao longo da aula ao sequenciar seu planejamento de ensino. Durante as análises, encontramos também a possibilidade do professor utilizar o início das aulas para rememorar conceitos e atividades desenvolvidas em aulas anteriores.

Os conteúdos de química foram iniciados no episódio 2 com um tema de abrangência social, político e econômico, o lixo. O assunto foi utilizado como sensibilizador de ideias para envolver os alunos na problematização do minicurso, que é a distribuição e o descarte/uso de sacolas plásticas. A técnica de delimitação de episódios de ensino permitiu verificar as mudanças de propósito do professor, pois a temática lixo (demanda social) foi utilizada para iniciar a aula e durante o minicurso o tema passou a ser deslocado para contextos específicos de compreensão de conteúdos da Química (polímeros).

No episódio seguinte, EP3, o professor prosseguiu para a discussão sobre os resíduos plásticos, apresentou um conjunto específico de materiais que são encontrados no lixo e também suas diferentes formas de descarte. A partir disso, os professores indicaram (EP4 e EP5) outros aspectos do tema que justificam a importância do estudo do lixo, em especial os plásticos.

AULA 2

No EP6, o termo plástico foi conceituado a partir da etimologia da palavra como material moldado e associado a macromoléculas que podem ser moldadas por calor ou pressão. Os professores também indicaram que a estrutura do plástico possui ligações químicas covalentes (EP7) e apresentaram diversas analogias para a formação do polímero a partir do monômero (EP8).

AULA 3

No início da aula 3, o professor aprofundou em termos científicos a temática das sacolas plásticas (EP9) a partir da constituição e estrutura dos principais tipos de polímeros utilizados na produção desses materiais, que são o polietileno de alta densidade (PEAD) ou polietileno de baixa densidade (PEBD).

No episódio 10, o professor (P1) ilustrou diversas representações estruturais química na tela de projeção (Figura 20) com propósito de produzir significados a respeito da natureza tridimensional da molécula.

Figura 20: Slide utilizado no material de apoio do professor. Fonte: LAPEQ.

Esse slide perpassa todo o episódio de ensino, pois P1 apresenta as formas estruturais das cinco representações da molécula do etanol: Representação Estrutural (RE) condensada (a), RE de traços (b), RE planar (c), RE espacial (d) e RE em linhas (e). P1 atribuiu novos significados para a REQ condensada (a) ao destacar a distribuição espacial dos átomos no plano bidimensional (b), ao mostrar que os átomos possuem estrutura geométrica (c), que estão localizados tridimensionalmente no espaço (d) e que existem estruturas simplificadas que auxiliam na representação da molécula (e).

No EP11, o professor orientou os alunos na utilização de um programa computacional (Jmol) utilizado para manipulação e identificação de REQ de polímeros.

AULA 4

A atividade foi realizada na sala de informática em que os alunos manipularam um programa computacional (Jmol) para identificar algumas representações estruturais químicas e durante o processo de desenvolvimento da aula não houve deslocamento do equipamento de registro audiovisual para a sala de informática, sendo o tempo de gravação do episódio considerado a partir do dado informado pelos professores na sequência didática.

AULA 5

No EP13, os professores revisitaram os conteúdos estudados no dia anterior, apresentaram um vídeo sobre a produção de plástico a partir do petróleo (EP 14) e um vídeo sobre a produção do nylon (EP15), em seguida, explicaram a produção do Nylon (EP16), apresentaram também um vídeo sobre formação do bioplástico (EP17), seguido por uma explicação sobre a síntese do bioplástico (EP18).

AULA 6

Os episódios mapeados para a aula 6 foram relacionados às atividades experimentais. No EP19, os alunos realizaram a síntese do poliuretano, seguido pela explanação sobre transformação química (EP20). No EP21, o professor explicou sobre densidade e como utilizar o conceito para separar diferentes tipos de plástico. Em seguida, os alunos realizaram uma atividade experimental de separação de plásticos por meio de densidade (EP22) com propósito de identificar os plásticos (PVC, OS e PEAD). Após a atividade experimental o professor orientou uma discussão pós-experimento (EP23).

AULA 7

No início da aula 7 os professores instigaram, no EP24, um questionamento: “O que são plásticos afinal?”. Diante disso, eles resumiram diversos conceitos que foram abordados no minicurso e retomaram, por meio de dois vídeos, o problema apresentado no início do minicurso sobre as sacolas plásticas (EP25). Orientaram uma discussão sobre a extinção das sacolas plásticas (EP26) e o projeto de lei que proíbe a distribuição de sacolas plásticas no mercado (EP27), apresentaram vídeos de sensibilização dos alunos para descartes inadequados das sacolas plásticas (EP28) e discutiram os problemas ambientais causados em função do descarte (EP29).

AULA 8

Na aula 8, os professores apresentaram alternativas para a minimização dos impactos ambientais causados pelo descarte de sacolas plásticas no lixo doméstico. Uma alternativa foi a reciclagem do plástico (EP30), a substituição das sacolas plásticas tradicionais por outros materiais como sacolas reutilizáveis ou biodegradáveis (EP31). No EP32, os professores realizaram uma síntese dos conteúdos abordados no minicurso e solicitaram aos alunos que realizassem uma avaliação referente a proposta e desenvolvimento do minicurso (EP33).

4.2.2 Mapa de episódios do minicurso Sabões e Detergentes

A análise multinível do minicurso Sabões e Detergentes (Figura 21) indicou um minicurso composto por 8 aulas e 22 episódios de ensino. O quarto episódio de ensino foi selecionado em função da presença de representações estruturais químicas (REQ).

Figura 21: Mapeamento de episódios do minicurso Sabões e Detergentes. Fonte: os autores.

Apresento (Quadro 10) os 22 episódios que compõe o minicurso Sabões e Detergentes.

Ordem (EP)	Episódio	t inicial (hh/mm/ss)	Duração (hh/mm/ss)	Aula
01	Conteúdo	00:17:42	00:01:59	A1
02	Contexto histórico	00:19:45	00:09:36	A1
03	Intervenção do aluno	00:29:23	00:02:36	A1
04	Representação molecular	00:31:59	00:17:04	A1
05	Produção industrial	00:49:03	00:46:57	A2
06	Normas de segurança para laboratório	01:36:26	00:04:14	A3
07	Instruções para atividade experimental	00:00:16	00:05:58	A3
08	Atividade experimental	00:06:14	01:05:29	A4
09	Discussão sobre o experimento	01:11:43	00:06:46	A4
10	Retomando conceitos de saponificação	00:01:34	00:12:47	A5
11	Composição do detergente	00:15:15	00:13:16	A5
12	Química do detergente	00:29:47	00:15:38	A5
13	Vídeo sobre produção de sabão em pó	00:45:25	00:05:41	A5
14	Produção do detergente	00:51:06	00:19:45	A6
15	Produção e faturamento de detergentes	01:10:51	00:10:11	A6
16	Síntese da aula	01:21:04	00:12:40	A6
17	Agenda da aula 7 e 8	00:01:00	00:01:53	A7
18	Orientação para atividade experimental	00:02:53	00:06:58	A7
19	Atividade experimental	00:09:51	00:46:34	A7
20	Discussão pós-experimento	00:56:25	00:12:34	A8
21	Síntese das atividades	01:08:59	00:01:03	A8
22	Finalização do minicurso	01:10:02	00:01:29	A8

Quadro 10: Episódios de ensino do minicurso Sabões e Detergentes. Fonte: os autores.

No EP1, o professor iniciou o minicurso Sabões e Detergentes com um episódio de agenda em que foram apresentados os conteúdos do minicurso. Em seguida, o professor caracterizou o contexto histórico da produção e uso de sabões (EP2) e problematizou o descarte de sabões e detergentes com uso de imagens de poluição da água. No EP3, um aluno apresentou uma dúvida sobre a formação de espuma e modificou o propósito de ensino do professor ao introduzir um novo assunto, portanto, configurou-se como um novo episódio. Outro aspecto que indica a mudança de propósito é a interação de um outro professor presente na sala de aula.

No episódio 4, a professora (P2) definiu os tipos de sabões e descreveu os materiais necessários para a produção do sabão. O propósito do episódio de ensino foi compreender a reação de saponificação (Figura 22), a produção da molécula do sabão e o processo de limpeza em função da interação da molécula do sabão com a sujeira (formação da micela) e a interação da micela com moléculas de água.

Neste episódio de ensino, as REQ foram utilizadas como ferramentas culturais necessárias para a compreensão do processo de limpeza dos sabões. Portanto, a REQ é

utilizada para a compreensão do fenômeno e difere do episódio selecionado no minicurso Sacolas Plásticas cujo propósito é compreender a natureza da REQ.

AULA 2

No EP5, foi apresentada a produção industrial do sabão relacionando-a a outros processos industriais, por exemplo, a produção de hidróxidos a partir da eletrólise da salmoura ou por hidrólise de carbonatos. Outro processo industrial exemplificado foi a saponificação no qual há interação de hidróxidos com óleos ou gorduras e, dessa forma, obtém-se o sabão como um produto.

AULA 3

No EP6, o professor explicou normas de segurança para produção do sabão. Interagiu com os alunos ao questionar se alguém já tinha realizado algum trabalho escolar no laboratório e mostra para os alunos um conjunto de procedimentos que são importantes para a realização da atividade experimental, tais como: não comer ou beber algo em laboratório; atenção ao manipular os reagentes (principalmente o hidróxido); prender o cabelo para utilizar o bico de Bunsen; uso de óculos de segurança; não realizar procedimentos que não estejam presentes no roteiro experimental; dentre outros. No episódio 7 o professor apresentou os materiais que foram utilizados no experimento (soda cáustica e óleo) e ilustrou imagens de vidrarias. Em seguida, ele apresentou instruções do experimento para os alunos a respeito de reações exotérmicas.

AULA 4

Na atividade experimental da aula 4, os alunos foram distribuídos em três grupos e cada grupo foi acompanhado por um professor. Durante a realização da atividade (EP8), os professores orientaram os alunos na medição do volume dos reagentes, pesagem da massa de hidróxido de sódio, procedimentos de montagem do aparato experimental, transferência de reagentes e agitação da mistura em aquecimento.

No EP9, a discussão sobre a atividade experimental foi iniciada com o professor perguntando aos alunos se eles têm dúvidas sobre a produção do sabão. O primeiro questionamento foi sobre a necessidade de se utilizar o “banho-Maria” para produzir sabão em casa e onde comprar os reagentes.

AULA 5

No EP10, o professor retomou a reação de saponificação para explicar a produção do sabão em laboratório a partir das reações químicas, no (EP11) focou na caracterização da composição do detergente e no EP12 explicou a produção de detergentes a partir da interação de tensoativos, álcool, aditivos e hidrocarbonetos. Em seguida, EP13, os alunos assistiram a um vídeo sobre produção de sabão em pó.

AULA 6

No EP14, a produção do detergente foi esquematizada em etapas de adição de matérias primas, sendo elas: a realização de procedimentos experimentais e o controle de pH e viscosidade.

No EP15, o professor destacou, por meio de diagramas, a produção de detergentes e o faturamento da indústria. Diante disso, ele mostrou um aumento proporcional da produção de detergentes para lavar louças e o faturamento da indústria.

No episódio de síntese da aula 6, EP 16, houve uma comparação entre detergente e sabão para indicar que o termo sabão é mais usual, todavia, o correto é chamá-lo de detergente em pó. Outro aspecto realçado foram as matérias primas, pois na produção do sabão são utilizados gorduras e óleos, já no detergente utiliza-se matéria prima do petróleo. Diante disso, o professor reestabeleceu significados ao termo biodecomposição a partir da matéria prima obtida de óleos vegetais ou gorduras animais, no caso do sabão, e de substância obtidas do refino do petróleo.

AULA 7

No episódio de agenda (EP17), o professor - minutos iniciais previamente reservados para introduzir a aula - relembrou os pontos principais da aula passada, e em seguida retomou a atividade experimental sobre saponificação. Explicou também sobre a solicitação de um aluno referente a produção de sabão caseiro realizada em aula anterior e que necessitava ainda alguns esclarecimentos.

No início do EP18, o professor reforçou aspectos de segurança de laboratório, indicou alguns materiais a serem utilizados na próxima atividade e comentou alguns procedimentos sobre o experimento.

No início do EP19, o professor indica que os alunos devem utilizar os óculos de segurança e levar um roteiro para a atividade experimental. Em seguida, os alunos iniciaram os procedimentos experimentais sob a supervisão dos professores. O propósito do

experimento foi realizar alguns testes no sabão produzido e anotar os dados obtidos em uma tabela para comparação e discussão final.

AULA 8

No encerramento do minicurso, os alunos fizeram uma discussão de 12 minutos e 34 segundos (EP20), relataram os dados experimentais registrados sobre os tipos de sabões produzidos em função do tempo e a quantidade de espuma produzida no teste.

No EP 21, um dos professores fez uma síntese indicando qual o propósito deles com o minicurso, destacou o uso consciente dos produtos e enfatizou a produção artesanal do sabão que contribui para não descartar o óleo ou gordura de forma inadequada no meio ambiente. A finalização do minicurso no EP22 ocorreu de maneira rápida e com propósito de agradecer a participação dos alunos.

4.2.3 Síntese do mapa de episódios

A descrição apresentada dos episódios de ensino tem como finalidade caracterizar a dinâmica das atividades realizadas em sala de aula e destacar o episódio de ensino selecionado. Ela também fornece subsídios para compreender a diversidade dos episódios de ensino e verificar elementos teóricos norteadores da elaboração do plano de ensino, como por exemplo, a problematização, o propósito, o tempo de duração da atividade, as abordagens comunicativas dialógicas e de autoridade e o contexto. Para se tornar uma análise, essa descrição deve comparar as situações desenvolvidas em sala de aula com os planos de ensino produzidos pelos professores, o que depende de técnicas de análise que não são objeto dessa dissertação.

Portanto, o objetivo do nível II foi apresentar uma breve caracterização de elementos teóricos da sequência didática que estão presentes nos episódios de ensino selecionados. No nível III, indicamos os percursos metodológicos para caracterização dos processos de significação. Sendo assim, a descrição possibilita caracterizar a produção de significados observados quando o plano de ensino (sequência didática) é colocado em ação pelos professores em formação inicial.

Torna-se importante enfatizar que a produção multimodal de significados é caracterizada a partir da articulação de diferentes modos semióticos de comunicação e representação, mormente, a combinação dessas categorias ocorrem nas ações realizadas pelos professores para alcançar um propósito de ensino e será descrita na próxima seção.

4.3 NÍVEL III DE ANÁLISE – ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM SEQUÊNCIAS DISCURSIVAS

As sequências discursivas indicam como os conceitos foram abordados na forma de propósitos intermediários para alcançar o propósito principal e responsável pela delimitação dos episódios para a análise microgenética da sala de aula, pois permitem investigar as ações que os professores realizam para alcançar um propósito de ensino, sobretudo, quando eles colocam em ação um plano de ensino. Portanto, as sequências discursivas conformam episódios de ensino e são o terceiro nível de análise das ações em sala de aula.

4.3.1 Sequências discursivas do minicurso Sacolas Plásticas

A análise multinível do minicurso Sacolas Plásticas (Figura 23) indica um minicurso composto por 8 aulas, em que a terceira aula foi mapeada em 3 episódios de ensino. O décimo episódio de ensino foi selecionado em função da presença de representações estruturais químicas (REQ) e mapeado em 10 sequências discursivas.

Figura 23: Mapeamento de sequências discursivas do minicurso Sacolas Plásticas. Fonte: os autores.

No Quadro 11, apresentamos as sequências discursivas do episódio *Representação de estruturas* do minicurso Sacolas Plásticas para indicar a organização dos conceitos tratados no episódio.

Ordem (SDi)	Sequência discursiva	Duração (mm:ss)
01	Apresentação do objetivo da atividade	00:29
02	Tipos de representações estruturais	01:50
03	Função orgânica OH	00:21
04	Diferenças entre representações	01:30
05	Modelo VSPER	04:06
06	Explicando a representação estrutural espacial	02:12
07	Apresentando o Programa Jmol	00:54
08	Representações no Jmol	01:04
09	Modelos de representação	03:06
10	Iniciando a manipulação no computador	01:21

Quadro 11: Sequências discursivas do minicurso Sacolas Plásticas. Fonte: os autores.

No episódio 10 do minicurso Sacolas Plásticas, a REQ foi utilizada como ferramenta para compreender aspectos da natureza dos objetos moleculares representados. Para isso, P1 descreveu em 29s o objetivo da atividade (SDi01) e apresentou vários tipos de REQ (SDi02) para destacar as formas como os átomos podem ser representados nas diferentes estruturas químicas (SDi03).

Em SDi04, o professor buscou realçar as diferenças entre elas, pois teve como propósito produzir o significado de tridimensionalidade da molécula. O modelo teórico explicado na SDi05 foi utilizado para compreender o arranjo dos átomos em moléculas e para explicar (SDi06) a representação estrutural espacial da molécula.

Na sequência discursiva 07, P1 apresentou um programa computacional (Jmol) que auxiliou na visualização de REQ em três dimensões. Diante disso, apresentou a janela de trabalho do programa e a forma como as REQ podem ser visualizadas (SDi08), sobretudo, compreender como os átomos são representados no programa (esferas coloridas e bastões).

Já em SDi09, P1 indicou a existência de diversos modelos de representação que são importantes para explorar as potencialidades do programa computacional que será manipulado na próxima atividade e iniciar uma introdução (SDi10) de utilização do programa computacional Jmol.

Turno	Transcrição da fala
P1:	[...] a gente também mostrou vários tipos de representação de moléculas em duas dimensões... (Inaudível) só que os modelos em três dimensões / também não existe um modelo só tridimensional, existem vários modelos.

Quadro 12: Transcrição de fala de P1 na sequência discursiva 09. Fonte: os autores.

Apresenta-se no Quadro 12, um excerto da nona sequência discursiva para exemplificar a forma como o professor produziu significados a respeito da natureza das REQ.

4.3.2 Sequências discursivas do minicurso Sabões e Detergentes

A análise multinível do minicurso Sabões e Detergentes Figura 24 indica um plano de ensino composto por 8 aulas, em que a primeira aula foi mapeada em 4 episódios de ensino. O quarto episódio de ensino foi selecionado em função da presença de REQ e mapeado em 10 sequências discursivas.

Figura 24: Mapeamento de sequências discursivas do minicurso Sabões e Detergentes. Fonte: os autores.

No episódio 4, do minicurso Sabões e Detergentes, as REQ são ferramentas culturais utilizadas para compreensão de conceitos da química. O Quadro 13 mostra um conjunto de 10 sequências discursivas que exemplificam como as ações são realizadas em sala de aula para produzir significados às representações estruturais químicas.

Ordem (SDI)	Sequência discursiva	Duração (mm:ss)
1	Produção do sabão	01:57
2	Representação estrutural do sabão	01:25
3	Levantamento de ideias sobre Química Orgânica	00:44
4	Reação de saponificação	02:33
5	Por que o sabão limpa?	00:46
6	Polaridade de ligação	01:49
7	Polaridade na molécula do sabão	01:47
8	Polaridade e interação das partículas	01:09
9	Formação de micelas	03:06
10	Resolução de questões	01:56

Quadro 13: Sequências discursivas do minicurso Sabões e Detergentes. Fonte: os autores.

A professora P2 partiu da definição de sabões e detergentes (SDi01) para iniciar o episódio e descreveu a composição química do sabão e propriedades como a dureza. Em seguida, caracterizou a composição química do sabão a partir das REQ (SDi02), elencou um breve levantamento sobre o conhecimento em química orgânica (SDi03) e explicou a transformação química de saponificação de ácidos graxos (SDi04). Em SDi05 P2 utilizou uma pergunta para orientar a atenção dos alunos aos conceitos que foram trabalhados e os propósitos a serem atingidos – a limpeza do sabão.

A partir disso, conceitos de polaridade da ligação química foram explicados em SDi06 por meio de quebra e formação de ligações químicas. Na sequência discursiva (SDi07), a explicação foi desdobrada para a polaridade de uma molécula. Na SDi08, a polaridade foi utilizada como ferramenta para compreender como as partículas interagem, sobretudo, moléculas polares e apolares. Em SDi09, a professora explicou sobre a formação da micela e a interação da região apolar da micela com a sujeira e a região polar com a água. Por fim, a sequência discursiva 10 culminou em uma discussão de três questões sobre o sabão.

4.3.3 Síntese da análise multinível.

A análise multinível permite verificar separadamente diversos segmentos da aula e selecionar situações de ensino a partir dos critérios definidos para a pesquisa, dessa forma, é possível selecionar aulas com temas de interesse, episódios de ensino com maior frequência de uso de representação estrutural química (REQ) e selecionar sequências discursivas que

apresentam padrões de ação do professor ou frequência de ocorrência de categorias. Portanto, a análise multinível é uma ferramenta metodológica importante para estudar a produção de significados por meio da abordagem multimodalidade, pois permite delimitar seguimentos de sala de aula a partir de um conjunto de critérios, mormente, reduz a quantidade de dados a serem analisados em vista da investigação detalhada dos modos semióticos de comunicação e representação.

Mediante a apresentação da caracterização dos minicursos e sua extensa análise em diferentes níveis que perpassaram o conjunto de aulas, o mapeamento dos episódios, a classificação em categorias e a transcrição das sequências discursivas passamos a partir deste momento a caracterizar a performance do professor em formação inicial em sala de aula.

5. CARACTERIZAÇÃO DE UMA PERFORMANCE EM SALA DE AULA

Neste capítulo, apresentaremos estudos sobre a performance de dois professores. Cada seção do capítulo corresponde a uma categoria de análise. Torna-se importante enfatizar que a performance do professor e a forma como os significados são produzidos em sala devem ser compreendidas a partir da combinação de diversas categorias de análise (meios materiais, posicionamento, operações epistêmicas e gestos) e, portanto, os modos semióticos que as constituem. Todavia, buscamos caracterizar as potencialidades e limitações de cada uma das categorias para a constituição da performance do professor.

5.1 MEIOS MATERIAIS E O MODO SEMIÓTICO INSCRITO

Na sala de aula o professor utiliza diversos *meios materiais* como fala, lousa e tela de projeção para ensinar. Estes estão presentes no ambiente da sala de aula e são ativados por modos semióticos inscritos nesses meios materiais (imagens e textos) ou expressos pelo professor (fala, olhar e gestos). Existem diversos meios materiais como lousa, tela de projeção, modelos de plástico, tela do computador, aparato experimental, lousa digital, entre outros. Todavia, neste trabalho, foram considerados somente quatro meios materiais cujas REQ estão em evidência (Figura 25).

Figura 25: Ilustração do meio material giz e lousa (a), tela de projeção (b), modelos plásticos (c), tela do computador (d). Fonte: LAPEQ.

A lousa e tela de projeção são meios materiais muito utilizados pelos professores, todavia, os dados obtidos mostram que os professores podem apresentar preferência por um dos meios materiais, e também alternar o uso do meio material conforme observado no Quadro 14.

Fala	P1: Se ele tiver um composto como esse daqui a gente vai ter essa fórmula linear, uma linha reta, ela vai se organizar assim no espaço.	Não lembram? [Fórmula do metano]. Vou desenhar aqui. A gente tem o metano que é o CH ₄ .	Esse carbono / se a gente desenhasse pela forma da estrutura de traços / a gente costuma desenhar ele assim. Certo?
Meio material	Tela de projeção (a)	Giz e lousa (b)	Giz e lousa (c)
Imagem

Quadro 14: Transição entre meios materiais e a inscrição da representação estrutural química. Fonte: LAPEQ

No Quadro 14 (a), ilustra-se um seguimento de transição do meio material tela de projeção para a lousa e a ressignificação da REQ do metano. A REQ é ressignificada porque P1 parte da forma condensada (b) para reescrever na lousa a REQ do metano na forma de traços (c). Portanto, neste segmento, o meio material giz e lousa foi utilizado para comparar as diferentes formas de representação da molécula do metano e produzir significados a respeito da organização espacial dos átomos na REQ de traços.

Fala	P2: [...] Aqui algumas definições. Sabão é um tipo mais simples de detergente. Como todo éster, os óleos e gorduras sofrem hidrólise básica, que no caso dos lipídios, é tradicionalmente chamado de saponificação. Então a reação para formação do sabão é saponificação.	P2: A fórmula estrutural! É um ácido graxo, que é o que? É quando eu tenho uma cadeia de carbono com hidrogênio grande. A gente fala que a partir de 13 carbonos e hidrogênio é um ácido graxo. Tudo bem? E aqui na ponta C dupla O, o "O" negativo e eu vou ter o sódio positivo. Tudo bem?
Meio material	Tela de projeção (a)	Tela de projeção (b)

Quadro 15: Tela de projeção utilizada para definir o termo sabão (a) e descrever uma representação estrutural química (b). Fonte: LAPEQ.

No Quadro 15, temos duas formas de utilização da tela de projeção: a exposição de conteúdos na forma escrita (a) e a exibição de imagens (b). Assim, destaca-se neste seguimento a escrita e a imagem como dois modos semióticos responsáveis por ativar a tela de projeção. Além deles, outros modos como a fala e os gestos também podem ativar os meios materiais.

A tela do computador e os modelos plásticos são outros dois meios materiais utilizados para produzir significados por meio das REQ. A tela do computador é um meio material no qual o professor pode manipular o modo semiótico por meio do *mouse* do computador, principalmente, para acionar informações contidas nos aplicativos. Já o modelo plástico é formado por esferas e bastões de plásticos para representar átomos e ligações químicas, todavia, não foram encontradas situações nos episódios estudados nas quais os professores manipularam o modelo plástico.

A performance dos professores P1 e P2 em relação ao uso de meios materiais pode ser visualizada na Tabela 1. O percentual foi calculado por meio da relação entre a duração obtida para o meio material e o tempo total de cada episódio. Nota-se que a somatória do percentual não atinge 100% porque há situações nas quais o professor utiliza somente a fala.

Meios materiais	P1		P2	
	Duração (mm:ss)	% do episódio	Duração (mm:ss)	% do episódio
Giz e lousa	02:38	15%	07:40	45%
Tela de computador	01:06	6%	00:00	0%
Tela de projeção	11:42	66%	08:20	49%
Duração do episódio	17:39		17:04	

Tabela 1: Frequência de uso dos meios materiais de representação estrutural. Fonte: os autores.

Os dados obtidos indicam que a tela de projeção foi o meio material mais utilizado pelos dois professores, pois P1 permaneceu 66% e P2 49% do tempo total do episódio diante desse aparato. A performance de P1 está associada a uma preferência na utilização da tela de projeção, sobretudo, porque representa 66% do tempo do episódio, que é aproximadamente quatro vezes maior que o tempo diante da lousa. Na lousa, o percentual obtido indica que P2 alterna o meio material na sala de aula, pois utiliza tanto o giz e lousa quanto a tela de projeção. A diferença de tempo é muito pequena (aproximadamente 20 segundos) de maneira que é possível indicar que não houve preferência por algum meio material.

Portanto, pode-se observar que para ambos os professores a utilização de um meio material complementar à fala, quando da utilização de REQ, é praticamente mandatória, o que nos indica uma forte relação entre as características dos objetos moleculares e as funções representacionais desses meios materiais, mormente, as possibilidades de significação dos modos semióticos presentes nesses meios materiais.

5.2 POSICIONAMENTO DO PROFESSOR NA SALA DE AULA

O posicionamento do professor na sala de aula é caracterizado por meio das categorias proxêmicas cujos descritores indicam a atenção orientada pelos professores que ora é destinada aos alunos (AL) ora deixa em evidência os objetos moleculares (OM). Portanto, as categorias proxêmicas são divididas em relação aos alunos (mesa dos alunos, deslocamentos, frontal, mesa do professor e quadro de giz) e em relação ao objeto molecular (frontal, lateral e manipulação).

As classificações das categorias proxêmicas na linha do tempo do episódio 10 (minicurso Sacolas Plásticas) podem ser visualizadas na Figura 26.

Figura 26: Diagrama de codificação de categorias proxêmicas de P1 (Sacolas Plásticas). Fonte: os autores com uso do Nvivo.

O diagrama de codificação da Figura 26 exibe os descritores por faixas de codificação, no qual podem ser visualizadas as faixas laranja (AI – Frontal) e roxa (AI – Quadro de giz). As outras categorias proxêmicas são indicadas no diagrama, todavia, não foram classificadas neste episódio de ensino e não apresentam faixa. É importante observar que o posicionamento de P1 em relação aos alunos alterna entre frontal e quadro de giz, demonstrando dinâmica da aula a partir das modificações dos posicionamentos.

Figura 27: Diagrama de codificação de categorias proxêmicas de P2 (Sabões e Detergentes). Fonte: os autores com uso do Nvivo.

No diagrama de codificação do minicurso “*Sabões e Detergentes*” são observados os posicionamentos de P2. Neste caso, nota-se que P2 também transita entre a posição frontal e o quadro de giz.

Nota-se no segmento 00:34:43 a 00:35:59, com duração de 1 minutos e 16 segundos, um espaço não classificado se refere a uma intervenção de outro professor (P3) posicionado junto à mesa dos alunos. Neste caso, a intervenção não foi classificada por não corresponder a performance de P2.

Após a classificação do posicionamento dos professores em sala de aula o tempo de duração de cada um dos descritores da categoria foi extraído do Nvivo e a Tabela 2 foi elaborada para comparar a performance de P1 e P2. Com isso, o percentual foi obtido a partir da divisão do tempo obtido para cada categoria e o tempo do episódio.

Categorias proxêmicas em relação aos alunos	Duração (mm/ss)	
	P1	P2
AI - Frontal	08:16 (48%)	05:52 (34%)
AI - Quadro de giz	08:14 (47%)	09:52 (58%)
Episódio	17:39	17:04

Tabela 2: Tempo de duração das categorias proxêmicas em relação aos alunos. Fonte: os autores.

Ao comparar a dinâmica de modificação do posicionamento dos professores P1 e P2, nota-se que possuem performances similares porque transitam em pelos menos dois descritores da categoria proxêmica. Com isso, ao comparar o tempo de duração dos

professores nas categorias são observadas diferenças, pois P1 distribui o tempo de maneira similar nas duas categorias e P2 permanece maior parte do tempo no quadro de giz.

Em relação ao objeto molecular, a categoria proxêmica foi classificada em frontal e lateral (Figura 28).

Figura 28: Posicionamento frontal (a) e lateral (b) em relação ao objeto modelar. Fonte: LAPEQ.

Na Figura 28, o posicionamento frontal em relação ao OM indica que a atenção da professora está orientada para a REQ sendo inscrita na lousa (a). O professor também pode compartilhar a atenção dele para os alunos e para o REQ, neste caso, ele utiliza a posição lateral (b) e partilha a atenção olhando para os alunos ou para a REQ.

O posicionamento de cada um dos professores pode ser analisado na Tabela 3, em que demonstram os cálculos dos tempos relativos nas posições frontal e lateral em relação à duração do episódio²⁸. Para isso, dividimos a duração do posicionamento em cada categoria pela duração do episódio analisado.

Categorias proxêmicas <i>Em relação ao objeto molecular</i>	Duração (mm/ss)	
	P1	P2
OM - Frontal	01:00 (06%)	02:29 (15%)
OM - Lateral	04:06 (23%)	08:17 (49%)
Episódio	17:39	17:04

Tabela 3: Tempo de duração das categorias proxêmicas em relação aos objetos moleculares. Fonte: os autores.

Os dados indicam a maior ocorrência do posicionamento lateral que o frontal em situações de uso da REQ para ambos os professores. Observa-se também que P2 permanece relativamente mais tempo na posição lateral (49%) que P1 (23%).

²⁸ As somas dos percentuais das categorias lateral e frontal não totalizam 100% porque a codificação leva em conta somente situações cuja REQ está em evidência no episódio, ou seja, o percentual é calculado a partir da relação do tempo codificado para cada categoria sobre o tempo do episódio.

Esses dados ajudam a indicar a performance dos professores e as formas de uso das REQ para alcançar os propósitos de ensino, pois para a professora a REQ foi utilizada para explicar porque o sabão é utilizado para limpeza, e por meio da construção do conceito de polaridade da molécula explicou conceitos da química que auxiliaram na compreensão do fenômeno.

Em outras palavras, a professora utilizou a REQ como ferramenta cultural para construção de conceitos de polaridade da molécula permitindo inferir sobre o fenômeno da limpeza. Assim, compartilhou a atenção dos alunos entre ela e as representações utilizadas. Já o professor buscou, ao longo do episódio, construir significados acerca da tridimensionalidade da molécula e utilizou as REQ para construção de significados a respeito da natureza do objeto molecular.

5.3 OPERAÇÕES EPISTÊMICAS E OS PROPÓSITOS DE ENSINO

Nesta seção, ilustraremos somente os excertos das operações epistêmicas que foram codificadas nos minicursos como: comparação, exemplificação, classificação, descrição, descrição molecular, generalização, explicação e definição. Outras categorias como analogia e cálculo não foram identificadas.

Em seguida, serão exemplificadas as operações epistêmicas utilizadas para analisar os episódios nos minicursos selecionados.

5.3.1 Definição

Partindo da definição de sabão, as representações do sabão são empregadas para explicar como acontece a reação de saponificação. Em seguida, com o intuito de construir a resposta da forma ou do motivo da limpeza do sabão, a professora descreve situações em que o sabão é usado, como para lavar roupa ou louça, além de problematizar como algo feito de gordura poderia limpar.

Sequência	Transcrição – Definição
SDi01	P2: Sabão é um tipo mais simples de detergente. Como todo éster, os óleos e gorduras sofrem hidrólise básica, que no caso dos lipídios, é tradicionalmente chamado de saponificação. Então a reação para formação do sabão é saponificação.

Quadro 16: Codificação da operação epistêmica definição de P2. Fonte: os autores.

Na sequência discursiva SDi01 P2 faz uma a diferenciação do sabão com um tipo de detergente que caracteriza a operação epistêmica definição, pois busca diferenciar uma classe de objetos (detergentes).

5.3.2 Generalização

A recontextualização que ocorre em situações de generalização confere a essa operação epistêmica um elevado grau de abstração.

Sequência	Transcrição - generalização
SDi04	P1: Mas a molécula, na verdade, é uma estrutura que não é uma estrutura plana, que a gente já falou um pouquinho. Ela é uma estrutura que é representada em três dimensões, ela tem um volume, ela tem uma profundidade, e é um pouco difícil a gente representar isso em duas dimensões.

Quadro 17: Codificação da operação epistêmica generalização de P2. Fonte: os autores.

Com o propósito de construir significados de tridimensionalidade do OM, o professor utiliza aspectos como volume e profundidade da molécula, no entanto, caracteriza como *generalização* porque recontextualiza a abordagem de um referente específico (molécula plana inscrita no meio material) para um referente abstrato (estrutura tridimensional).

5.3.3 Explicação

No Quadro 18, ilustram-se turnos de fala da professora cujo propósito foi explicar o fenômeno de polaridade da molécula a partir da diferença de eletronegatividade da ligação química.

Sequência	Transcrição - Explicação
SDi06	P2: Porque a eletronegatividades deles é igual / o que um puxa o elétron para um lado o outro puxa para o outro. Quando eu mudo o elemento. Quando eu tenho o HCl. São elementos diferentes. Quem é mais eletronegativo?
	A: O Cl
	P2: O Cl. Se ele é mais eletronegativo / ele vai puxar mais os elétrons. Então vão ficar mais deslocados para o lado dele, a gente fala que vai ficar mais ou menos assim a nuvem. Certo? Aí eu vou ter um delta menos e um delta mais.

Quadro 18: Codificação da operação epistêmica explicação de P2. Fonte: os autores.

P2 aponta para a molécula H_2 , em que a representação estrutural de traços (H-H) foi desenhada, e realizou um gesto para explicar que ambos os átomos atraem com a mesma intensidade os elétrons da ligação química. O movimento das mãos contribui para a produção de significados, pois a ação de trazer algo para próximo do corpo enfatiza a interação de um dos átomos de hidrogênio com os elétrons. Em seguida, realiza um gesto com a mão direita para indicar que o mesmo fenômeno ocorrerá de forma similar ao anterior, porém, em sentido diferente (mão movimenta-se para o lado oposto).

Nos próximos turnos da sequência discursiva, a professora escreve na lousa a representação estrutural do ácido clorídrico para relacionar a eletronegatividade de um átomo com sua capacidade em atrair elétrons, sobretudo, para destacar que o átomo cloro é mais eletronegativo que o átomo hidrogênio. A relação entre o deslocamento de cargas na estrutura molecular (fenômeno) e a eletronegatividade do átomo (conceito) é uma relação de causa-efeito, portanto, relação entre fenômeno e conceito o que caracteriza a operação epistêmica explicação.

5.3.4 Comparação

A categoria epistêmica comparação é delimitada quando são apresentadas semelhanças e diferenças entre fenômenos ou classe de fenômenos (SILVA, 2008).

Sequência	Transcrição – Comparação
SDi06	P1: Então, nessas estruturas, o que tem de diferente nelas? Nessa primeira, olha aquele carbono como ele está ali. Aquelas angulações... esses hidrogênios ligados, eles já tentam mostrar um tetraedro. Então tem um tetraedro sendo formado ali na ponta, tem um tetraedro tentando se formar ali no meio.

Quadro 19: Codificação da operação epistêmica comparação de P1. Fonte: os autores.

Nesta sequência discursiva, o professor destaca aspectos da angulação do objeto molecular (OM) e a presença de átomos de hidrogênio para indicar diferenças entre a formação de dois tetraedros, o que caracteriza uma operação epistêmica de comparação. Além disso, realiza gestos de apontamento para orientar a atenção dos alunos para as diversas representações.

5.3.5 Descrição

A apresentação de características de um material é considerada uma operação epistêmica de descrição.

Sequência	Transcrição – Descrição	Op. Epistêmicas
SDi01	P2: A gente vai dar uma olhada. Se a gente tiver no sabão, na estrutura, o sódio, ele vai formar um sabão mais duro. Aquele sabão em pedra, mais duro tem sódio. Se tiver o potássio, ele vai ficar um pouquinho mais mole. Eu acho que a gente vai fazer com o potássio.	Descrição / Comparação
	P3: Com o sódio.	
	P2: Sódio. Vai fazer o mais duro.	
	P2: O sabão é fabricado a partir de gordura... ou óleo. Tanto faz se eu usar um óleo de cozinha ou gordura animal, os dois vão (inaudível) fabricar o sabão.	Descrição

Quadro 20: Codificação da operação epistêmica descrição de P2. Fonte: os autores.

Nesta sequência discursiva, a professora apresenta as características do sabão que será obtido em função do íon presente na estrutura, classificando em um “*sabão mais duro*” quando possui átomos de sódio na estrutura ou “*um pouquinho mais mole*” quando estiver presente o potássio.

5.3.6 Descrição Molecular

A descrição molecular é identificada quando alguns referentes específicos da representação estrutural química (REQ) são utilizados para caracterizar o objeto molecular.

Sequência	Transcrição - Descrição molecular
SDi07	P2: No caso do sabão, ele não vai ter vários carbonos?/
	A: Inaudível.
	P2: Então eu tenho vários carbonos. Eu vou representar os vários carbonos assim // Carbono hidrogênio, tudo bem? Vocês já viram assim? Na ponta eu tenho um carbono, sempre ligado a dois hidrogênios. Os hidrogênios eu não coloco. Tudo bem? Vou ter uma cadeia grande. No final da cadeia eu tenho dupla O, O- e Na+. Esse aqui não é igual àquela molécula que a gente viu no (inaudível) slide?// só que invés de tá carbono hidrogênio-carbono hidrogênio// eu coloquei umas setinhas para ficar mais fácil. Tudo bem?

Quadro 21: Codificação da operação epistêmica descrição molecular de P2. Fonte: os autores.

No Quadro 21, temos a transcrição da fala de P2 enquanto ela desenhava na lousa uma REQ de traços, similar a imagem da Figura 29, e descrevia a REQ a partir dos átomos (carbono, hidrogênio e oxigênio) e das ligações químicas (simples e dupla).

P2 fez uma tradução da REQ e apresenta as características do objeto molecular, o que caracteriza uma operação epistêmica de descrição molecular.

Figura 29: Representação da estrutura em traços do sabão. Fonte: LAPEQ.

Durante a descrição molecular, a professora fez um gesto de apontamento para indicar as pontas ou junção dos traços que representam um átomo de carbono ligado a dois átomos de hidrogênio. A caracterização é da REQ, por isso diferencia-se da descrição.

5.3.7 Classificação

A recontextualização na qual um referente específico torna-se uma classe de referentes, caracteriza uma operação epistêmica classificação.

Sequência	Transcrição – Classificação
SDi02	P2: Vocês estão vendo ali que é um misto de representação de substância orgânica com substância inorgânica? Você tem uma cadeia linear grande com vários carbonos, coisa que vocês costumam ver em química orgânica.

Quadro 22: Codificação da operação epistêmica classificação de P2. Fonte: os autores.

No Quadro 22, a classificação é caracterizada porque P2 separa as REQ em grupos com propriedades distintas, por exemplo, substâncias orgânicas (REQ do triacilglicerol) e inorgânicas (hidróxido de sódio).

5.3.8 Exemplificação

A exemplificação é oposta a classificação, pois um referente específico é utilizado para caracterizar uma classe de referentes (SILVA, 2008).

Sequência	Transcrição - Exemplificação
SDi05	P1: No caso do metano, por exemplo, ele vai ter uma angulação entre esses hidrogênios de 109, 5 graus.

Quadro 23: Codificação da operação epistêmica exemplificação de P1. Fonte: os autores.

No Quadro 23, o professor explicava sobre geometria das moléculas e utilizou a REQ do metano para explicitar os ângulos formado pela ligação de um átomo de carbono a dois átomos de hidrogênios. Portanto, o uso de um metano para caracterizar a geometria da molécula configura-se como uma exemplificação.

5.3.9 Síntese:

Apresentamos na Figura 30, a distribuição da codificação das operações epistêmicas para ambos os professores e o percentual de frequência de ocorrência.

Figura 30: Percentual das operações epistêmicas codificadas. Fonte: os autores.

O resultado obtido indica que P2 utiliza majoritariamente a operação epistêmica explicação (42%), seguida pela descrição molecular (22%) e em menor quantidade as demais operações epistêmicas. Já P1, apresenta maior uso da descrição molecular (31%) e diversifica o uso das demais operações epistêmicas. Os propósitos dos professores estão associados aos percentuais de ocorrência das operações epistêmicas, pois no minicurso sabões e detergentes o propósito do episódio é explicar porque o sabão promove a limpeza e no minicurso Sacolas Plásticas o propósito do episódio foi caracterizar o aspecto tridimensional da molécula.

A ocorrência de operações epistêmicas nos dois episódios de ensino evidencia elementos de comparação dos professores e também possibilita analisar, nas próximas seções, a co-ocorrência de operações epistêmicas tanto com gestos quanto os meios materiais.

5.4 ANÁLISE DAS CATEGORIAS GESTUAIS DE MCNEILL

Os gestos sugeridos por McNeill (2005) são classificados como imagísticos e não imagísticos. Os gestos imagísticos retratam objetos presentes nos meios materiais e se desdobram em *icônicos* quando o objeto está presente no plano da sala de aula (concreto) ou gestos *metafóricos* quando o objeto é abstrato. Já os gestos não imagísticos são divididos em *dêiticos* caracterizados pelo apontamento do objeto ou gesto de *batimento* que fornece ritmo a fala do professor.

Os gestos *dêiticos* são realizados para *indicar* algum objeto concreto presente no meio material. As setas da Figura 31 indicam a direção do apontamento que o professor realiza com a mão.

Figura 31: Ilustrações de gestos dêiticos de P1. Fonte: LAPEQ.

Observe que os gestos dêiticos são realizados como forma de apontamentos para o meio material utilizado pelo professor e pode ser caracterizado de diversas formas, por exemplo, por meio do dedo indicador apontado na direção da tela de projeção (a), as palmas das mãos abertas indicando a REQ presente na lousa (b), mão curvada indicando uma determinada região do espaço (c) e a mão aberta na horizontal (d).

Um aspecto importante dos gestos dêiticos diz respeito à atenção dos alunos que é compartilhada ora com o professor ora com o suporte da representação. A atenção ao meio material que a professora busca compartilhar com os alunos pode ser verificada por meio de marcadores discursivos como, por exemplo, as palavras “isso”, “aqui”, “nessas”, “aquelas”, “ali”, entre outras.

No Quadro 24, ilustramos uma sequência discursiva na qual a professora indica, por meio de gestos dêiticos, elementos que constituem a representação estrutural. Além disso, utiliza a palavra “aqui” para deslocar a atenção dos alunos para uma região da REQ que ela

pretende produzir significados e realiza gestos dêiticos para destacar o “sódio”, o “oxigênio” e o “carbono”.

Gesto
Fala	<p>P2: <u>Aqui eu tenho sódio</u>, <u>oxigênio</u>, <u>um carbono pra cá</u>. <u>Vai ser como essa parte?</u></p> <p>A: Polar</p> <p>P2: Polar. E ela ainda tem carga. Quando eu tenho carga eu vou ter uma polaridade.</p>

Quadro 24: Transcrição de sequência discursiva SDi07 para ilustrar os gestos dêiticos de P2. Fonte: LAPEQ.

A Química possui diversos elementos de representação e os gestos também podem ser utilizados em sala de aula para produzir significados, por exemplo, a professora fala a palavra sódio e realiza gestos dêiticos para indicar na lousa o “Na⁺” ou fala a palavra oxigênio e indica a representação “O”. Além disso, reforça a representação estrutural em traços do carbono, pois diz a palavra carbono e aponta para a junção das linhas que representam átomos de carbono.

Já os gestos de batimento *pontuam a fala* do professor, mas também podem ser utilizados para *ênfatisar* algum aspecto do objeto molecular. Vejam as setas na Figura 32 que indicam movimentos circulares que os professores realizam ao gesticularem.

Figura 32: Ilustração de gestos de batimento de P1 e P2. Fonte: LAPEQ.

Na Figura 32, o professor movimenta as mãos em círculos fornecendo ritmo a sua fala (a) e (b), enfatiza partes de sua fala ao movimentar os braços e mãos levando uma nova informação aos alunos ou como forma de convite à interação (c) e (d).

Já no Quadro 25, o texto sublinhado refere-se à sequência discursiva gestual em que a professora relata a formação de precipitado a partir do uso de sabão para lavar algo em água com excesso de cálcio e magnésio. Ela realiza gestos com as duas mãos fechadas como se estivesse esfregando algo entre elas, enfatizando no início da sequência discursiva o uso de sabão e água para lavar. Já no final da sequência discursiva a ênfase recai sobre a expressão “e daí”, realizando gestos de forma a convidar os alunos a responder, no entanto, utiliza uma pergunta retórica. Pois, não deu tempo dos alunos responderem e ela seguiu enfatizando as várias consequências do processo.

Gesto	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> (a) (b) (c) </div>
Fala	<p>P2: <u>quando eu tô usando o sabão e a água que eu estou lavando tem excesso de cálcio ou magnésio.</u> O sódio e o potássio vão acabar interagindo com isso e vai entrar o cálcio ou o magnésio. Vai formar um composto que vira um sólido <u>e daí tem várias consequências, tanto impacto ambiental como no encanamento de casa.</u></p>

Quadro 25: Transcrição da SDi06 para ilustrar gestos de batimento de P2. Fonte: LAPEQ.

Vale ressaltar que os gestos de batimento também indicam aspectos emocionais do professor em que os movimentos repetitivos podem caracterizar nervosismo ou ansiedade. Em outro trabalho feito no LAPEQ (SILVA-NETO; AIZAWA; GIORDAN, 2013), foi realizada uma entrevista sobre a performance do professor P1 com uma autoavaliação sobre sua performance gestual. O professor atesta, ao rever o episódio de ensino, que sua performance no vídeo é caracterizada por muitos gestos, sendo alguns importantes para a construção de significados e outros relacionados ao nervosismo, o que foi levado em consideração durante todo o processo de análise dos dados obtidos.

Houve também a realização de gestos icônicos realizados para descrever o objeto presente de forma concreta no meio material. A materialidade da Representação Estrutural Química na lousa, tela de projeção ou modelos plásticos, confere ao ente químico o aspecto concreto de maneira a estabelecer relações de similaridade entre o elemento de representação e os gestos.

Figura 33: Ilustração de gestos icônicos de P2. Fonte: LAPEQ.

As imagens da Figura 33 indicam os gestos icônicos utilizados pela professora para explicar aos alunos o motivo da formação de três sais de ácido graxo, para isso, percorre com a mão a cadeia carbônica do respectivo ácido graxo e representa as partes da cadeia carbônica que serão liberadas na interação do material graxo com o hidróxido de sódio. A iconicidade está na extensão da cadeia carbônica que é representada pela mão, construindo uma resposta para a pergunta *“Por que formam três?”*. Em seguida, a professora responde: *“Porque eu vou ter três cadeias aqui, que vão quebrar e reagir com os três sódios”*.

No Quadro 26, destacamos outro exemplo de gestos icônicos, na qual o professor constrói significados para as cunhas da representação estrutural espacial presente na tela de projeção e reescrita na lousa. As duas figuras (a) se referem às cunhas preenchidas da REQ que o professor busca construir sentidos, por meios dos gestos, de projeção Hidrogênio da REQ para fora do plano da lousa, ou seja, que *“esse hidrogênio está saindo desse plano da lousa, chegando próximo de vocês aqui”*. Já para as cunhas tracejadas o professor indica (b) que o Hidrogênio *“está entrando para o plano da lousa”*.

Gesto	<div data-bbox="248 228 667 647" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="667 228 1106 647" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="649 655 696 692">(a)</div> <div data-bbox="1131 228 1550 647" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1550 228 1991 647" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1534 655 1581 692">(b)</div>
Fala	<p>P1: Se essa molécula, essa parte tracejada, está plana, junto ao plano da lousa, [a] <u>esse hidrogênio está saindo desse plano da lousa, chegando próximo de vocês aqui.</u></p> <p>E essa linha tracejada indica que ele está [b] <u>entrando para o plano da lousa, como se estivesse recuando aqui.</u> Então é mais uma maneira de tentar representar aqui. Uma maneira um pouco mais eficaz para demonstrar como esses átomos estão dispostos no espaço. Tudo bem?</p>
Imagem	<div data-bbox="947 946 1290 1190" data-label="Chemical-Block"> </div> <p>(Tela de projeção e lousa)</p>

Quadro 26: P1 explicando as cunhas preenchidas e tracejadas da REQ. Fonte: LAPEQ.

Os *gestos metafóricos* são movimentos que se referem a uma ideia abstrata, por exemplo, a ação que ilustra a interação de substâncias em uma transformação química e que não são encontrados elementos concretos nas REQ presentes nos meios materiais.

Figura 34: Ilustração de gestos metafóricos de P1. Fonte: LAPEQ.

Nas imagens da Figura 34, o professor realiza diversos gestos para criar uma representação estrutural de traços do metano. Ele ressalta que a molécula não é uma estrutura plana e que pode ser representada tridimensionalmente, pois possui volume e profundidade.

Naquele momento, a representação espacial não estava presente no meio material (tela de projeção, lousa ou modelos plásticos) e adquiri características gestuais abstratas, pois existem vários sentidos que podem ser atribuídos aos movimentos gestuais realizados pelo professor, por exemplo, poderia indicar o posicionamento dos átomos na estrutura, o ângulo desses átomos ou também representar o tetraedro formado pela representação estrutural espacial.

Os gestos metafóricos costumam ser utilizados para expressar ações relacionadas aos objetos ou fenômenos, por exemplo, no Quadro 27 o professor movimenta os braços de um lado para o outro buscando exemplificar com as mãos a movimentação dos átomos em uma molécula.

Fala	P1: <u>O modelo que eu mostrei para vocês a molécula fica paradinha. Só que o átomo não fica parado no espaço, ele se mexe, ele vibra.</u> Ele tem vários movimentos que não estão mostrados naqueles modelos. Outros modelos que representavam esses outros <u>movimentos dos átomos</u> também foram desenvolvidos.
-------------	---

Quadro 27: Gestos metafóricos de P1 em co-ocorrência com a fala “ele vibra”. Fonte: LAPEQ.

As ilustrações mostram os gestos realizados durante a fala “ele vibra” e indicam os significados das REQ que estão sendo construídos pelo professor durante a aula (SDi09). O professor buscou ao longo do episódio apresentar e discutir diversas REQ, assim, identificando as potencialidades e as limitações delas para representar o objeto molecular. Neste caso, o professor utilizou os gestos para acrescentar informações que não estão presentes nos suportes imagéticos utilizados, de forma complementar a fala.

5.4.1 Hibridização gestual

A análise gestual também deve levar em consideração a possibilidade de sobreposição categórica (AIZAWA, SILVA-NETO E GIORDAN, 2014), na qual os gestos possuem características de duas categorias.

Gesto	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> (a) (b) (c) (d) </div>
Fala	P2: Esse aqui não é igual àquela molécula que a gente viu no (inaudível) slide? Só que invés de tá carbono hidrogênio carbono hidrogênio, eu coloquei umas setinhas para ficar mais fácil. Tudo bem?

Quadro 28: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos realizados por P2 para representar a cadeia carbônica. Fonte: LAPEQ.

No Quadro 28, a professora explica que a cadeia carbônica pode ser representada na forma de traços e percorre a cadeia carbônica com a mão como se estivesse desenhando a representação estrutural presente na lousa, o gesto apresenta, portanto, aspecto icônico, por assemelhar-se à REQ utilizada pela professora. No entanto, ela também utiliza a fala associada aos gestos para fazer referência a átomos de carbono e hidrogênio de uma REQ de traços que havia sido exposta em outro momento da aula, dessa forma, os átomos de carbono

e hidrogênios são abstrações da REQ presente na tela de projeção, portanto, confere aspecto metafórico ao gesto. Assim, os gestos realizados pela professora são classificados como gestos híbridos icônicos/metafóricos.

Na Figura 35, temos outro exemplo da hibridização de gestos icônicos/metafóricos. Neste caso, a professora representa com as duas mãos que o átomo de cloro está puxando o par de elétrons da ligação para perto dele.

Figura 35: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos de P2 para representar a polaridade da molécula. Fonte: LAPEQ.

Observe que o gesto possui aspecto metafórico uma vez que a nuvem eletrônica não está presente no meio material lousa. No entanto, a iconicidade aparece logo em seguida ao gesto no momento em que a professora desenha a nuvem eletrônica do cloreto de hidrogênio ao redor dos átomos de hidrogênio e cloro.

Outra sobreposição categórica que ocorre no episódio diz respeito a formação da micela.

Figura 36: Hibridização de gestos icônicos e metafóricos de P2 para representar a formação da micela. Fonte: LAPEQ.

Na Figura 36, a professora representa por meio da fala e gestos (a) a parte interna da micela, em seguida (b) e (c) percorre a “cadeia carbônica apolar” até chegar na “região polar”. O aspecto icônico fica nítido na representação que a professora cria do interior da micela ao circular com a mão e também quando percorre a cadeia carbônica. O aspecto metafórico, refere-se à relação de polaridade da micela que não está desenhada no meio material utilizado.

5.4.2 Síntese: Potenciais e limitações das categorias gestuais de McNeill

A aplicação das quatro categorias gestuais dos estudos de McNeill levou em consideração a adaptação e definição de critérios para a análise da representação estrutural.

Os critérios foram estabelecidos em termos de validação por pares, em que dois pesquisadores fizeram as categorizações e as aplicações também foram avaliadas por um terceiro.

A principal dificuldade de analisar os gestos em relação à REQ diz respeito a características abstratas inerentes à natureza ontológica da molécula, dessa forma, foi definido que o aspecto icônico se refere ao objeto molecular presente no meio material e o aspecto metafórico associado a elementos abstratos, ou seja, que não são encontrados nas REQ.

Diante disso, os dados quantitativos ilustram a performance gestual dos professores em termos da densidade e variedade de gestos, além de permitir o cruzamento com outras categorias e verificar as relações entre elas para investigar a produção de significados em sala de aula (SILVA-NETO; GIORDAN; AIZAWA, 2016).

No entanto, foram observadas limitações nas aplicações das categorias gestuais de McNeill, principalmente relacionadas à sobreposição de categorias, na qual chamamos de hibridização gestual. As hibridizações ocorrem quando são caracterizados aspectos de mais de uma categoria gestual dificultando a delimitação clara de fronteiras entre elas. A hibridização de gestos icônico/metafórico, por exemplo, retrata uma limitação das categorias propostas por McNeill para identificar tanto o aspecto icônico quanto metafórico dos gestos.

5.5 ANÁLISE DAS CATEGORIAS GESTUAIS DE KENDON

Devido limitações encontradas para as categorias gestuais de McNeill (2005), optamos por utilizar outras categorias gestuais para caracterizar a performance gestual dos professores. As categorias gestuais extraídas dos estudos de Kendon (2004) classificam os gestos em três funções: interativa, pragmática e referencial.

Os *gestos dêiticos* contribuem com o propósito de conteúdo da elocução por meio do apontamento do objeto de referência do discurso. O objeto pode ser concreto, virtual ou abstrato.

Figura 37: Ilustração de gestos de dêiticos de P2 para o objeto molecular. Fonte: LAPEQ.

Nas ilustrações da Figura 37, são exemplificados os gestos dêiticos realizados por P1 e P2, cuja função é indicar ou apontar o objeto presente no meio material. Dessa forma, pode ser visualizado em (a) o dedo indicador apontando para o objeto molecular presente na tela de projeção. Na figura (b) ambas as mãos abertas apontando para a tela de projeção e (c) a mão fechada como se estivesse escrevendo na lousa com um giz.

Os *gestos de modelagem* acontecem quando partes do corpo são usadas como modelo para o objeto (KENDON, 2004), por exemplo, as mãos podem ser utilizadas para dar formato a algum objeto.

Gesto
	(a)	(b)	(c)
Fala	P1: Então, pensa que esse hidrogênio está saindo aqui. Tá bom? Se essa parte aqui tracejada está junto ao plano da lousa,	esse hidrogênio está saindo do plano da lousa	Está chegando próximo de vocês aqui.

Quadro 29: Segmento de 15,9s (1:44:28,8 – 1:44:44,7) com gestos de modelagem de P1. Fonte: LAPEQ.

Os gestos de modelagem são exemplificados no Quadro 29, onde o professor aparece utilizando as mãos e os braços para criar sentidos de tridimensionalidade à REQ desenhada na lousa. Assim, uma das ligações entre carbono e hidrogênio do etanol foi representada por uma cunha preenchida (▼) indicando que a ligação química está saindo do plano da lousa. O professor utiliza o braço esquerdo para modelar a ligação química e um movimento de afastamento da mão do plano da lousa (seta tracejada) que confere à ligação química um aspecto tridimensional, ou seja, o professor utiliza o braço como modelo de uma ligação química e o movimento indica a mudança do plano.

A *descrição* ou *descrição figurativa*, conforme indicação de Pereira, Moro e Mortimer (2013), é identificada quando partes do corpo, em geral, as mãos, realizam movimentos de representação de objetos no ar, ou seja, em situações de ensino mediadas por REQ os gestos de descrição figurativa são utilizados pelos professores para: localizar os

átomos de uma molécula; retratar a extensão de uma cadeia carbônica; ilustrar regiões polares e apolares; entre outras formas de uso.

Gesto
	(a)	(b)	(c)
Fala	P2: Vou ter a parte de dentro a cadeia apolar a parte polar		

Quadro 30: Segmento de 3,7s (46:56,0 - 46:59,7) com um gesto de descrição figurativa de P2. Fonte: LAPEQ.

Os segmentos do Quadro 30 foram selecionados para exemplificar os gestos de descrição figurativa, pois se referem a situações em que a professora (P2) explicou a limpeza promovida pelo sabão em termos de interação molecular. Com isso, P2 realizou movimentos circulares com a mão direita para caracterizar a “parte de dentro” da micela e mostrar a interação das partículas de “sujeira” com as moléculas do sabão em solução aquosa. Posteriormente, ela percorreu com a mão a cadeia carbônica indicando por meio da fala a existência de uma “região apolar” e, por fim, fez outro movimento circular para indicar a existência da “parte polar”, ou seja, a região externa da micela que interage com o fluxo de água e passa a ser arrastada, promovendo a retirada da sujeira.

Nas três situações destacadas, a professora descreve figurativamente a REQ, pois se ela estivesse com um giz na mão e a intenção de escrever algo na lousa, ela poderia ter desenhado um objeto similar ao presente na lousa. Em geral, na descrição figurativa o professor realiza movimentos com a mão como se desenhasse uma REQ no ar.

Já na *ação ou pantomima* as partes do corpo são engajadas em um padrão de ação com características em comum com aquilo que está sendo referido (KENDON, 2004). Diante disso, o gesto possui uma referência com a ação executada, por exemplo, ao falar sobre uma colisão entre átomos ou moléculas, o professor tende a representar a colisão fechando as mãos para representar esferas (átomos) e a movimentá-las simultaneamente até a colisão.

Além disso, outros exemplos podem ser utilizados para caracterizar os gestos de ação, como: retratar com a mão a vibração de um objeto molecular, delimitar com a mão uma unidade monomérica de um polímero e repetir o movimento de maneira a construir sentidos

de repetição dessa unidade, e também pode utilizar um padrão de ação para retratar a interação das partículas em uma transformação química.

Gesto
	(a)	(b)	(c)
Fala	P2: Porque a eletronegatividades deles [hidrogênios] é igual	o que um puxa o elétron para um lado o	outro puxa para o outro

Quadro 31: Segmento de 3,7s (40:11,3 - 40:15,0) com gesto de ação de P2. Fonte: LAPEQ.

Os gestos de ação ilustrados no Quadro 31 estão associados à explicação mediada pelo uso da REQ do gás hidrogênio (H_2), onde a professora fala que “a nuvem eletrônica estará mais ou menos igual. Então ele é apolar”. Em seguida, ela transfere o conceito de polaridade do átomo para o elemento químico quando afirma que, em se tratando do mesmo elemento químico, a eletronegatividade será igual. Assim, movimenta a mão direita para a direita (b) – seguidamente em sentido oposto (c) – para indicar a atração entre um átomo de hidrogênio e os elétrons da ligação química. A professora realiza gestos de ação associados ao conceito de polaridade, nesse caso, relacionados ao deslocamento da nuvem eletrônica.

Os *gestos modais* servem como intensificadores da fala, movimentos gestuais que altera a estrutura em termos do que está sendo dito na elocução e o que está sendo interpretado.

Gesto
	(a)	(b)	(c)

Fala	P2: Quando eu tenho	Elementos	diferentes
-------------	---------------------	-----------	------------

Quadro 32: Segmento de 2,7s (39:22,9 - 39:25,6) com gesto modal de P2. Fonte: LAPEQ.

Por exemplo, quando a professora P2 pergunta aos alunos se eles já viram a polaridade da molécula, continua a explicação sobre a diferença de eletronegatividade para produzir sentidos à nuvem eletrônica polar e apolar, dessa forma, ao exemplificar uma molécula com “*elementos diferentes*” P2 movimenta as mãos na forma supinada e pronada para enfatizar a diferença dos elementos.

O P1 realiza muitos gestos modais com a mão curvada e em movimento circular, conforme ilustrado no Quadro 33.

Gesto	<p>(a)</p>	<p>(b)</p>	<p>(c)</p>
Fala	P1: Mas para a gente falar	um pouco mais sobre essa geometria	Eu vou ter que falar de outro modelo [...]

Quadro 33: Segmento de 8,4 s (1:38:44,7 - 1:38:53,1) com gesto de modo de P1. Fonte: LAPEQ.

P1 é um professor que gesticula muito na aula, principalmente, com gestos associados ao discurso (pragmáticos). No Quadro 33, as duas mãos curvadas estão em movimento circular e permanecem curvadas mesmo ao apontar na direção da tela de projeção. O modelo não está em evidência e a função do gesto não é fazer referência a esse objeto, mas enfatizar a necessidade de “falar um pouco mais” sobre a angulação da molécula e também para “falar de outro modelo”, ou seja, o gesto modal fornece o ritmo para a fala do professor.

Os *gestos de partição* são utilizados para pontuar o discurso falado, demarcados em diferentes componentes lógicos. São gestos reconhecidos quando o movimento das mãos numera, junto com a fala, um conjunto de itens.

Gesto
	(a)	(b)	(c)	(d)
Fala	P1: Então tá. A gente viu bastante coisa das sacolas.		Vocês viram a parte de polimerização. Vocês viram vários tipos de polímeros.[...]	

Quadro 34: Segmento de 8,3 s (1:34:36,2 - 1:34:44,5) com gesto de partição de P1. Fonte: LAPEQ.

No Quadro 34, P1 faz gestos de partição para pontuar os conteúdos trabalhados em aula, por exemplo, (a) sacolas, (b) polimerização e (b) tipos de polímeros.

Gestos performáticos mostram um tipo de movimento complementar à fala, indicando uma questão, recusa ou uma oferta. Os gestos performáticos estão, frequentemente, associados às perguntas.

Gesto
	(a)	(b)		
Fala	[...] que é o modelo VESPER. Vocês já viram geometria molecular?		Mais ou menos? Então vamos lá.	

Quadro 35: Segmento de 2,9s (1:38:53,1 - 1:38:56,0) com gesto performático de P1. Fonte: LAPEQ.

O gesto de P1 é performático porque as mãos espalmadas paradas em (a) indicam uma oferta aos alunos, no sentido que eles respondam se “já viram geometria molecular”, além disso, em (b) ele movimenta as mãos (afastando e aproximando-as do corpo) como se estivesse interpretando as respostas obtidas (“mais ou menos”).

Após a classificação dos episódios de ensino, os gestos de P1 e P2 foram tabulados e a Tabela 4 produzida com os dados de frequência de ocorrência dos gestos e o percentual relativo a quantidade de gestos nos dois episódios de ensino.

Minicurso	Plásticos (P1)		Sabões (P2)	
Funções gestuais	Frequência (%)		Frequência (%)	
Interativos	1	(0,6%)	1	(1,4%)
Pragmáticos	89	(52,4%)	11	(15,9%)
Referenciais dêiticos	58	(34,1%)	40	(58,0%)
Referenciais representacionais	22	(12,9%)	17	(24,6%)
Total	170	17min 25s	69	17min 4s

Tabela 4: Distribuição dos gestos em funções interativas, pragmáticas e referenciais. Fonte: os autores.

O estudo comparativo dos gestos, em episódios com tempo de duração aproximado, indica que P1 possui performance gestual expandida (170 gestos) e P2 contida (69 gestos). A análise proporcional dos gestos indica maior ocorrência de gestos pragmáticos em P1 e gestos referenciais em P2 e baixa frequência de gestos interativos em ambos. Os gestos referenciais representacionais também possuem maior percentual de frequência gestual em P2, aproximadamente o dobro em relação a P1.

A performance gestual dos professores pode ser caracterizada a partir do desdobramento das funções dos gestos em categorias, conforme ilustrado na Figura 38.

Figura 38: Distribuição de gestos em funções interativas, pragmáticas e referenciais. Fonte: os autores.

A performance gestual de P1 é expandida e pode ser caracterizada como constituída majoritariamente por gestos com funções pragmáticas modais (83) que dão ritmo a fala do professor e gestos referenciais dêiticos (58) utilizados para chamar a atenção dos alunos as REQ presentes nos meios materiais. Observa-se a baixa frequência de gestos referenciais representacionais de descrição figurativa (17), modelagem (5) e a ausência de gestos de ação.

A performance gestual de P2 é contida e constituída por gestos referenciais dêíticos (40) e gestos referenciais representacionais (17) de ação e descrição figurativa. Nota-se, em P2, que a grande maioria dos gestos possuem funções referenciais (82,6%), sendo que 30% são gestos representacionais, ou seja, gestos fortemente relacionados ao terceiro modo semiótico presente no plano da sala de aula – a imagem.

A distribuição dos gestos de P1 e P2 apresenta a ocorrência de muitos gestos dêíticos utilizados pelos professores, principalmente, para orientar a atenção dos alunos diante das inscrições presentes nos meios materiais, ou seja, a atenção direcionada à representação estrutural química (REQ) ilustrada na tela de projeção ou inscrita com giz na lousa. Portanto, a elevada ocorrência de gestos com funções referenciais indica a importância do gesto dêítico tanto para ativar os *meios materiais* utilizados em sala (tela de projeção, lousa, etc.) como referenciar os *modos semióticos* (imagem, escrita, som, etc.) expressos nesses meios materiais.

5.5.1 Validação por pares das categorias gestuais

O *índice de similaridade* (SI) das classificações foi calculado a partir da quantificação das categorizações gestuais do episódio de ensino e, portanto, proporcional à *frequência gestual* (FG). Dessa forma, os dados de FG são utilizados no contexto da pesquisa para calcular a quantidade total de gestos observados pelos avaliadores (A1 e A2) e também a *frequência sobreposição gestual* (FSG).

Figura 39: Diagrama de codificação que exemplifica as classificações de A1 (verde) e A2 (vermelho). Fonte: os autores.

Na Figura 39, representa-se um segmento do episódio em que a FG foi semelhante para ambos avaliadores (4 gestos), sendo categorizados três gestos de descrição figurativa e

um gesto dêitico. Verifica-se também a sobreposição de todos os gestos ilustrados, ou seja, o valor de FSG também é igual a 4.

A duração dos gestos no segmento difere nas classificações dos dois avaliadores, pois para A1 há uma tendência das fases de *preparação*, *realização* e *retorno* do gesto serem mais curtas que em A2. O valor atribuído à extensão das categorias na linha do tempo corresponde ao *tempo de duração gestual* (TG) e pode ser usado como parâmetro para avaliar como a unidade gestual é delimitada na validação por pares.

Além da diferença no tempo de duração gestual, verificou-se também a ocorrência de divergências entre as categorias gestuais indicadas pelos avaliadores. Na Figura 40, ilustra-se um segmento com duração de 20,4s e escala intermediária de 2s, cujo a classificação dos gestos dos avaliadores não coincidem, sendo destacados em linha tracejada os gestos categorizados como descrição figurativa (A1) e dêitico (A2).

Figura 40: Diagrama de codificação que exemplifica diferenças nas classificações dos gestos de A1 (verde) e A2 (vermelho). Fonte: os autores.

Observa-se também na Figura 40, entre 45min38s e 45min41s (linha pontilhada), que A1 indica ocorrência de dois gestos de ação, enquanto A2 indica somente um gesto. Ou seja, mesmo quando os avaliadores propõem a mesma categoria são observadas divergências no início, fim ou duração do gesto, portanto, no *tempo de sobreposição gestual* (TSG).

Diante das similaridades e divergências apresentadas para as categorizações dos avaliadores, sugerimos duas equações para calcular o índice de similaridade (SI) das categorizações dos gestos referenciais, tanto em termos de frequência gestual (1) como de tempo de duração gestual (2).

$$SI_F = \frac{FSG}{FG} (\%) \quad (1)$$

$$SI_T = \frac{TSG}{TG} (\%) \quad (2)$$

Portanto, as equações expressam relações de co-ocorrência das categorias gestuais entre avaliadores independentes, conforme mensurado pela frequência gestual (1) e pelo tempo de duração gestual (2), em termos do total de ocorrência e do tempo total de duração. Ou seja, quanto menor a sobreposição – ocorrência ou tempo de duração –, menor o índice de similaridade. Assim, é possível calcular SI para cada avaliador, tendo em vista suas categorizações de frequência de ocorrência e tempo de duração.

Os valores ilustrados na Figura 41 se referem à quantidade de gestos categorizados (FG) por cada avaliador (A1 e A2) e também aos gestos sobrepostos (SG). Com isso, buscamos avaliar as categorizações a partir do índice de similaridade de A1 e A2 (SI) e encontrar situações em que há divergências entre eles.

Figura 41: Dados de classificação de gestos para dois avaliadores (A1 e A2) em termos de frequência de sobreposição dos gestos (SG). Fonte: os autores.

Os resultados também mostram que para P1 o avaliador 1 (A1) classificou 62 gestos modais, enquanto A2 identificou 45, com sobreposição de 44 gestos, ou seja, 44 gestos

tiveram a mesma classificação por ambos avaliadores. Diante disso, A2 obteve maior índice de similaridade (98%) em relação a identificação da categoria gestual de A1 (71%).

Para os gestos dêiticos, A2 obteve SI_F de 107% porque houve mais uma sobreposição com a mesma unidade gestual de A2, ou seja, A1 codificou unidades gestuais menores que se sobrepuseram várias vezes na mesma unidade gestual de A2.

O índice de similaridade só ficou abaixo de 70% para os gestos de modelagem de A2 e para ambos os avaliadores nos gestos de partição e performático. Esse resultado indica dificuldade em classificar os gestos pragmáticos de P1.

Os gestos de P2 foram os primeiros a serem submetidos à validação por pares e os resultados indicaram a necessidade de treinar os avaliadores para melhor definição dos critérios de avaliação, principalmente nos gestos com funções pragmáticas que ficaram todos abaixo de 70% de similaridade. Os gestos referenciais dêiticos e de modelagem também obtiveram baixos índices de similaridade.

Figura 42: Índice de similaridade de frequência gestual (SI_F) para os avaliadores 1 e 2. Fonte: os autores.

Na Figura 42, observam-se índices de similaridade elevado para os gestos referenciais de P1 (90% e 77%) e P2 (70% e 67%) e baixos para os gestos pragmáticos de P1 (33% e 50%) e P2 (44% e 47%). Portanto, os resultados indicam que os gestos pragmáticos são difíceis de serem classificados e exigem maior treinamento dos avaliadores para realizar as classificações.

Figura 43: Dados de classificação de gestos para dois avaliadores (A1 e A2) em termos de tempo de sobreposição dos gestos (SG). Fonte: os autores.

Na variável tempo de duração gestual, observam-se índices de similaridade para gestos referenciais de A1 (78% e 56%) e A2 (65% e 35%) e para gestos pragmáticos A1 (45% e 56%) e A2 (64% e 36%). Os baixos valores sugerem dificuldades na medida da unidade gestual, ou seja, a delimitação do início e do término dos gestos. Os índices de similaridade para P1 indicam que a delimitação da unidade gestual foi melhorada, todavia, os resultados apresentam valores baixos para os gestos pragmáticos.

Figura 44: Índice de similaridade de tempo (SI_T) para os avaliadores 1 e 2. Fonte: os autores.

As dificuldades podem ser associadas a diversas limitações em situações de estudos dos gestos. Por um lado, os movimentos gestuais são realizados em poucos segundos e os critérios de delimitação do início e término podem não estar explícitos para os avaliadores; por outro, há também limitações do software, do hardware e da ação do avaliador. Em quaisquer situações, a similaridade de codificação do tempo de duração da unidade gestual deve ser menor do que a similaridade de ocorrência/frequência.

5.5.2 Síntese: Validação e a delimitação de fronteiras entre as categorias

Consideramos que a avaliação por pares de categorias gestuais apresentou dois resultados importantes sobre a aplicação e análise de categorias gestuais. O índice de similaridade calculado para a frequência gestual indica que as fronteiras dos gestos referenciais estão definidas e os pragmáticos necessitam de maior treinamento para reconhecimento dos gestos. Outro resultado importante é o índice de similaridade de tempo que apontam dificuldades em identificar a delimitação do tempo inicial e final dos gestos, todavia, os resultados obtidos foram melhores após treinamento e reaplicação das categorias em outro episódio de ensino (P1).

As semelhanças das classificações gestuais implicam maior confiabilidade das categorias e as diferenças favorecem a discussão para aumentar a precisão dos seus critérios de delimitação. Esta etapa é guiada por um especialista que se posiciona na função de mediador para decidir sobre as discordâncias das análises e buscar consenso na aplicação das categorias.

As diferenças observadas na delimitação do tempo de duração gestual classificados pelos avaliadores indicam dificuldades em identificar o início e término dos gestos, sendo a unidade gestual mais contida ou expandida, de acordo com o especialista (avaliador). Portanto, o treinamento dos avaliadores é uma parte importante para que os critérios de reconhecimento das fases de preparação, realização e de recolhimento dos gestos sejam mais consensuais e os erros de categorização permaneçam restritos àqueles ocasionados pela limitação do *software*, do *hardware* ou da ação humana.

6. COMBINAÇÃO DE CATEGORIAS DE ANÁLISE E A PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS

O sexto capítulo visa contribuir para o debate acerca da compreensão da produção de significados, apresentando em um primeiro momento, a relação encontrada entre os três modos semióticos, buscando caracterizar a performance gestual do professor de acordo com os meios materiais utilizados em sala. No segundo momento, buscando padrões de ação na produção do significado, se faz necessário, o entendimento dos recursos semióticos e a formação semiótica. Com relação entre gestos das categorias de Kendon e operações epistêmicas, em um terceiro momento, buscou-se combinar categorias e apresentar como os movimentos epistêmicos estão relacionados aos gestos. Com isso, em síntese final, a caracterização da performance de professores ocorre por meio da performance gestual de cada professor estudado.

6.1 RELAÇÃO ENTRE TRÊS MODOS SEMIÓTICOS

Na sala de aula são utilizados diversos modos semióticos, principalmente fala e gesto, com o intuito de produzir significados aos conteúdos da química. No entanto, a imagem projetada em tela ou inscrita na lousa é outro modo semiótico que merece nossa atenção quando o assunto é produção de significados, pois é por meio dela que os professores colocam em prática seus propósitos de ensino.

Diante disso, como já apresentado no trabalho, durante o processo de pesquisa, realizamos um estudo sobre a co-ocorrência da tipologia dos gestos de McNeill e os meios materiais. Os resultados indicaram evidências que a performance gestual do professor é alterada de acordo com os meios materiais utilizados em sala (SILVA-NETO; GIORDAN; AIZAWA, 2016). Todavia, devido à limitação das categorias da tipologia gestual de McNeill, o estudo de co-ocorrência das categorias foi realizado com outras categorias gestuais e os resultados obtidos estão ilustrados na Tabela 5.

Meios materiais Gestos	P1				P2			
	Lousa		Tela de projeção		Lousa		Tela de projeção	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Interativos	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,3%
Pragmáticos	7	38,9%	50	43,9%	2	5,1%	8	18,2%
Modais	7	38,9%	46	40,4%	2	5,1%	6	13,6%
Partição	0	0,0%	2	1,8%	0	0,0%	2	4,5%
Performáticos	0	0,0%	2	1,8%	0	0,0%	0	0,0%
Referenciais	11	61,1%	64	56,1%	37	94,9%	35	79,5%
Dêiticos	7	38,9%	48	42,1%	28	71,8%	26	59,1%
Ação	0	0,0%	0	0,0%	5	12,8%	4	9,1%
Descrição figurativa	0	0,0%	15	13,2%	3	7,7%	5	11,4%
Modelagem	4	22,2%	1	0,9%	1	2,6%	0	0,0%
Total de gestos	18		114		39		44	

Tabela 5: Relação entre categorias gestuais e meios materiais. Fonte: os autores.

Os resultados da Tabela 5 indicam alterações na performance gestual dos professores em função do meio material utilizado. Os deslocamentos feitos por P1, da tela de projeção para a lousa, foram acompanhados por um aumento dos gestos representacionais de modelagem de 0,9% para 22,2%.

Nos registros audiovisuais verificamos que os deslocamentos foram realizados com propósito de atribuir novos significados para a tridimensionalidade da molécula, principalmente, por meio de conversões da REQ de uma mesma molécula (tradução da REQ espacial para a REQ de cunha). Os resultados sugerem que os gestos de modelagem são frequentemente realizados próximos a imagens inscritas na lousa.

Observa-se também que os gestos de descrição figurativa aparecem associados à tela de projeção, pois neste meio material a frequência de gestos foi maior para ambos os professores.

Já os gestos com funções pragmáticas ocorrem com acréscimo de 5% em P1 e 13,1% para P2, ao alterar o meio material da lousa para tela de projeção. Portanto, os gestos pragmáticos ocorrem com maior frequência com o uso da tela de projeção e supomos estar relacionados aos modos semióticos inscritos nesses meios materiais.

Diante disso, a co-ocorrência entre gestos e imagens tem se mostrado uma combinação importante para caracterizar a produção de significados em sala de aula, pois os modos semióticos ativam os meios materiais utilizados pelos professores.

As inscrições de REQ são os modos semióticos mais frequente nos dois episódios de ensino selecionados para o estudo multimodal e os resultados indicam intensificação dos gestos com funções pragmáticas na tela de projeção e de gestos com funções referenciais representacionais na lousa. Portanto, sugerimos que os modos semióticos inscritos nos meios materiais modificam a performance gestual do professor.

As imagens das REQ, entendidas aqui como o terceiro modo semiótico, permitem caracterizar padrões gestuais compartilhados na comunidade dos químicos. Assim, apresentaremos uma discussão visando ampliar a compreensão da produção de significados como recursos semióticos e formações semióticas.

6.1.1 Recursos semióticos e formação semiótica

Os segmentos ilustrados a seguir foram classificados nas categorias gestuais e meios materiais, e selecionados para exemplificar um *recurso semiótico* como a potencialidade de um modo semiótico em produzir significados em situações de ensino e a *formação semiótica* como o reconhecimento e compartilhamento desses recursos semióticos em uma comunidade (LEMKE, 1997).

No Quadro 36, temos um exemplo dos movimentos gestuais realizados por P2 para descrever figurativamente a molécula da “gordura”. O gesto e a fala são co-expressivos para a leitura da imagem inscrita na tela de projeção. No segmento selecionado, a professora descreve a molécula da gordura com fala e gestos, indicando que as “três cadeias” carbônicas “vão quebrar e interagir com os três sódios” para formar o sal de ácido graxo. Os gestos realizados não são entendidos como um padrão de ação compartilhado na comunidade da química porque ele apenas descreveu figurativamente a cadeia carbônica com o propósito de localizar partes da REQ na tela de projeção. No entanto, a comunidade química compreende o conceito de ligação química de uma molécula como o afastamento de dois átomos que compartilham a mesma nuvem eletrônica, logo a ruptura da ligação química pressupõe um movimento gestual que represente esta ação.

No Quadro 34, P2 inscreve na lousa uma REQ de traços da mesma molécula projetada anteriormente na forma condensada. Todavia, P2 não desenhou toda a estrutura molecular e indicou por gestos e fala a continuação das extremidades da cadeia carbônica.

Gesto
Fala	Porque eu vou ter	três cadeias	aqui que	vão quebrar
Imagem	<div data-bbox="642 959 1599 1268" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> $\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{C-OOC-C}_{11}\text{H}_{23} & & \text{H}_2\text{C-OH} \\ & & \\ \text{HC-OOC-C}_{11}\text{H}_{23} & + 3\text{NaOH} \Rightarrow & \text{HC-OH} + 3\text{H}_3\text{C-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COO}^-\text{Na}^+ \\ & & \\ \text{H}_2\text{C-OOC-C}_{11}\text{H}_{23} & & \text{H}_2\text{C-OH} \end{array}$ <p> Gordura Soda Glicerina Sal sódico de Ácido graxo(Sabão) </p> </div> <p data-bbox="862 1270 1377 1305">Figura 1.4.2 - Reação de saponificação</p>			

Quadro 36: Gestos referenciais representacionais de descrição figurativa de P2 para ilustrar um recurso semiótico. Fonte: os autores.

Gesto	<p>(a)</p>	<p>(b)</p>	<p>(c)</p>	<p>(d)</p>	<p>(e)</p>
Fala	que vai acontecer?	Eu vou, mais ou menos	romper aqui.	Essa parte	vai sair
Imagem	$\text{H}_2\text{C} - \text{O} - \overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{C}_{11}$				

Quadro 37: Gestos referenciais representacionais de ação de P2. Fonte: os autores.

Os gestos representacionais de ação feitos por P2 se iniciam com a (a) elevação da mão, seguido por um (b) movimento perpendicular em relação à ligação química. Após a ruptura, P2 (c) movimenta a mão até a ligação rompida e (d) produz outro golpe gestual para indicar o afastamento dos átomos da ligação química. Os movimentos gestuais são acompanhados pelos verbos “quebrar” e “romper” que também criam significados associados à quebra da ligação química.

Notamos em outros registros audiovisuais do LAPEQ que os gestos exemplificados no Quadro 37 são realizados de forma similar por outros professores. Portanto, a formação semiótica para o conceito de ruptura da ligação química pressupõe um golpe gestual perpendicular ao eixo formado pela ligação química e o gesto de afastamento.

No Quadro 38, P1 fez um gesto referencial representacional de modelagem para produzir o significado de tridimensionalidade de uma ligação química. P1 faz (a) um gesto de modelagem com a mão espalmada e o braço paralelo ao plano da lousa, sobretudo para indicar que a ligação química (C – H) “está saindo” do plano. Nota-se na REQ do etanol (imagem) o uso de uma cunha (∇) preenchida para indicar a ligação que sai do plano da lousa e uma tracejada para a ligação que “entra” no plano. Os significados atribuídos à tridimensionalidade da ligação química estão de acordo com a definição encontrada na literatura. Nesse caso,

[...] as convenções usadas para mostrar a tridimensionalidade: linhas sólidas representam as ligações no plano da página, o traço mais grosso representa a ligação que sai da página em direção ao leitor e a linha tracejada representa a ligação que está puxada para dentro da página, mais afastada do leitor (MCMURRY, 2005, p. 6).

A formação do conceito de tridimensionalidade da REQ foi construída por meio de um componente discursivo (fala), gestual e imagético de produção de significados. Em outras palavras, P1 busca estabilizar o conceito de tridimensionalidade da molécula ao explicar (por meio da fala) a convenção (cunha tracejada e preenchida) utilizada para indicar que a ligação química (b) “está saindo do plano da lousa”. Essa expressão ocorre simultaneamente com um gesto que modela a cunha presente na imagem e indica o (c) distanciamento do plano da lousa, sobretudo, projeta a ligação química (representada na forma de cunha preenchida e modelada pelo braço) para fora do plano.

Gesto	<p>(a)</p>	<p>(b)</p>	<p>(c)</p>	<p>(d)</p>
Fala	Essa cunha escura está indicando que esse hidrogênio aqui está saindo do plano da lousa	Então, pensa que esse hidrogênio está saindo aqui.	esse hidrogênio está saindo do plano da lousa	está chegando próximo de vocês aqui.
Imagem

Quadro 38: Gestos referenciais representacionais de modelagem de P1 para ilustrar uma formação semiótica. Fonte: os autores.

No entanto, o componente discursivo oral (fala) e imagético (cunha) depende de outro componente – o gestual – para criar o significado de tridimensionalidade a partir do afastamento do plano e também para indicar, por meio de outro gesto (mão direita apontando para os alunos), o afastamento da ligação química em relação ao plano da lousa e (d) “chegando próximo” aos alunos.

No Quadro 39, o gesto de descrição figurativa auxilia P2 na conversão da estrutura de traços para a uma estrutura de linha de ligação. No gesto de descrição figurativa, a mão de P2 percorre a cadeia carbônica delimitando a interseção das linhas de ligação da REQ e usa a fala para rememorar uma estrutura em traços apresentada anteriormente na tela de projeção, com isso, ela apresenta diferenças entre as duas REQ.

A estrutura da linha de ligação foi utilizada no livro didático, escrito por McMurry (2005), para comparar a estrutura de traços, a condensada e a linha de ligação. O autor destaca a facilidade de usar a estrutura da linha de ligação, além de relatar três regras de uso:

[1] Os átomos de carbono não são representados na maioria dos casos. Em vez disso, supõe-se que o átomo de carbono se encontre em cada interseção de duas linhas (ligação) e ao final de cada linha. Ocasionalmente, um átomo de carbono pode ser explicitado por questões de ênfase ou clareza. [2] Os átomos de hidrogênio ligados ao carbono não são representados. Uma vez que o carbono tem valência quatro, fica implícito o número correto de átomos de hidrogênio para cada átomo de carbono. [3] Os átomos que não sejam carbono e hidrogênio são representados (McMURRY, 2005, p. 53).

A estrutura de linhas de ligação está definida no livro didático nas regras 1 e 2 como ocultação dos átomos de carbono e hidrogênio. Na sala de aula, a REQ é enunciada por meio da fala da professora e por um movimento gestual em ziguezague que descreve figurativamente a interseção de linhas presente na imagem da REQ. Portanto, o gesto de descrição figurativa de P2 apresenta formação semiótica em função da demarcação das interseções de linhas para descrever a imagem inscrita na lousa e expressar a alternância de grupos “carbono-hidrogênio” na cadeia carbônica.

Gesto
Fala	Esse aqui não é igual àquela molécula que a gente viu no (inaudível) slide?	só que invés de tá carbono hidrogênio carbono hidrogênio	eu coloquei umas	setinhas para ficar mais fácil. Tudo bem?
Imagem	<div data-bbox="313 978 1086 1278"> <p>Laurato de sódio (um sabão) Fórmula mínima: C₁₂H₂₃O₂Na</p> </div> <div data-bbox="1232 1053 1904 1228"> </div>			
	(Tela de projeção)		(lousa)	

Quadro 39: Gestos referenciais representacionais de descrição figurativa de P2 para ilustrar uma formação semiótica. Fonte: os autores.

Gesto
Fala	Se você quiser saber o	volume		
Imagem	<div> </div>			

Quadro 40: Gestos referenciais representacionais de descrição figurativa de P1 para ilustrar uma formação semiótica. Nesse caso, as imagens, estão na tela de projeção atrás do professor. Fonte: os autores.

No gesto de descrição figurativa do Quadro 40, temos a ilustração do volume de um átomo feita no ar. O gesto de P1 destaca diferenças entre as três REQ projetadas em tela, nesse caso, ele utilizou um aplicativo computacional (Jmol) para mostrar as diferentes formas de representar um objeto molecular. O gesto referencial representacional de descrição figurativa é realizado para desenhar um átomo no ar e a curvatura da mão realça o volume ocupado por uma esfera. Diante disso, temos outro exemplo de formação semiótica, pois uma das diversas formas que os químicos utilizam para representar o átomo é por meio do modelo atômico de Dalton cujo átomo é representado como uma esfera.

A formação do conceito depende do contexto de produção, ou seja, de *recursos semióticos* que são utilizados para a produção de significados e que podem ser utilizados com padrão de ação compartilhado pela comunidade da química, sendo caracterizado como *formação semiótica* (LEMKE, 1997).

As duas formas de produzir significado são similares, todavia, a formação semiótica é caracterizada como um padrão de ação cujo significado é compartilhado por membros de uma comunidade. Diante disso, a análise da formação de conceito a partir da articulação de três modos semióticos (fala, gesto e imagem) e da definição do conceito no livro didático permitiu verificar similaridades entre produção de significados no plano da sala de aula e o conceito estabilizado presente na literatura específica do Ensino Superior.

Em suma, a categorização dos gestos e a busca por padrões de ação na produção do significado podem contribuir no estudo da apropriação dos gestos pelos professores em formação inicial e desconstruir a percepção de gesto como um movimento espontâneo, mormente, fortalece a dimensão cultural de produção de significados. Outras relações podem ser observadas e na próxima seção abordaremos a relação entre categorias gestuais e as operações epistêmicas observadas nos episódios de ensino.

6.2 RELAÇÃO ENTRE GESTOS DAS CATEGORIAS DE KENDON E OPERAÇÕES EPISTÊMICAS

Na seção 5.1 desta dissertação, foi apresentada a relação de três modos semióticos (gesto, fala e imagem) e a contribuição de cada um desses modos para a produção de significados. Na seção atual, os gestos serão estudados a partir da ênfase na fala do professor ou na representação estrutural química.

Os gestos extraídos dos estudos de Kendon (2004) são caracterizados a partir das funções pragmáticas, referenciais e interativas. Os gestos com funções pragmáticas, estudados

no episódio, enfatizaram ou forneceram ritmo à fala do professor enquanto os gestos referenciais destacaram a imagem inscrita no meio material. Portanto, nota-se um movimento acerca das fronteiras gestuais em que o gesto pode apresentar maior ou menor similaridade ao modo semiótico imagético.

Silva e Mortimer (2010) enfatizam nas operações epistêmicas a contextualização e a descontextualização, em função das relações que estabelecem com os níveis de referencialidade e modelagem (Quadro 38). Do ponto de vista epistêmico, sabe-se que o movimento da descrição para a generalização é um movimento de abstração, pois inicialmente o contexto é específico (concreto) e relacionado ao mundo dos objetos e fenômenos e passa a ser empregado em referência ao mundo das teorias e modelos.

Modelagem	Níveis de referencialidade
Mundo dos objetos e eventos	Referente concreto
Mundo das teorias e modelos	Classes de referentes
Relação entre os dois mundos	Referentes abstratos

Quadro 41: Extraído e adaptado dos estudos de Silva e Mortimer (2010).

Neste trabalho, temos investigado a relação entre operações epistêmicas e categorias gestuais, na busca de padrões de similaridade e diferenças.

Conforme caracterizado na seção 4.5, P1 possui performance gestual expandida, constituída por gestos pragmáticos e referenciais dêiticos, enquanto P2 tem performance gestual contida, com gestos referenciais dêiticos e representacionais. A combinação das categorias gestuais com as operações epistêmicas forneceu, Tabela 6, os resultados de frequência (F) e percentual de co-ocorrência dos gestos nas categorias epistêmicas.

Op. Epistêmicas \ Gestos	Pragmáticos				Dêiticos				Representacionais				Gestos por epistêmica	
	P1		P2		P1		P2		P1		P2		P1	P2
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	F
Definição	4	80%	1	33%	1	20%	1	33%	0	0%	1	33%	5	3
Generalização	15	50%	0	0%	9	30%	2	67%	6	20%	1	33%	30	3
Explicação	14	54%	6	15%	10	38%	24	62%	2	8%	9	23%	26	39
Desc. molecular	21	35%	2	10%	29	48%	14	70%	10	17%	4	20%	60	20
Descrição	11	73%	0	-	3	20%	0	-	1	7%	0	-	15	0
Comparação	5	33%	0	-	9	60%	0	-	1	7%	0	-	15	0
Exemplificação	9	56%	1	11%	5	31%	4	44%	2	13%	4	44%	16	9

Tabela 6: Combinação de categorias gestuais e operações epistêmicas.

P1 realiza muitos gestos com funções pragmáticas e os resultados de percentual indicam que na maioria das categorias epistêmicas o gesto pragmático obteve o maior percentual, exceto para os gestos de descrição molecular e comparação. Os gestos pragmáticos modais dão ritmo à fala e a recorrência desses gestos pode estar relacionada ao estado emocional do professor, similar aos gestos de batimento de McNeill (2005), possivelmente indicando nervosismo (SILVA-NETO; AIZAWA; GIORDAN, 2013).

A combinação das categorias com os dados obtidos de P2, indica que os gestos dêiticos da professora possuem o maior percentual em todas as categorias de operações epistêmicas. Os dados também indicam que na definição o gesto pragmático está em evidência, principalmente para P1. A definição é uma categoria epistêmica abstrata e o gesto pragmático é um gesto que enfatiza a fala como modo semiótico em detrimento da imagem. Portanto, observa-se ocorrência de operações epistêmicas sendo realizadas com gestos com baixa referencialidade a REQ.

Evidenciamos também que os gestos referenciais dêiticos foram os mais abundantes na operação epistêmica descrição molecular, tanto para P1 como P2, e sugere forte relação entre essas categorias.

Já os gestos referenciais representacionais (4 em 19 gestos) se destacaram na operação epistêmica exemplificação, pois o percentual de ocorrência de gestos pragmáticos (9 em 79 gestos) e dêiticos (5 em 66 gestos) é baixo para a categoria. Diante disso, os gestos com elevada similaridade com o modo semiótico imagético são localizados em co-ocorrência com a operação epistêmica pouco abstrata.

De forma similar aos resultados encontrados para os gestos de McNeill, a combinação de categorias indica que os movimentos epistêmicos estão relacionados aos gestos, pois as operações epistêmicas mais abstratas como definição e de generalização aparecem em co-ocorrência com gestos pragmáticos, enquanto as operações epistêmicas menos abstratas como explicação e descrição molecular estão mais relacionadas aos gestos referenciais.

6.3 SÍNTESE: CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE DE PROFESSORES

Os resultados apresentados nos capítulos 4 e 5 sugerem a existência de duas performances de professores, pois os episódios de ensino de P1 e P2 foram estudados a partir da combinação de categorias gestuais, epistêmicas e meios materiais para caracterizar as

performances desses professores e as contribuições da fala, dos gestos e da imagem para a produção de significados.

Os dados sugerem que P1 tem preferência pela tela de projeção, pois o tempo de uso desse meio material foi maior que a lousa. Em relação à performance gestual, observa-se com o uso da tela de projeção ocorre maior densidade e variabilidade gestual, todavia, ao modificar o meio material para a lousa, os gestos de P1 passaram a ser mais contidos e sua variabilidade indicou propósitos de ensino orientados pelo meio material utilizado. Já P2 transitou em ambos os meios materiais e produziu densidade gestual menor que P1, contudo, essa diminuição se deve à realização de menos gestos pragmáticos, pois os gestos de P2 tiveram maior função de referenciar a representação estrutural química que o discurso verbal.

A análise combinada de gestos e operações epistêmicas permitiu identificar um movimento de similaridade dos gestos com a fala ou com a imagem inscrita nos meios materiais a partir da quantificação dos gestos por categoria epistêmica. Sugerimos, neste sentido, uma relação entre categorias epistêmicas abstratas com gestos pragmáticos e categorias epistêmicas menos abstratas com gestos referenciais. Portanto, diminuir-se-á a função referencial dos gestos ao aumentar a abstração das operações epistêmicas.

Trançando a caracterização da performance dos professores, o episódio de ensino selecionado para P1 teve tempo de duração 17 minutos e 24 segundos e os conteúdos conceituais versaram sobre a natureza da representação estrutural química. A análise das categorias gestuais indica que ele realiza muitos gestos em sala de aula (170), sendo a grande maioria (68%) gestos com funções pragmáticas cuja finalidade foi fornecer ritmo a sua fala. A descrição molecular foi a principal operação epistêmica com duração de 5 min e 25 s (31%), seguido por generalização e descrição com 14% e explicação com 13% e o meio material preferido foi a tela de projeção com 66% do tempo, seguido por giz e lousa com 15% e a tela do computador (6%). O posicionamento de P1 indica a preferência pela posição lateral com 23% do tempo do episódio enquanto a posição frontal foi de 6%.

A professora (P2) utilizou a REQ como ferramenta cultural para compreender um fenômeno (limpeza do sabão) a partir da interação de partículas. No episódio com duração de 17 minutos e 4 segundos ela produz significados às REQ ao utilizá-las para ensinar os conteúdos conceituais da Química. Ela realiza menos gestos (69) que P1, destacando os gestos referenciais dêiticos (58%). A explicação corresponde a 42% do tempo do episódio e a descrição molecular corresponde a 22%. Em relação ao meio material, os tempos semelhantes de codificação sugerem que P2 não tem preferência por nenhum deles e as 21 frequências de codificação indicam aumento da dinâmica na sala de aula por meio da alternância das formas

de uso. P2 posicionou-se 58% do tempo frontal ao quadro de giz e 34% frontal aos alunos, enquanto a proxêmica em relação ao OM foi de 49% do tempo na posição lateral e 15% para a frontal, indicando uma preferência pela posição lateral.

Diante disso, P1 é um professor que gesticula muito em sala de aula, buscou construir significados sobre a natureza da representação estrutural química por meio da descrição molecular e com gestos com funções pragmáticas e referenciais dêiticos, possui preferência pela tela de projeção e quando utiliza a lousa modifica os tipos de gestos passando a realizar gestos referenciais representacionais de modelagem e o posicionamento lateral diante do OM prevalece para esse professor. Já P2 possui gestos mais contidos e com ênfase em apontar a REQ por meio de gestos referenciais dêiticos, seu principal propósito foi explicação e descrição molecular, com posicionamento lateral ao objeto molecular e alternância entre a tela de projeção e a lousa.

Portanto, os resultados observados são duas performances de professores cuja caracterização ocorre por meio da performance gestual, propósitos de ensino associados às operações epistêmicas, preferências por meios materiais com REQ inscritas e posicionamento do professor em relação aos alunos e ao objeto molecular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa dissertação, apresentamos uma proposta de análise da produção de significados por meio da análise de co-ocorrência de categorias utilizadas para classificar dois episódios de ensino cujas REQ estavam em evidência. Buscamos caracterizar as performances dos professores a partir dos potenciais e as limitações das categorias gestuais, operações epistêmicas, meios materiais e proxêmicas para caracterizar padrões de ação de dois professores em formação inicial de acordo com a frequência de ocorrência e tempo de duração das categorias. Todavia, o estudo é exploratório e requer maiores aprofundamentos.

O percurso metodológico de pesquisa visou ampliar as ferramentas de análise das interações discursivas em sala de aula em função da linguagem verbal estar associada a outros modos semióticos de comunicação (KRESS; VAN LEEUWEN, 1996). Portanto, este estudo tem como foco estudar as potencialidades de alguns modos semióticos utilizados pelos professores para produzir significados sobre a representação estrutural química (REQ) e, além disso, caracterizar a performance do professor em termos da co-ocorrência das categorias.

Os modos semióticos possuem diferentes potencialidades e limitações para produzir significados (BEZEMER; KRESS, 2008; JEWITT, 2013) e a análise de co-ocorrência buscou investigar a contribuição dos diferentes modos semióticos quando são combinados para produzir significados. A análise da co-ocorrência das categorias também pode ser utilizada como ferramenta de seleção de casos, pois há situações em que o professor inscreve na lousa uma REQ presente na tela de projeção e transita em ambos os meios materiais de ensino para converter ou traduzir as diferentes representações da molécula, nesse caso, temos a potencialidade de um terceiro modo semiótico (MORO et al., 2013).

Os dados foram obtidos por duas unidades de medida: a frequência de codificação e o tempo de duração das categorias. A frequência de codificação nos auxiliou na caracterização de uma performance gestual do professor devido à quantificação dos gestos e forneceu subsídios para analisar a dinâmica da aula por meio das transições entre as categorias, por exemplo, mudanças da tela de projeção para a lousa, transição de descrições moleculares para explicação e posicionamento frontal ou lateral ao objeto molecular. Já a duração das categorias pode indicar a preferência dos professores por algum meio material, e nos permite fazer mapeamento das operações epistêmicas em função do tempo de permanência e contabilizar o tempo de posicionamento do professor. Em outras palavras, temos utilizado as frequências de codificação para quantificar os gestos e as transições que ocorrem entre categorias enquanto que o tempo de duração foi utilizado para identificar

preferências dos professores por meios materiais, posturas, tipos de gestos e operações epistêmicas.

A busca por padrões de ação foi concretizada a partir do desenvolvimento de uma ferramenta metodológica no Nvivo 10 para analisar a sobreposição de categorias. Os resultados do estudo foram publicados em um artigo sobre a relação entre gestos e operações epistêmicas (GIORDAN; SILVA-NETO; AIZAWA, 2015), na qual observamos que os gestos de batimento (função pragmática) ocorrem com maior frequência associados às operações epistêmicas mais abstratas e gestos icônicos (funções referenciais) com operações epistêmicas menos abstratas. Portanto, sugerimos uma hipótese na qual o aumento do grau de referencialidade gestual está relacionado à diminuição do grau de abstração de operações epistêmicas.

Em outro trabalho publicado em capítulo de livro desenvolvido a partir de um trabalho apresentado na *Conference of the European Science Education Research Association* (ESERA) e ampliado nesta dissertação, referimos à combinação de gestos, meios materiais e operações epistêmicas (SILVA-NETO; GIORDAN; AIZAWA, 2016). Os resultados indicaram que os modos semióticos estabelecem relações entre si e com os meios materiais (MANGHI, 2014), pois o professor modifica sua performance gestual em função dos meios materiais utilizados para ensinar química. Portanto, o estudo dos meios materiais é importante porque neles encontramos diversos modos semióticos e os resultados nos permitiram sugerir que a alteração dos meios materiais modifica a performance do professor em sala de aula.

A caracterização dos modos semióticos e o estudo da co-ocorrência deles na busca por padrões de ação requereram um intenso trabalho de validação das categorias por meio de três pesquisadores do LAPEQ. As categorias gestuais foram aquelas que demandaram maior tempo em função da complexidade em se apropriar delas e localizá-las em episódios de ensino. Iniciamos os estudos por meio da tipologia dos gestos de McNeill (2005), todavia, notamos a sobreposição de categorias gestuais (*hibridismo gestual*) na qual identificamos nos gestos tanto aspectos icônicos, devido à similaridade com a REQ, quanto metafóricos, ao exprimir generalizações. O borramento das fronteiras entre categorias pode ser uma limitação metodológica severa quando se busca delimitar suas presenças, ou ainda trazer potencial descritivo quando se quer aprofundar suas diferenças.

Na busca por superar as limitações metodológicas percebidas para as categorias gestuais de McNeill, optamos por analisar os gestos por meio de categorias extraídas dos estudos de Adam Kendon (2004). Nessas categorias gestuais, a ênfase recai sobre a função dos gestos, o que nos permite estudar os gestos na ação através das quais eles são produzidos.

Kendon amplia a análise de gestos relacionados à fala (pragmáticos) ao considerar o desdobramento em funções pragmáticas modais, performáticas e de partição. Já os gestos que referenciam os objetos são desdobrados em dêiticos, e nos representacionais de modelagem, ação e descrição figurativa.

McNeill (2005) divide os gestos em imagísticos (batimento e dêitico) e não imagísticos (icônicos e metafóricos), ou seja, quatro categorias gestuais. Em Kendon, três categorias são utilizadas para analisar os gestos que pontuam ou fornecem ritmo à fala e quatro categorias de gestos que referenciam os objetos na forma de apontamento ou na forma de representar o objeto, ou seja, sete categorias. Em função da quantidade de categorias em Kendon, os episódios de ensino foram analisados por dois avaliadores e os resultados das classificações foram validados no *software* Nvivo. A validação por pares permitiu avaliar os critérios de aplicação das categorias por meio do índice de similaridades de frequência dos gestos e o reconhecimento da unidade gestual a partir do índice de similaridade de tempo de duração das categorias (SILVA-NETO; AIZAWA; GIORDAN, 2015).

Este estudo apresenta implicações para as análises das interações na sala de aula, pois a análise multinível permite caracterizar o conjunto de aulas desenvolvidas, a seleção das aulas de interesse e o mapeamento em episódios de ensino, e a partir das ações do professor segmentar o episódio em sequências discursivas para classificação e análise da produção multimodal de significados. Outra contribuição diz respeito à comparação preliminar das atividades desenvolvidas no planejamento de ensino e a execução do plano de ensino na forma de episódios de sala de aula, aspecto importante das complexas relações teórico-metodológicas propostas pelo Modelo Topológico de Ensino (GIORDAN, 2008).

REFERÊNCIAS²⁹

- ABDOOLATIFF, S.; NAROD, F. Investigating the effectiveness of computer simulations in the teaching of “Atomic Structure and Bonding”. In: (Ed.). **Chemistry Education in the ICT Age**: Springer, 2009. p.85-100.
- AIZAWA, A.; SILVA-NETO, A.B.; GIORDAN, M. Análise dos modos semióticos de representação estrutural química: categorias emergentes na formação inicial de professores. In: GALIETA, T.; GIRALDI, P.M. (Orgs.). **Linguagens e discursos na educação em ciências**. Rio de Janeiro: Multifoco, 2014. p.375-390.
- ALIBAL, M. W.; GOLDIN-MEADOW, S. Gesture-speech mismatch and mechanisms of learning: what the hands reveal about a child's state of mind. **Cognitive psychology**, v.25, p.468-523, 1993.
- ARAÚJO-NETO, W.N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química**. 2009. 228 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ARZARELLO, F.; PAOLA, D.; ROBUTTI, O.; SABENA, C. Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. **Educational Studies in Mathematics**, v.70, n.2, p.97-109, 2009.
- ARZARELLO, F.; ROBUTTI, O.; THOMAS, M. Growth point and gestures: looking inside mathematical meanings. **Educational Studies in Mathematics**, v.90, n.1, p.19-37, 2015.
- BEZEMER, J. Displaying orientation in the classroom: Students’ multimodal responses to teacher instructions. **Linguistics and Education**, v.19, n.2, p.166-178, 2008.
- BEZEMER, J.; KRESS, G. Writing in multimodal texts a social semiotic account of designs for learning. **Written communication**, v.25, n.2, p.166-195, 2008.
- BOUKHECHEM, M.S.; DUMON, A.; ZOUKRI, M. The acquisition of stereochemical knowledge by Algerian students intending to teach physical sciences. **Chemistry Education Research and Practice**, v.12, n.3, p.331-343, 2011.
- CAPPELLE, V.; PAULA, H.F. Comunicação multimodal na gestão de atividades em uma sala de aula de Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013. p.1-8.
- CARNEIRO, L.T. Multimodalidade da linguagem: constituindo gêneros do discurso. **Letras de Hoje**, v.48, n.1, p.108-115, 2013.

²⁹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

CATTO, N.R.; HENDGES, G.R. Análise de gêneros multimodais com foco em tiras em quadrinho. **Signum: Estudos da Linguagem**, v.13, n.2, p.193-217, 2010.

CAVALCANTE, M.C.B.; BRANDÃO, L.W.P. Gesticulação e fluência: contribuições para a aquisição da linguagem. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, v.54, n.1, p.55-66, 2012.

CAVALCANTE, M. Hologestos: produções linguísticas numa perspectiva multimodal. **Revista de Letras**, v.1, n.31, p.9-16, 2012.

CHAVES, T.A.; COUTINHO, F.Â.; MORTIMER, E. F. A expressividade do futuro professor de Química: recursos verbais e não-verbais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.1-17, 2009.

CHUE, S.; LEE, Y.J.; TAN, K.C.D. Iconic gestures as undervalued representations during science teaching. **Cogent Education**, v.2, n.1, p.1-12, 2015.

DORI, Y.J.; BARAK, M. Computerized molecular modeling: Enhancing meaningful chemistry learning. In: PROCEEDINGS OF THE FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES, 2000, Michigan. **Proceedings...** Michigan: University of Michigan, 2000, p.185-192.

FEI, V.L.; O'HALLORAN, K.; PODLASOV, A. Spatial pedagogy: Mapping meanings in the use of classroom space. **Cambridge Journal of Education**, v.42, n.2, p.235-251, 2012.

FERRAZ, J. D. A. Gêneros multimodais: novos caminhos discursivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE INTERAÇÃO EM LINGUAGEM VERBAL E NÃO-VERBAL, 8., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FFLCH-USP, 2008.

FRAILICH, M.; KESNER, M.; HOFSTEIN, A. Enhancing Students' Understanding of the Concept of Chemical Bonding by Using Activities Provided on an Interactive Website. **Journal of Research in Science Teaching**, v.46, n.3, p.289-310, 2009.

GIORDAN, M. **Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008. 328 p.

GIORDAN, M. **Atividade, Propósito e Conceito em Sequências Didáticas**. Disciplina: Planejamento do Ensino de Ciências. Curso: Licenciatura em Ciências, Univesp/USP. 2014. Disponível em: <http://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impressos/plc0703_10.pdf> Acessado em: 11/08/2016.

GIORDAN, M.; SILVA-NETO, A.B.; AIZAWA, A. Relações entre Gestos e Operações Epistêmicas Mediadas pela Representação Estrutural em Aulas de Química e suas Implicações para a Produção de Significados. **Química Nova na Escola**. v.37, p.82-94, 2015.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. v.7, p.34-42, 2007.

GOLDIN-MEADOW, S.; ALIBALI, M.W. Gesture's role in speaking, learning, and creating language. **Annual review of psychology**, v.64, p.257-283, 2013.

GOODWIN, C. Action and embodiment within situated human interaction. **Journal of pragmatics**, v.32, n.10, p.1489-1522, 2000.

GUIMARAES, Y.A.F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013. p.1-8.

HALLIDAY, M.A.K. **El lenguaje como semiótica social**: la interpretación social del lenguaje y del significado. Colombia: FCE, 1994.

HARLE, M.; TOWNS, M. H. Students' understanding of external representations of the potassium ion channel protein, part I: Affordances and limitations of ribbon diagrams, vines, and hydrophobic/polar representations. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v.40, n.6, p.349-356, 2012.

HERRERA, J. S.; RIGGS, E. M. Relating Gestures and Speech: An analysis of students' conceptions about geological sedimentary processes. **International Journal of Science Education**, v.35, n.12, p.1979-2003, 2013.

HODGE, R.; KRESS, G. **Social semiotics**. Polity Press, 1988.

HOSTETTER, A.B. When do gestures communicate? A meta-analysis. **Psychological bulletin**, v.137, n.2, p.297-315, 2011.

HYDE, R.T.; SHAW, P.N.; JACKSON, D.E. The evaluation of integrated courseware: Can interactive molecular modelling help students understand three-dimensional chemistry? **Computers & Education**, v.26, n.4, p.233-239, 1996.

IVERSON, J. M.; GOLDIN-MEADOW, S. Why people gesture when they speak. **Nature**, v.396, n.6708, p.228-228, 1998.

JASWAL, S.S.; O'HARA, P.B.; WILLIAMSON, P.L.; SPRINGER, A.L. Teaching Structure: Student Use of Software Tools for Understanding Macromolecular Structure in an Undergraduate Biochemistry Course. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v.41, n.5, p.351-359, 2013.

JEWITT, C. Multimodal methods for researching digital technologies. In: **The Sage handbook of digital technology research**. In: PRICE, S.; JEWITT, C.; BROWN, B. (Ed.). The Sage handbook of digital technology research. Sage, 2013. p.250-265.

JEWITT, C. Multimodality, "reading", and "writing" for the 21st century. **Discourse: studies in the cultural politics of education**, v.26, n.3, p.315-331, 2005.

JEWITT, C.; OYAMA, R. Visual Meaning: a Social Semiotic Approach. In: VAN-LEEUEWEN, T.; JEWITT, C. (Orgs.). **The handbook of visual analysis**. London, Thousand, New Delhi: Sage Publications, p. 134-155, 2004.

KEIG, P.F.; RUBBA, P.A. Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.8, p.883-903, 1993.

KELLY, G.J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R.A.; GRANDY, R.E. (Eds.) **Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. p.99-117

KENDON, A. Do gestures communicate? A review. **Research on language and social interaction**, v.27, n.3, p.175-200, 1994.

KENDON, A. **Gesture: Visible action as utterance**. Cambridge University Press, 2004.

KOZMA, R.; CHIN, E.; RUSSELL, J.; MARX, N. The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. **Journal of the Learning Sciences**, v.9, n.2, p.105-143, 2000.

KRESS, G. Multimodality. In: COPE, B.; KALANTZIS, M. **Multiliteracies: Literacy learning and the design of social futures**. London and New York: Routledge, 2000.

KRESS, G. R.; VAN-LEEUEWEN, T. **Reading images: The grammar of visual design**. London and New York: Routledge, 1996.

KRESS, G. Semiotic work: Applied Linguistics and a social semiotic account of Multimodality. *AILA Review*, v.28, n.1, p.49-71, 2015.

LANCASTER, L. Staring at the page: The functions of gaze in a young child's interpretation of symbolic forms. **Journal of Early Childhood Literacy**, v.1, n.2, p.131-152, 2001.

LASCARIDES, A.; STONE, M. Discourse coherence and gesture interpretation. **Gesture**, v.9, n.2, p.147-180, 2009.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

LEMKE, J. L. Mathematics in the middle: Measure, picture, gesture, sign, and word. **Educational perspectives on mathematics as semiosis: From thinking to interpreting to knowing**, p.215-234, 2003.

LEVY, S. T.; WILENSKY, U. Crossing Levels and Representations: The Connected Chemistry (CC1) Curriculum. **Journal of Science Education and Technology**, v.18, n.3, p.224-242, 2009.

LOPES, J.B.; SILVA, A.A.; CRAVINO, J.P.; SANTOS, C.A.; CUNHA, A.; PINTO, A.; SILVA, A.; VIEGAS, C.; SARAIVA, E.; BRANCO, M.J. Constructing and using multimodal narratives to research in science education: contributions based on practical classroom. **Research in Science Education**, v.44, n.3, p.415-438, 2014.

LORENZO, M.G.; POZO, J.I. The graphic representation of the spatial structure of molecules: Choosing between multiple notation systems. **Cultura Y Educacion**, v.22, n.2, p.231-246, 2010.

MANGHI, D. Recursos semióticos del profesor de matemática: funciones complementarias del habla y los gestos para la alfabetización científica escolar. **Estudios pedagógicos (Valdivia)**, v.36, n.2, p.99-115, 2010.

MANGHI, D. Géneros en la enseñanza escolar: Configuraciones de significado en clases de historia y biología desde una perspectiva multimodal. **Revista signos**, v.46, n.82, p.236-257, 2013.

MANGHI, D.; PASTENE, M.A.; PEREZ, O.I.; LETERIER, P.H.; ZAMORA, M.F. Medios semióticos y definiciones multimodales en las clases de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales en una escuela para jóvenes sordos1. **Onomázein**, p.37-56, 2014.

MCMURRY, J. **Química orgânica**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

MCNEILL, D. Gesture and language dialectic. **Acta Linguistica Hafniensia**, v.34, n.1, p.7-37, 2002.

MCNEILL, D. **Gesture and thought**. Chicago: University of Chicago, 2005.

MORO, L.; PEREIRA, R.R.; MORTIMER, E.F.; ARAUJO, A.C.S.; SA, E.F.; SANTOS, E.P.; SILVA, P.S.; MARTINS, R.F.; QUADROS, A.L.; AZEVEDO, L.L. Gestos ancorados em um terceiro modo semiótico: como auxiliam na criação de modelos tridimensionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013.

MORO, L.; MORTIMER, E.F.; QUADROS, A.L.; COUTINHO, F.A.; SILVA, P.S.; PEREIRA, R.R.; SANTOS, V.C. O uso de gestos em aulas de Química: a influência de um terceiro modo semiótico. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: ABRAPEC. 2011.

MORTIMER, E.F.; QUADROS, A.L.; ARAÚJO, A.C.S.; SA, E.F.; MORO, L.; SILVA, P.S.; MARTINS, R.; PEREIRA, R.R. Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de ensino superior. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.16, n.3, p.121-146, 2014.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

NATHAN, M.J. An embodied cognition perspective on symbols, gesture, and grounding instruction. **Symbols and embodiment: Debates on meaning and cognition**, p.375-396, 2008.

NIXON, R.S.; SMITH, L.K.; WIMMER, J.J. Teaching Multiple Modes of Representation in Middle-School Science Classrooms: Impact on Student Learning and Multimodal Use. **School Science and Mathematics**, v.115, n.4, p.186-199, 2015.

OLIVEIRA, A.W.; RIVERA, S.; GLASS, R.; MASTROIANNI, M.; WIZNER, F.; AMODEO, V. Multimodal Semiosis in Science Read-Alouds: Extending Beyond Text Delivery. **Research in Science Education**, v.44, n.5, p.651-673, 2014.

PADILHA, J.N.; CARVALHO, A.M.P.D. Relações entre os gestos e as palavras utilizadas durante a argumentação dos alunos em uma aula de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.11, n.2, p.25-40, 2011.

PEREIRA, R.R.; MORO, L.; SA, E.F.; SILVA, P.S.; QUADROS, A.L.; MARTINS, D.A.A.; MARTINS, R.F.; SILVA, A.C.A.; REIS, R.C.; MORTIMER, E.F. Construção de gestos recorrentes em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVI ENEQ) E ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: ED/SBQ. p.1-11. 2012.

PEREIRA, R.R.; MORO, L.; MORTIMER, E.F. A importância do uso de diferentes tipos de gestos em aulas de Química Orgânica do Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, ÁGUAS DE LINDÓIA. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.6, n.1, p.1-14, 2004.

POSSO, A.D.S. **A produção de significados em um ambiente virtual de aprendizagem: utilizando a teoria da ação mediada para caracterizar a significação dos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais**. 2010, 183 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

QUADROS, A.L.; SILVA, A.C.A.; MARTINS, D.A.A.; SA, E.F.; MORO, L.; SILVA, P.S.; PEREIRA, R.R.; MARTINS, R.F.; REIS, R.C.; MORTIMER, E.F. Interações multimodais em aulas de Química do Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVI ENEQ) E ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: ED/SBQ. p.1-12. 2012.

QUADROS, A.L.; MORTIMER, E.F. Linguagem Multimodal: as aulas do professor de Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: UNB. 2010.

RACA, M; DILLENBOURG, P. System for assessing classroom attention. In: THIRD CONFERENCE ON LEARNING ANALYTICS AND KNOWLEDGE, 3., 2013, Leuven. **Proceedings...** Leuven, 2013. p.265-269.

RIOS, A. C.; FRENCH, G. Introducing Bond-Line Organic Structures in High School Biology: An Activity That Incorporates Pleasant-Smelling Molecules. **Journal of Chemical Education**, v.88, n.7, p.954-959, 2011.

SA, E.F.; MORTIMER, E.F.; QUADROS, A.L.; MORO, L. A influência de modos semióticos na gesticulação do professor durante a construção de significados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013. p.1-8.

SANTOS, V.L.; FERNANDEZ, C. Processo reflexivo: análise a partir de uma intervenção na formação contínua de professores de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC. 2009. p.1-8.

SESSA, P; TRIVELATO, S.L.F. A construção de significados e as ferramentas culturais em atividades de campo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013. p.1-8.

SILVA, A.D.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de Química: contrastando professores de estilos diferentes.** 2008. 477 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, A.D.C.T.; MORTIMER, E.F. **Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química:** aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.15, n.1, p.123-153, mar. 2010.

SILVA-NETO, A.B.; AIZAWA, A.; GIORDAN, M. Validação por pares de categorias gestuais aplicadas em aulas mediadas por representações estruturais químicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC. 2013. p.10-17.

SILVA-NETO, A.B.; AIZAWA, A.; GIORDAN, M. Caracterizando a Performance Gestual em Aulas de Química. In: ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 7., 2013, Santo André. **Resumos...** Santo André: UFABC. 2013.

SILVA-NETO, A.B.; GIORDAN, M.; AIZAWA, A. Meaning making with gestures and structural representation media in pre-service teaching. In: LAVONEN, J.; JUUTI K.; LAMPISELKA, J.; UITTO A.; HAHN, K. (Org.). **Science Education Research: Engaging Learners for a Sustainable Future** (Proceedings of ESERA 2015). 1ed.Helsinki, Finland: University of Helsinki, 2016, p. 958-965.

SILVA-NETO, A.B.; GIORDAN, M.; AIZAWA, A. Análise multimodal sobre a produção de significados: caracterização de recursos e padrões semióticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 2016. p.

SOUZA, K.A.F.D.D.; PORTO, P.A. **Elementos da semiótica peirceana na educação em Química: considerações e possibilidades**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: UNB. 2010.

SWOYER, C. Structural representation and surrogate reasoning. **Synthese**, v.87, n.3, p.449-508, 1991.

TANG, K.S. Instantiation of multimodal semiotic systems in science classroom discourse. **Language Sciences**, v.37, p.22-35, 2013.

TRINDADE, J.; FIOLHAIS, C.; GIL, V. Atomic orbitals and their representation: can 3-D computer graphics help conceptual understanding? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.27, n.3, p.319-325, 2005.

VAN-LEEUEWEN, T. **Introducing social semiotics**. London and New York: Routledge, 2005a.

VAN-LEEUEWEN, T. Typographic meaning. **Visual communication**, v.4, n.2, p.137-143, 2005b.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WERTSCH, J.V. **La mente en acción**. Aique, 1999.

WHITE, B.; PERNA, I.; CARLSON, R. Software for teaching structure-hydrophobicity relationships. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v.33, n.1, p.65-70, 2005.

ANEXO:

ANEXO A: SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO MINICURSO SACOLAS PLÁSTICAS

Quadro de Elaboração de Sequências Didáticas no Ensino de Ciências

Alunos:		[NOME DOS ALUNOS DE MEQ]	
Título:		Sacolas biodegradáveis salvarão nosso planeta?	
Público Alvo			
Caracterização dos Alunos		Caracterização da Escola	Caracterização da Comunidade Escolar
Alunos do 3ª Série do Ensino Médio. Uma parte dos alunos são oriundos de comunidades do entorno e uma outra faz uso de ônibus coletivo para chegar a escola. A maioria deles apresenta poder aquisitivo relativamente baixo e alguns provem da classe média.		[NOME DA ESCOLA]. Escola tradicional da região com mais de 50 anos de existência.	Localizada na Vila Sonia, apresenta grande contraste social, com moradores de classe baixa e média. O corpo docente é formado, em sua grande maioria, por professores com curso de pós-graduação. Os alunos veem a escola como uma das melhores da região, devido a tempo de existência e a seu corpo docente.
Problematização:		37 milhões de pessoas no estado tiveram que mudar o hábito na hora de levar as compras para casa. Isso porque desde o final de janeiro de 2012 o consumidor não encontra mais a tradicional sacolinha plástica nos supermercados de São Paulo. Como alternativa os supermercados ofereceram as caixas de papelão, as sacolas retornáveis e as sacolinhas biodegradáveis. Será que isso está sendo feito para o bem de nosso planeta ou apenas por interesses de algumas empresas que podem se beneficiar com essas alterações? Será que as sacolas biodegradáveis são <i>realmente</i> biodegradáveis? Será que apenas os plásticos são os vilões da poluição? Mas afinal, o que são os plásticos? É possível viver sem eles? E o que fazer quando não os queremos mais?	
Objetivo Geral:		✓ Compreender o que são plásticos do ponto de vista químico. ✓ Verificar a relação existente entre o uso de plásticos e os problemas ambientais. ✓ Discutir as implicações sociais e o uso de sacolas plásticas	
Metodologia de Ensino			
Aula	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmica das Atividades
1	✓ Apresentação do mini-curso e problematização ✓ Revisar e identificar tipos de plásticos; ✓ Relacionar os tipos de resíduos com os tipos de descarte e com a simbologia; ✓ Refletir sobre os problemas ambientais causados pelo descarte indevido de plásticos.	✓ Tipos de resíduos; ✓ Tipos de plásticos; ✓ Descarte de plásticos; ✓ Problemas ambientais.	✓ Duração: 35 minutos ✓ Intenção do Professor: Apresentar os principais pontos a serem abordados no minicurso; Desenvolver a história científica: Delinear o que se entende por plásticos, reciclagem e os impactos ambientais que podem ser gerados por esse tipo de material ✓ Modalidade de Interação: interativo / de autoridade ✓ Materiais de Apoio: Data-show; objetos plásticos e lousa. ✓ Descrição: Apresentar o minicurso; explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto; mostrar exemplos de objetos plásticos comuns no dia-a-dia;
2	✓ Definir o que são plásticos; ✓ Conceituar polimerização; ✓ Identificar as unidades estruturadoras dos polímeros; ✓ Revisar os conceitos de cadeias carbônicas. ✓ Identificar uma reação de polimerização	✓ Cadeias carbônicas; ✓ Definição de plásticos; ✓ Processo de obtenção dos plásticos (polimerização).	✓ Duração: 40 minutos ✓ Intenção do Professor: Manter a narrativa: Retomar o que se trabalhou sobre plásticos e ampliar os conceitos dos alunos referentes ao tema ✓ Modalidade de Interação: não-interativo / de autoridade ✓ Materiais de apoio: Data-Show ✓ Descrição: Aprofundar o assunto trabalhado através da visão microscópica do que se entende por polímeros (cadeias carbônicas, monômeros, reações de polimerização, etc)
3	✓ Organizar informações obtidas a respeito de sacolas plásticas; ✓ Listar aspectos positivos e negativos do uso de sacolas biodegradáveis.	✓ Informações sobre composição, uso e descarte de sacolas plásticas (biodegradáveis ou não).	✓ Duração: 25 minutos ✓ Intenção do Professor: estimular os alunos a discutir o tema em grupo; a se posicionar a respeito do tema; a expor os conhecimentos assimilados; organizar informações para o debate ✓ Modalidade de Interação: interativa / de autoridade ✓ Materiais de apoio: Vídeos e textos para leitura ✓ Descrição: Separação da turma em dois grupos (a favor e contra), vídeos e leitura de textos para auxiliar no posicionamento à respeito do tema
4	✓ Avaliar o entendimento dos alunos em relação às reações de polimerização.	✓ Estruturas poliméricas.	✓ Duração: 50 minutos ✓ Intenção do Professor: Utilizar computadores para identificar e representar estruturas poliméricas em 3 dimensões e desenvolvimento de atividade avaliativa sobre o assunto ✓ Modalidade de Interação: interativo / de autoridade ✓ Materiais de apoio: Computadores, roteiro de uso de software com exercícios e data-show ✓ Descrição: Utilizar computadores para representar estruturas poliméricas em três dimensões das moléculas trabalhadas em atividades anteriores, identificando seus monômeros. Aplicação de atividade avaliativa sobre o assunto.
5	✓ Revisar o entendimento dos alunos em relação aos assuntos tratados na primeira parte do	✓ Revisão dos assuntos discutidos sobre as reações de polimerização, tipos	✓ Duração: 20 minutos ✓ Intenção do Professor: Manter a narrativa: Retomar o que foi trabalhado sobre reações de polimerização. Desenvolver estória científica.

	minicurso	de plásticos, descarte de plásticos e toda a problemática das sacolas plásticas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modalidade de Interação: interativo / de autoridade ✓ Materiais de apoio: Data-show ✓ Descrição: Retomar o que foi trabalhado no dia anterior.
6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relacionar a reação de síntese do poliuretano com outras reações de polimerização. ✓ Identificar uma reação de polimerização a partir de experimentos ✓ Utilizar propriedades físico-químicas para identificação de plásticos ✓ Discutir parâmetros gerais de reações químicas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipos de polimerização; ✓ Discussão dos vídeos assistidos; ✓ Discussão sobre produção de sacolas plásticas – biodegradáveis ou não; ✓ Constituição das sacolas plásticas; ✓ Síntese da espuma de poliuretano; ✓ Discussão sobre reações químicas – como ocorrem; evidências de reação; ✓ Retomada do conceito de densidade; ✓ Discussão dos experimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Duração total: 55 minutos Atividade 1 (duração: 15 minutos) ✓ Intenção do Professor: Manter a narrativa: Relacionar a síntese de poliuretano com outros tipos de síntese de polímeros. Desenvolvimento de estória científica: Diferenciar polímeros sintéticos de biopolímeros. ✓ Modalidade de Interação: interativa / dialógica ✓ Materiais de Apoio: Vídeos e Data-Show ✓ Descrição: Apresentar vídeos sobre a produção de polímeros sintéticos e biopolímeros, além de mostrar como são feitas as sacolas plásticas utilizadas em comércio. Atividade 2 (duração: 10 minutos) ✓ Síntese de espuma de poliuretano (Reação de polimerização) ✓ Intenção do Professor: Desenvolver estória científica: Retomar o que se entende por reações químicas e reações de polimerização através de atividade experimental ✓ Modalidade de Interação: não-interativo / de autoridade ✓ Materiais de Apoio: Reagentes químicos (isocianato e polioli), copo descartável, colher descartável, data-show e roteiro de laboratório Atividade 2 (duração: 20 minutos) ✓ Descrição: Dividir os alunos em quatro grupos (cada um com um professor-monitor) e desenvolver as seguintes atividades: ✓ Determinação de diferentes tipos de plástico, através de suas densidades (propriedades físico-químicas desses materiais) ✓ Intenção do Professor: explorar algumas propriedades físico-químicas dos diferentes tipos de plásticos; identificar materiais por diferença de densidade ✓ Modalidade de Interação: interativa / de autoridade ✓ Materiais de Apoio: sal de cozinha, pisseta, pedaços de polímeros, béqueres, baguetas, provetas, data-show e roteiro de laboratório. Atividade 3 (duração: 10 minutos) ✓ Discussão dos resultados obtidos no experimento realizado na atividade 2. ✓ Intenção do professor: Mostrar os resultados e comparar com aqueles obtidos pelos alunos. ✓ Modalidade de interação: interativo / de autoridade
7	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discutir, argumentar e posicionar-se a respeito do uso de sacolas plásticas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussão dos aspectos positivos e negativos do uso de sacolas plásticas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Duração: 60 minutos ✓ Intenção do Professor: estimular os alunos a discutir o tema em grupo; a se posicionar a respeito do tema; a expor os conhecimentos assimilados. ✓ Modalidade de Interação: interativo / dialógico ✓ Materiais de apoio: textos e anotações dos alunos ✓ Descrição: Discussão dirigida.
8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Refletir sobre o uso consciente de plásticos; ✓ Avaliar os conceitos apropriados pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fechamento e conclusão das discussões realizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Duração: 40 minutos ✓ Intenção do Professor: resumir os conceitos; avaliar o entendimento dos alunos sobre o tema; avaliar a apropriação de conceitos ✓ Modalidade de Interação: interativo / de autoridade e interativo / dialógico ✓ Materiais de apoio: data show; questionário ✓ Descrição: Resumir os conceitos, respondendo às perguntas iniciais do minicurso.
Avaliação:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Participação na discussão; ✓ Organização no laboratório; ✓ Atividade de identificação dos tipos de plásticos; ✓ Atividade de identificação de monômeros. 		
Bibliografia:	Referencial Teórico:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Franchetti, S.M.M & Marconato, J.C. Propriedades físicas dos polímeros na reciclagem. <i>Química Nova na Escola</i>, n.18, 42-45, 2003. ✓ Maria, L.C.S, Leite, M.C.A.M., Aguiar, M.R.M.P., Oliveira R.O., Arcanjo, M.E., Carvalho, E.L. Coleta seletiva e separação de plásticos. <i>Química Nova na Escola</i>, n.17, 32-35, 2003. 	
	Material Utilizado:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacolas plásticas voltam em meio à confusão e desinformação. 18/09/2012. Carta Capital. ✓ Sacolas Plásticas: Destinações Sustentáveis e Alternativas de Substituição; A. S. F. Santos, F. H. de O. Freire, B. L. N. da Costa; Departamento de Engenharia de Materiais, UFRN e S. Manrich Departamento de Engenharia de Materiais, UFSCar. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282012000300005&script=sci_arttext ✓ Plastivida Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos. - Disponível em http://www.plastivida.org.br 	

ANEXO B: SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO MINICURSO SABÕES E DETERGENTES

Quadro de Elaboração de Sequências Didáticas no Ensino de Ciências

Alunos:	[NOME DOS ALUNOS DE MEQ]		
Título:	Sabão e detergente: Suas diferenças e semelhanças		
Público Alvo: alunos do terceiro ano do Ensino Médio			
Caracterização dos Alunos		Caracterização da Escola	Caracterização da Comunidade Escolar
		Escola pública	
Problematização:	A poluição ocorre quando há excesso de uma substância gerada pela atividade humana no sítio ambiental errado. Sabendo disso, por que ainda o ser humano insiste em jogar resíduos nos mares e rios? Sabemos que detergentes e sabões causam poluição na água, mas todos os tipos de sabão e detergente causam poluição? Em qualquer quantidade? Existe reciclagem para eles? De onde vem o sabão e o detergente? Por que eles limpam tão bem e retiram a gordura? Por que a água sozinha não consegue limpar?		
Objetivo Geral:	Proporcionar aos alunos o conhecimento sobre os diferentes tipos de sabões e detergentes, processos de fabricação e impactos ambientais provocados pelos mesmos, visando o uso consciente no dia a dia.		
Metodologia de Ensino			
Aula	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmica das Atividades
1	<ul style="list-style-type: none">- Apresentar o tema escolhido aos alunos;- Introduzir aspectos históricos e problematização.- Apresentar algumas funções orgânicas- Discussão de reação- Apresentar a função do sabão- Introduzir o conceito de tensão superficial	<ul style="list-style-type: none">- Apresentação dos professores;- Introdução de conhecimentos históricos: qual a origem do sabão e quais povos foram os primeiros a utilizá-lo;-Problemas relacionados à sua degradação do meio ambiente.- Mostrar aos alunos funções orgânicas envolvidas na saponificação.- Discutir com os alunos as reações ácido – base e saponificação.- Mostrar aos alunos a formação de micelas e como isso auxilia a limpeza efetuada pelo sabão.- Apresentar reação de saponificação;- Fórmula molecular do sabão.	<ul style="list-style-type: none">- Apresentação de slides com algumas fotos sobre o conteúdo histórico do sabão; (20min)- Vídeo sobre a poluição das águas causadas pelo mau uso do sabão; (5min)- Instruções apresentadas por meio de slides e utilização da lousa; (25min)- Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
2	<ul style="list-style-type: none">- Discutir impacto ambiental causado pelo sabão;- Explicar fabricação industrial;- Apresentar informações sobre a indústria do sabão.	<ul style="list-style-type: none">- Impacto ambiental que o sabão causa;- Diferentes matérias primas;- Síntese em escala industrial;	<ul style="list-style-type: none">- Vídeo sobre a produção industrial do sabão (5 min);- Para explicar a fórmula molecular, a reação de saponificação, as diferentes matérias primas, etc, utilizaremos slides; (45min)- Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
3	<ul style="list-style-type: none">- Explicar sobre normas de segurança;- Ensinar técnicas de laboratório;-Ensinar manuseio de vidrarias;- Discutir experimento;- informar técnicas;- Analisar quantidades de reagentes;- Verificar rendimento;	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecimento de vidrarias;- Interpretar roteiro do experimento;- Reação de Saponificação;- Quantificação dos reagentes;	<ul style="list-style-type: none">- Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (10min)- Aula prática de laboratório com utilização de roteiro; (40min)- Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
4	<ul style="list-style-type: none">- Explicar sobre normas de segurança;- Ensinar técnicas de laboratório;-Ensinar manuseio de vidrarias;- Discutir experimento;- informar técnicas;- Analisar quantidades de reagentes;- Verificar rendimento;	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecimento de vidrarias;- Interpretar roteiro do experimento;- Reação de Saponificação;- Quantificação dos reagentes;	<ul style="list-style-type: none">- Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (10min)- Aula prática de laboratório com utilização de roteiro; (40min)- Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
5	<ul style="list-style-type: none">- Recordar aula do dia anterior;- Introduzir complementação do tema anterior;- Introduzir aspectos históricos do detergente;- Realizar experimento demonstrativo de tensão superficial	<ul style="list-style-type: none">- Introdução de conhecimentos históricos: qual a origem do detergente e quais povos foram os primeiros a utilizá-lo;-Problemas relacionados à sua degradação do meio ambiente;- Realizar um experimento demonstrativo com os alunos afim de introduzir o conceito de tensão superficial.	<ul style="list-style-type: none">- Apresentação de slides com algumas fotos sobre o conteúdo histórico do detergente; (10min)- Experimento da agulha na água (10min);- Discussão sobre o experimento e explicação sobre tensão superficial (30min)- Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
6	<ul style="list-style-type: none">- Discutir impacto ambiental causado pelo detergente;	<ul style="list-style-type: none">- Impacto ambiental que o detergente causa;- Diferentes matérias primas;	<ul style="list-style-type: none">- Vídeo sobre a produção industrial do detergente (5 min);

	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar fabricação industrial; - Apresentar informações sobre a indústria do detergente 	- Síntese em escala industrial;	<ul style="list-style-type: none"> - Para explicar a fórmula molecular, a reação de saponificação, as diferentes matérias primas, etc, utilizaremos slides; (45min) - Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
7	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar sobre normas de segurança; - Discutir experimento; - Informar técnicas; - Analisar quantidades de reagentes; - Verificar rendimento; 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar roteiro do experimento; - Reação de Saponificação; - Quantificação dos reagentes; 	<ul style="list-style-type: none"> - Instruções apresentadas por meio de slides e presentes no material de apoio; (10min) - Aula prática de laboratório com utilização de roteiro; (40min) - Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
8	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar sobre normas de segurança; - Discutir experimento; - Informar técnicas; - Analisar quantidades de reagentes; - Verificar rendimento; - Analisar os experimentos realizados e comparar dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar roteiro do experimento; - Reação de Saponificação; - Quantificação dos reagentes; - Comparação entre o sabão e o detergente, qual a diferença entre eles, qual polui mais, etc; - Discussão do experimento e apresentação de alternativas para a utilização de sabão e detergente 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula prática de laboratório com utilização de roteiro; (20min) - Discussão com os alunos sobre novas alternativas para utilização do sabão e detergente (30min); - Abordagem utilizada: Interativa de autoridade.
Avaliação:	- Participação dos alunos durante o mini curso		
Bibliografia:	Referencial Teórico:	- Atividade, propósito e conceitos em uma SD	
	Material Utilizado:	- Barbosa, A. B. e Silva; R. R. xampus. Química Nova na Escola, n.2, p.3-6,1995.	

APÊNDICE

EPISÓDIOS DE ENSINO DO MINICURSO SACOLAS PLÁSTICAS.

Episódio	Nome do Episódio	t inicial (hh/mm/ss)	Duração (hh/mm/ss)	Aula
1	Conteúdo	00:00:13	00:00:58	A1
2	Tipos de lixo	00:01:11	00:03:02	A1
3	Tipos de lixeira e plástico	00:04:13	00:09:25	A1
4	Origem do plástico	00:13:38	00:06:43	A1
5	Utilização do plástico pelo homem	00:20:21	00:14:30	A1
6	O que é plástico?	00:35:04	00:11:48	A2
7	Ligação no polímero	00:46:52	00:09:31	A2
8	Estrutura dos tipos de polímeros	00:56:36	00:16:27	A2
9	Sacolas biodegradáveis	01:13:33	00:19:26	A3
10	Representação de estruturas	01:33:55	00:17:39	A3
11	Utilizando o programa Jmol	01:51:20	00:10:25	A3
12	Identificar estruturas poliméricas no Jmol ³⁰	00:00:00	00:50:00*	A4
13	Revisão de conteúdo	00:02:47	00:09:21	A5
14	Vídeo sobre plásticos	00:12:08	00:06:00	A5
15	Vídeo sobre nylon	00:18:08	00:04:29	A5
16	Explicação sobre o nylon	00:22:37	00:02:35	A5
17	Vídeo sobre formação do bioplástico	00:25:12	00:05:18	A5
18	Síntese do bioplástico	00:30:30	00:03:38	A5
19	Experimento de síntese de poliuretano	00:34:08	00:06:15	A6
20	Explicando a síntese do poliuretano	00:40:23	00:01:48	A6
21	Densidade e separação de plásticos	00:42:11	00:05:18	A6
22	Experimento de separação de plástico	00:47:29	00:17:40	A6
23	Discussão pós-experimento	01:05:09	00:03:20	A6
24	O que são plásticos	00:00:00	00:01:41	A7
25	Dois vídeos sobre sacolas plásticas	00:01:41	00:06:26	A7
26	Discussão sobre a extinção das sacolinhas	00:08:07	00:12:00	A7
27	Legislação sobre sacolas plásticas	00:20:07	00:16:14	A7
28	Sacolas são grandes vilãs	00:36:21	00:11:46	A7
29	Sacolas plásticas e problemas ambientais	00:48:07	00:11:58	A7
30	Reciclagem	01:00:05	00:02:25	A8
31	Substituição de sacolas plásticas tradicionais	01:02:30	00:20:03	A8
32	Síntese dos conteúdos do minicurso	01:22:33	00:03:48	A8
33	Avaliação do minicurso e encerramento	01:26:21	00:07:25	A8

³⁰ O Episódio de ensino EP12 não teve registro audiovisual porque ocorreu na sala de informática da Faculdade de Educação da USP. O tempo indicado no mapeamento de episódio diz respeito ao valor indicado pelos professores na sequência didática, portanto, tempo teórico de realização da atividade de ensino.

**APÊNDICE A: EPISÓDIOS DE ENSINO DO MINICURSO SABÕES E
DETERGENTES.**

Episódio	Nome do Episódio	t _{inicial} (hh/mm/ss)	Duração (hh/mm/ss)	Aula
01	Conteúdo	00:17:42	00:01:59	A1
02	Contexto histórico	00:19:45	00:09:36	A1
03	Intervenção do aluno	00:29:23	00:02:36	A1
04	Representação molecular	00:31:59	00:17:04	A1
05	Produção industrial	00:49:03	00:46:57	A2
06	Normas de segurança para laboratório	01:36:26	00:04:14	A3
07	Instruções para atividade experimental	00:00:16	00:05:58	A3
08	Atividade experimental	00:06:14	01:05:29	A4
09	Discussão sobre o experimento	01:11:43	00:06:46	A4
10	Retomando conceitos de saponificação	00:01:34	00:12:47	A5
11	Composição do detergente	00:15:15	00:13:16	A5
12	Química do detergente	00:29:47	00:15:38	A5
13	Vídeo sobre produção de sabão em pó	00:45:25	00:05:41	A5
14	Produção do detergente	00:51:06	00:19:45	A6
15	Produção e faturamento de detergentes	01:10:51	00:10:11	A6
16	Síntese da aula	01:21:04	00:12:40	A6
17	Agenda da aula 7 e 8	00:01:00	00:01:53	A7
18	Orientação para atividade experimental	00:02:53	00:06:58	A7
19	Atividade experimental	00:09:51	00:46:34	A7
20	Discussão pós-experimento	00:56:25	00:12:34	A8
21	Síntese das atividades	01:08:59	00:01:03	A8
22	Finalização do minicurso	01:10:02	00:01:29	A8

APÊNDICE B: CATEGORIAS DE ANÁLISE

APÊNDICE C: TABELA DE DADOS CATEGORIZADOS – DURAÇÃO

	Categorias	Duração (hh/mm/ss)		% de duração	
		Plásticos	Sabões	Plásticos	Sabões
Meios materiais	Giz e lousa	00:02:38	00:07:40	15%	45%
	Objeto molecular	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	Tela de computador	00:01:06	00:00:00	6%	0%
	Tela de projeção	00:11:42	00:08:20	67%	49%
	Total	00:15:26	00:16:00	89%	94%
Gestos de McNeill	Batimento	00:01:48	00:00:33	10%	3%
	Dêítico	00:01:44	00:02:22	10%	14%
	Ícônico	00:00:42	00:00:41	4%	4%
	Metafórico	00:01:01	00:01:32	6%	9%
	Total	00:05:15	00:05:08	30%	30%
Gestos de Kendon	Interativos	00:00:03	00:00:03	0%	0%
	Modais	00:06:08	00:00:30	35%	3%
	Partição	00:00:14	00:00:09	1%	1%
	Performáticos	00:00:09	00:00:00	1%	0%
	Dêíticos	00:03:06	00:04:15	18%	25%
	Ação	00:00:00	00:00:39	0%	4%
	Descrição figurativa	00:00:52	00:00:42	5%	4%
	Modelagem	00:00:36	00:00:02	3%	0%
	Total	00:11:08	00:06:20	63%	37%
Proxêmicas	AI - Deslocamento	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	AI - Frontal	00:08:16	00:05:52	47%	34%
	AI - Mesa do professor	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	AI - Mesas dos alunos	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	AI -Quadro de giz	00:08:14	00:09:52	47%	58%
	Total	00:21:20	00:19:25	94%	92%
	OM - Frontal	00:01:00	00:02:29	6%	15%
	OM - Lateral	00:04:06	00:08:17	23%	49%
	OM - Manipulação	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	Total	00:05:06	00:10:46	29%	63%
Epistêmicas	Definição	00:00:47	00:00:50	4%	5%
	Generalização	00:02:29	00:00:43	14%	4%
	Explicação	00:02:19	00:07:07	13%	42%
	Descrição Molecular	00:05:26	00:03:48	31%	22%
	Descrição	00:02:30	00:01:19	14%	8%
	Comparação	00:01:19	00:00:22	8%	2%
	Classificação	00:00:00	00:00:21	0%	2%
	Cálculo	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	Analogia	00:00:00	00:00:00	0%	0%
	Exemplificação	00:01:51	00:00:40	11%	4%
	Total	00:14:50	00:14:31	85%	85%
Episódios		00:17:39	00:17:04		

APÊNDICE D: TABELA DE DADOS CATEGORIZADOS – FREQUÊNCIA

	Categorias	Referências de Codificação		Referências de Codificação	
		Plásticos	Sabões	Plásticos	Sabões
Meios materiais	Giz e lousa	3	11	38%	52%
	Objeto molecular	0	0	0%	0%
	Tela de computador	1	0	13%	0%
	Tela de projeção	4	10	50%	48%
	Total	8	21	100%	100%
Gestos de McNeill	Batimento	61	11	32%	11%
	Dêitico	69	47	36%	45%
	Ícônico	28	14	15%	13%
	Metafórico	33	32	17%	31%
	Total	191	104	100%	100%
Gestos de Kendon	Interativos	1	1	0,6%	1,4%
	Modais	83	9	48,8%	13,0%
	Partição	3	2	1,8%	2,9%
	Performáticos	3	0	1,8%	0,0%
	Dêiticos	58	40	34,1%	58,0%
	Ação	0	9	0,0%	13,0%
	Descrição figurativa	17	7	10,0%	10,1%
	Modelagem	5	1	2,9%	1,4%
	Total	170	69	100%	100%
Proxêmicas	AI - Deslocamento	0	0	0%	0%
	AI - Frontal	6	7	35%	28%
	AI - Mesa do professor	0	0	0%	0%
	AI - Mesas dos alunos	0	0	0%	0%
	AI -Quadro de giz	6	8	35%	32%
	AI - Tela de Projeção	5	10	29%	40%
	Total	17	25	100%	100%
	OM - Frontal	4	13	14%	43%
	OM - Lateral	25	17	86%	57%
	OM - Manipulação	0	0	0%	0%
	Total	29	30	100%	100%
Epistêmicas	Definição	3	4	6%	13%
	Generalização	12	5	24%	16%
	Explicação	11	8	22%	25%
	Descrição Molecular	14	9	29%	28%
	Descrição	5	4	10%	13%
	Comparação	4	1	8%	3%
	Classificação	0	1	0%	3%
	Cálculo	0	0	0%	0%
	Analogia	0	0	0%	0%
	Exemplificação	8	3	16%	9%
	Total	49	32	100%	100%
Episódios		11	6		

APÊNDICE E: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA - CODIFICAÇÃO

Ep.	Ordem	Sequência discursiva (SDi)	Duração			Codificação de categorias	
			t inicial	t final	(mm:ss)	Quantidade	Variedade
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	00:31:57	00:33:54	01:57	22	12
	2	Fórmula estrutural	00:33:54	00:35:19	01:25	29	14
	3	Levantamento de ideias sobre QO	00:35:19	00:36:00	00:41	7	6
	4	Reação de saponificação	00:36:00	00:38:31	02:32	75	17
	5	Por que o sabão limpa	00:38:26	00:39:12	00:46	16	8
	6	Polaridade de ligação	00:39:12	00:41:01	01:49	69	15
	7	Polaridade na molécula do sabão	00:41:01	00:42:48	01:47	66	15
	8	Polaridade e interação das partículas	00:42:48	00:43:57	01:09	35	14
	9	Formação de micelas	00:43:57	00:47:03	03:06	103	17
	10	Resolução de questões	00:47:05	00:49:01	01:56	21	14
					17:04	443	132
Sacolas Plásticas 10_Representação de estruturas	1	Apresentação do episódio	01:34:34	01:35:03	00:29	11	8
	2	Tipos de representações estruturais	01:35:03	01:36:53	01:49	75	16
	3	Função orgânica OH	01:36:53	01:37:14	00:21	21	12
	4	Diferenças entre representações	01:37:14	01:38:45	01:30	89	17
	5	Modelo VSPER	01:38:45	01:42:51	04:06	156	20
	6	Explicando a fórmula espacial	01:42:51	01:45:03	02:12	72	19
	7	Apresentando o Programa Jmol	01:45:07	01:46:01	00:54	39	12
	8	Representações no Jmol	01:46:01	01:47:06	01:04	44	11
	9	Modelos de representação	01:47:06	01:50:12	03:06	96	14
	10	Iniciando a manipulação no computador	01:50:13	01:51:34	01:21	12	8
					17:39	615	137

APÊNDICE F: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – PROXÊMICAS

Ep.	Ordem	Sequência discursiva	Proxêmicas									
			AI - Desloca-mento	AI - Frontal	AI - Mesa do professor	AI - Mesas alunos	AI - Quadro de giz	AI - Tela de Projeção	OM - Frontal	OM - Lateral	OM - Manipulaçã o	Total
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	Fórmula estrutural	0	1	0	0	1	1	1	2	0	6
	3	Levantamento de ideias sobre QO	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	4	Reação de saponificação	0	1	0	0	2	4	2	3	0	12
	5	Por que o sabão limpa	0	1	0	0	2	2	0	0	0	5
	6	Polaridade de ligação	0	1	0	0	2	1	5	6	0	15
	7	Polaridade na molécula do sabão	0	1	0	0	1	0	4	5	0	11
	8	Polaridade e interação das partículas	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
	9	Formação de micelas	0	3	0	0	3	4	1	2	0	13
	10	Resolução de questões	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
			0	11	0	0	13	13	13	21	0	71
Sacolas Plásticas 10_Representação de estruturas	1	Apresentação do episódio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	Tipos de representações estruturais	0	2	0	0	2	2	0	4	0	10
	3	Função orgânica OH	0	0	0	0	1	1	0	3	0	5
	4	Diferenças entre representações	0	1	0	0	2	2	0	2	0	7
	5	Modelo VSPER	0	2	0	0	5	5	3	4	0	19
	6	Explicando a fórmula espacial	0	1	0	0	1	1	1	5	0	9
	7	Apresentando o Programa Jmol	0	1	0	0	0	0	0	3	0	4
	8	Representações no Jmol	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
	9	Modelos de representação	0	2	0	0	0	0	0	4	0	6
	10	Iniciando a manipulação no computador	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
			0	12	0	0	11	11	4	27	0	65

APÊNDICE G: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – GESTOS DE MCNEILL

Ep.	Ordem	Sequência discursiva	Gestos de McNeill				
			Batimento	Dêítico	Icônico	Metafórico	Total
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	3	2	0	2	7
	2	Fórmula estrutural	0	3	0	3	6
	3	Levantamento de ideias sobre QO	0	0	0	0	0
	4	Reação de saponificação	1	9	3	4	17
	5	Por que o sabão limpa	0	0	0	0	0
	6	Polaridade de ligação	0	8	1	6	15
	7	Polaridade na molécula do sabão	0	9	4	5	18
	8	Polaridade e interação das partículas	3	5	0	1	9
	9	Formação de micelas	3	11	6	10	30
	10	Resolução de questões	1	0	0	1	2
			11	47	14	32	104
Sacolas Plásticas 10_Representação de	1	Apresentação do episódio	2	1	0	0	3
	2	Tipos de representações estruturais	5	11	3	2	21
	3	Função orgânica OH	1	2	0	0	3
	4	Diferenças entre representações	10	11	6	5	32
	5	Modelo VSPER	4	14	8	17	43
	6	Explicando a fórmula espacial	2	10	8	2	22
	7	Apresentando o Programa Jmol	8	4	0	1	13
	8	Representações no Jmol	11	5	0	0	16
	9	Modelos de representação	15	11	3	6	35
	10	Iniciando a manipulação no computador	3	0	0	0	3
			61	69	28	33	191

APÊNDICE H: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – GESTOS DE KENDON

Ep.	Ordem	Sequência discursiva	Gestos de Kendon								Total
			Interativos	Modais	Partição	Performáticos	Dêiticos	Ação	Descrição figurativa	Modelagem	
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	0	2	1	0	2	1	0	0	6
	2	Fórmula estrutural	0	0	0	0	4	0	2	0	6
	3	Levantamento de ideias sobre QO	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	4	Reação de saponificação	0	1	1	0	5	2	3	0	12
	5	Por que o sabão limpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	Polaridade de ligação	1	1	0	0	4	2	0	1	9
	7	Polaridade na molécula do sabão	0	0	0	0	7	0	1	0	8
	8	Polaridade e interação das partículas	0	2	0	0	4	0	0	0	6
	9	Formação de micelas	0	2	0	0	13	4	1	0	20
	10	Resolução de questões	0	1	0	0	1	0	0	0	2
			1	10	2	0	40	9	7	1	70
Sacolas Plásticas 10_Representação de estruturas	1	Apresentação do episódio	0	2	1	0	1	0	1	0	5
	2	Tipos de representações estruturais	0	6	0	0	8	0	2	0	16
	3	Função orgânica OH	0	1	0	0	1	0	0	0	2
	4	Diferenças entre representações	0	7	1	0	5	0	2	0	15
	5	Modelo VSPER	0	13	0	3	15	0	5	0	36
	6	Explicando a fórmula espacial	0	7	0	0	8	0	2	4	21
	7	Apresentando o Programa Jmol	0	4	0	0	3	0	0	0	7
	8	Representações no Jmol	0	4	0	0	3	0	0	0	7
	9	Modelos de representação	0	13	1	0	12	0	4	1	31
	10	Iniciando a manipulação no computador	1	5	0	0	0	0	0	0	6
			1	62	3	3	56	0	16	5	146

APÊNDICE I: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – OPERAÇÕES EPISTÊMICAS

Ep.	Ordem	Sequência discursiva	Operações epistêmicas										
			Analogia	Cálculo	Classificação	Comparação	Definição	Descrição	Descrição Molecular	Exemplificação	Explicação	Generalização	Total
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	4
	2	Fórmula estrutural	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
	3	Levantamento de ideias sobre QO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	4	Reação de saponificação	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
	5	Por que o sabão limpa	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	6	Polaridade de ligação	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
	7	Polaridade na molécula do sabão	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	4
	8	Polaridade e interação das partículas	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3
	9	Formação de micelas	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	7
	10	Resolução de questões	0	0	0	0	1	1	3	0	1	1	7
			0	0	1	1	4	4	11	3	10	5	39
Sacolas Plásticas 10_Representação de estruturas	1	Apresentação do episódio	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	2	Tipos de representações estruturais	0	0	0	0	0	1	4	0	4	2	11
	3	Função orgânica OH	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3
	4	Diferenças entre representações	0	0	0	2	1	0	1	2	0	3	9
	5	Modelo VSPER	0	0	0	2	2	0	2	5	2	5	18
	6	Explicando a fórmula espacial	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	6
	7	Apresentando o Programa Jmol	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
	8	Representações no Jmol	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	4
	9	Modelos de representação	0	0	0	0	0	1	4	0	3	2	10
	10	Iniciando a manipulação no computador	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
			0	0	0	5	4	7	15	8	14	14	67

APÊNDICE J: TABELA DE SEQUÊNCIA DISCURSIVA – MEIOS MATERIAIS

Ep.	Ordem	Sequência discursiva	Meios materiais				
			Giz e lousa	Objeto molecular	Tela de computador	Tela de projeção	Total
Sabões e Detergentes 4_Representação molecular	1	Produção do sabão	0	0	0	1	1
	2	Fórmula estrutural	0	0	0	1	1
	3	Levantamento de ideias sobre QO	0	0	0	1	1
	4	Reação de saponificação	3	0	0	4	7
	5	Por que o sabão limpa	0	0	0	2	2
	6	Polaridade de ligação	1	0	0	1	2
	7	Polaridade na molécula do sabão	1	0	0	1	2
	8	Polaridade e interação das partículas	2	0	0	2	4
	9	Formação de micelas	3	0	0	2	5
	10	Resolução de questões	1	0	0	1	2
			11	0	0	16	27
Sacolas Plásticas 10_Representação de estruturas	1	Apresentação do episódio	0	0	0	1	1
	2	Tipos de representações estruturais	0	0	0	1	1
	3	Função orgânica OH	0	0	0	1	1
	4	Diferenças entre representações	0	0	0	1	1
	5	Modelo VSPER	2	0	0	5	7
	6	Explicando a fórmula espacial	1	0	0	1	2
	7	Apresentando o Programa Jmol	0	0	0	1	1
	8	Representações no Jmol	0	0	0	1	1
	9	Modelos de representação	0	0	0	2	2
	10	Iniciando a manipulação no computador	0	0	1	0	1
			3	0	1	14	18

APÊNDICE K: DIAGRAMAS DE CODIFICAÇÃO DOS EPISÓDIOS

APÊNDICE L: TABELA DE TRANSCRIÇÕES DE SACOLAS PLÁSTICAS

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
1	SDi01.01	P: Agora a gente vai falar mais da parte molecular. Um pouquinho do sabão. Aqui algumas definições.		
	SDi01.02	Sabão é um tipo mais simples de detergente. Como todo éster, os óleos e gorduras sofrem hidrólise básica, que no caso dos lipídios, é tradicionalmente chamado de saponificação. Então a reação para formação do sabão é saponificação.		Definição
	SDi01.03	Vocês estudaram isso já?		
	SDi01.04	A: Não (inaudível).		
	SDi01.05	P: A gente vai dar uma olhada. Se a gente tiver no sabão, na estrutura, o sódio, ele vai formar um sabão mais duro. Aquele sabão em pedra, mais duro tem sódio. Se tiver o potássio, ele vai ficar um pouquinho mais mole. Eu acho que a gente vai fazer com o potássio.		Descrição / Comparação
	SDi01.06	P3: Com o sódio.		
	SDi01.07	P: Sódio. Vai fazer o mais duro.		
	SDi01.08	O sabão é fabricado a partir de gordura... ou óleo. Tanto faz se eu usar um óleo de cozinha ou gordura animal, os dois vão (inaudível) fabricar o sabão.		Descrição
	SDi01.09	Os processos modernos usados hoje nas indústrias para produção de sabão é a hidrólise de gorduras a altas temperaturas. E a desvantagem do sabão, ele reage com o cálcio e o magnésio da gordura e forma um resíduo insolúvel.		Explicação
	SDi01.10	Então eu consigo, quando eu tô usando o sabão e a água que eu estou lavando tem excesso de cálcio ou magnésio.	Batimento	
	SDi01.11	O sódio e o potássio	Dêitico	
	SDi01.12	vai acabar interagindo com isso	Metafórico	
	SDi01.13	e vai entrar o cálcio ou o magnésio.	Dêitico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi01.14	Vai formar um composto que vira um sólido	Metafórico	
	SDi01.15	e daí tem várias consequências,	Batimento	
	SDi01.16	tanto impacto ambiental como no encanamento de casa.	Batimento	
2	SDi02.01	P: A fórmula estrutural!	Sem gestos	
	SDi02.02	É um ácido graxo, que é o que?	Dêitico / Metafórico	Definição
	SDi02.03	É quando eu tenho uma cadeia de carbono com hidrogênio grande. A gente fala que a partir de 13 carbonos e hidrogênio é um ácido graxo. Tudo bem?	Sem gestos	
	SDi02.04	E aqui na ponta C dupla O,	Dêitico	Descrição molecular
	SDi02.05	o "O" negativo e eu vou ter o sódio positivo. Tudo bem?	Metafórico	
	SDi02.06	Aqui que eu vou ter a diferença entre o sódio e o potássio,	Dêitico	
	SDi02.07	eu posso ter tanto o sódio que vai ficar duro e colocar o potássio vai ficar um pouco mais mole. Tudo bem isso?	Metafórico	
	SDi02.08	Todo mundo está bem acostumado trabalhar com a formula estrutural? Sim ou não?	Sem gestos	
	SDi02.09	A: Sim (Inaudível)		
	SDi02.10	P: Vocês entenderam aqui a representação?		
	SDi02.11	A: Inaudível		
	SDi02.12	P2: Vocês estão vendo ali que é um misto de representação de substância orgânica com substância inorgânica? Você tem uma cadeia linear grande com vários carbonos, coisa que vocês costumam ver em química orgânica. Vocês já devem ter visto alguma coisa de nomenclatura orgânica?		Classificação
	SDi02.13	A: Não.		
	SDi02.14	P2: Não! Alcanos? Nunca viram isso? O pessoal do terceiro ano aí?		
	SDi02.15	P: Butano? Metano?		
	SDi02.16	P2: Quem é do terceiro aí? (risos) Vai ter que dar a cara para bater (risos).		

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi02.17	P: Butano? Metano?		
	SDi02.18	P2: Quem é do terceiro ai? (risos) Vai ter que dar a cara para bater (risos).		
3	SDi03.01	P2: O que vocês já viram de química orgânica? Vocês já viram química orgânica no terceiro ano? (risos)	Sem gestos	
	SDi03.02	A: Inaudível		
	SDi03.03	P2: Vocês não virão nada de química orgânica no terceiro ano?		
	SDi03.04	A: A gente está aprendendo!		
	SDi03.05	P2: Está aprendendo?		
	SDi03.06	P: Vocês tiveram nomenclatura? 1 Carbono met, 2 et..		
	SDi03.07	A: Inaudível (risos)		
4	SDi04.01	P: A reação de saponificação que eu tinha falado, é o que?		Descrição molecular
	SDi04.02	Eu vou ter um óleo e uma gordura com uma solução básica vai formar um glicerol e um sabão.	Dêitico	
	SDi04.03	Então, o produto eu não terei só o sabão, terei outro produto que é o glicerol.	Dêitico	
	SDi04.04	P2: Essa solução básica é uma solução de soda, hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio. No caso do nosso, hidróxido de sódio.		
	SDi04.05	P: Então é esse daqui!	Dêitico	
	SDi04.06	P2: Isso!		
	SDi04.07	P: O hidróxido de sódio, certo? Ai		
	SDi04.08	isso aqui é o que vocês vão usar para formar o sabão duro.	Dêitico	
	SDi04.09	Aqui eu tenho uma gordura, vou reagir com a soda e vai formar glicerina e o sal, sal sódico ou sabão. Aqui vai estar o sódico que vai vir da soda. Vocês entendem mais ou menos essa reação?		
	SDi04.10	A: Não		
	SDi04.11	P: Não. Eu vou tentar explicar um pouquinho.	Batimento	
	SDi04.12	Aqui eu tenho ele assim: CH ₂ , O, C dupla O,	Dêitico	
	SDi04.13	C11 e aqui continua para cá e para cá.	Metafórico	
	SDi04.14	O que vai acontecer, eu vou mais ou	Metafórico	Explicação

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi04.15	menos romper aqui	Dêítico	
	SDi04.16	e essa parte vai sair.	Icônico	
	SDi04.17	Onde tinha isso, eu vou colocar o OH e vai continuar para cá, que é onde forma essa estrutura aqui.	Sem gestos	
	SDi04.18	Então esse OH mas o Na	Dêítico	
	SDi04.19	vai quebrar e o OH entra	Metafórico	
	SDi04.20	aqui, por isso eu tenho que ter 3. Vai entrar um em cada ponta. Tudo bem?	Metafórico	
	SDi04.21	Essa parte que sobrou do lado de cá, vai formar o que?	Icônico	
	SDi04.22	C11 continua para cá, C dupla O, O- e vai ter uma interação com o sódio. Porque formam três?	Sem gestos	
	SDi04.23	Porque eu vou ter	Dêítico	
	SDi04.24	três cadeias aqui	Icônico	
	SDi04.25	que vão quebrar e reagir com os três sódios	Metafórico	
	SDi04.26	formando três dessas, tudo bem?	Dêítico	
5	SDi05.01	P: Todo mundo sabe o porque do sabão limpar? Todo mundo usa sabão detergente para lavar a louça! Sabão para lavar roupa! Mas, porque limpa? A gente já falou que não é por causa da espuma. Alguém arrisca? Se é feito de gordura, não é estranho?	Sem registro	Descrição
	SDi05.02	A: É (inaudível)		Generalização
	SDi05.03	P: Uma coisa feita de gordura, limpar? Parece que vai sujar mais, não?		
	SDi05.04	Então é assim, os sabões facilitam a remoção de óleos e gorduras de uma superfície, porque possuem uma extremidade polar e outro apolar.		
6	SDi06.01	P: Vocês já viram polaridade de molécula?		
	SDi06.02	A: Não		
	SDi06.03	P: Terceiro ano não viu. É mais ou menos assim.	Dêítico	Explicação
	SDi06.04	P: Quando tem elementos diferentes... elementos iguais. H2 é um hidrogênio que tá ligado com outro hidrogênio. Certo?	Batimento	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi06.05	P: Isso tudo bem? Se os dois ... se são os mesmos elementos a gente fala que tem a mesma eletronegatividade.	Dêitico	Generalização / Explicação
	SDi06.06	P: Então aqui eu tenho elétrons. O que esse hidrogênio puxa esses elétrons pra cá esse outro hidrogênio vai puxar pra lá. A gente fala que a nuvem polar ... a nuvem eletrônica vai estar mais ou menos igual. Então ele é apolar. Certo? Tudo bem.	Dêitico / Metafórico	
	SDi06.07	P: Porque a eletronegatividades deles é igual /	Dêitico	Explicação
	SDi06.08	P: o que um puxa o elétron para um lado o outro puxa para o outro.	Metafórico	
	SDi06.09	P: Quando eu mudo o elemento. Quando eu tenho o HCl. São elementos diferentes.	Metafórico	
	SDi06.10	P: Quem é mais eletronegativo? A: O Cl P: O Cl. Se o Cl é mais eletronegativo	Dêitico	
	SDi06.11	P: ele vai puxar mais os elétrons. Então vão ficar mais deslocados para o lado dele, a gente fala que vai ficar mais ou menos assim a nuvem. Certo? Ai eu vou ter um delta menos e um delta mais.	Icônico / Metafórico	Generalização / Explicação
	SDi06.12	P: Se eu tenho diferença de eletronegatividade, isso aqui é só nomenclatura tá pessoal ... uma simbologia, se eu tenho diferença de eletronegatividade eu falo que ele é polar. Tudo bem?	Dêitico	
7	SDi07.01	Aqui a gente tá vendo polaridade de ligação. Aí eu vou ter polaridade de molécula.	Dêitico	Descrição Molecular
	SDi07.02	É quando eu vou olhar a molécula como um todo.	Metafórico	
	SDi07.03	No caso do sabão, ele não vai ter vários carbonos? Alunos: Inaudível.	Dêitico	
	SDi07.04	Então eu tenho vários carbonos. Eu vou representar os vários carbonos assim // Carbono hidrogênio, tudo bem?	Dêitico	
	SDi07.05	Vocês já viram assim? Na ponta eu tenho um carbono, sempre ligado a dois hidrogênios. Os hidrogênios eu não coloco. Tudo bem?	Dêitico / Metafórico	
	SDi07.06	Vou ter uma cadeia grande. No final da cadeia eu tenho dupla O / O- /		

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
		Na+.		
	SDi07.07	Esse aqui não é igual aquela molécula que a gente viu no (inaudível) slide?//	Dêítico / Metafórico	
	SDi07.08	só que invés de ta carbono hidrogênio carbono hidrogênio//	Dêítico / Metafórico	
	SDi07.09	eu coloquei umas setinhas para ficar mais fácil. Tudo bem?	Icônico / Metafórico	
	SDi07.10	Todo mundo entendeu isso? Tá.	Dêítico	
	SDi07.11	Se eu tenho uma cadeia grande, que só tem carbono.	Icônico	Explicação
	SDi07.12	Essa parte da cadeia vai ser polar ou apolar? Aluna: Apolar// P: A gente fala que toda essa parte aqui vai ser apolar.	Icônico	
	SDi07.13	Aqui eu tenho sódio, oxigênio, um carbono pra cá. Vai ser como essa parte? A: Polar P: Polar // P: E ela ainda tem carga. Quando eu tenho carga eu vou ter uma polaridade.	Dêítico	
	SDi07.14	Vou ter uma diferença de cargas aqui. Tudo bem?	Dêítico	
	SDi07.15	O que vai acontecer agora? Por causa dessa propriedade do sabão, de ser polar e apolar ao mesmo tempo, ele vai conseguir limpar.	Metafórico	
8	SDi08.01	P: Então se a cadeia é longa apolar têm afinidade com os lipídios e aversão a água.	Dêítico	Explicação
	SDi08.02	A gente costuma falar assim: "Semelhante dissolve semelhante".	Sem gestos	Explicação / Definição
	SDi08.03	Se eu tenho a gordura,	Batimento	Explicação
	SDi08.04	ela vai dissolver na parte...	Dêítico	
	SDi08.05	A gordura é apolar! Toda gordura é apolar.	Batimento	
	SDi08.06	Ela vai dissolver na parte que é apolar;	Dêítico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi08.07	Então a gordura terá uma interação com essa parte do sabão. Certo?		
	SDi08.08	A água é polar! Ela vai ter interação com uma substância polar.	Batimento	
	SDi08.09	O sabão tem uma parte polar também. Certo?	Dêitico / Metafórico	
	SDi08.10	A parte apolar terá afinidade com a gordura, só que a gente fala que ela tem uma aversão a água, ela é hidrofóbica. Ela não vai querer ter contato com a água. Possui grupo hidrofílico que tem afinidade com a água e meios solúveis iônicos. Então essa parte aqui tem afinidade com a água e com grupo iônico.	Dêitico	
	SDi08.11	A maior parte da sujeira é feita de gordura, ou seja, substâncias apolares.	Sem gestos	
9	SDi09.01	P: Vou ter um recipiente que...		Descrição molecular
	SDi09.02	aqui no fundo é uma sujeira.	Dêitico	
	SDi09.03	Aí eu coloco água. Não vai ter interação nenhuma. Tudo bem?	Dêitico	
	SDi09.04	Não há interação das moléculas.		
	SDi09.05	Eu pego e coloco um pouco de sabão e	Dêitico	
	SDi09.06	eu começo a ter uma interação. Porque?	Metafórico	
	SDi09.07	A parte da sujeira vai começar interagir com essa parte aqui. Eu vou ter lá um pedaço de sujeira	Metafórico	Explicação
	SDi09.08	e ele vai interagir com essa parte, certo? Aqui vai ficar a outra parte que é ... polar.	Dêitico	
	SDi09.09	Essa parte polar e essa parte apolar, mais são várias moléculas. Então eu vou ter vários discos. O que vai começar acontecer?	Metafórico	
	SDi09.10	É como se formasse uma proteção nessa parte.	Metafórico	
	SDi09.11	Essa parte toda aqui	Dêitico	
	SDi09.12	vai ficar em volta, toda coberta. E a parte polar vai ficar toda para fora. Essa parte polar que está para fora vai interagir com quem?	Metafórico	
	SDi09.13	A: Com a água!	Dêitico	
	SDi09.14	P: Com a água.	Sem gestos	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi09.15	Então, por exemplo: minha mão está suja de gordura, eu passo o sabão, vai formar um negócio desse. Na hora que eu lavo,	Icônico	Exemplificação
	SDi09.16	a água vai levar embora, porque ela terá uma interação com essa parte aqui. Certo?	Metafórico	
	SDi09.17	Então aqui, a gente acrescenta sabão e observa a dissolução da sujeira.		Explicação
	SDi09.18	A sujeira começa a interagir com o sabão.	Metafórico	
	SDi09.19	Vai começar... O sabão vai descer, a sujeira vai subir e vai começar a ter uma interação.	Metafórico / Icônico	
	SDi09.20	Vai formando esses... essas	Dêiticos	
	SDi09.21	bolas que a gente chama de micelas, vai começar a formar.	Metafórico	
	SDi09.22	A parte apolar das moléculas vai		
	SDi09.23	começar a interagir com a gordura.	Metafórico	
	SDi09.24	Estão vendo? Elas estão formando essas micelas;	Dêitico	
	SDi09.25	Essas partes aqui são as polares dentro vai ficar as partes apolares. Tudo bem?	Icônico	
	SDi09.26	Ai aqui são as micelas que eu falei, têm várias formando.	Dêitico	Descrição molecular
	SDi09.27	Com a formação das micelas solúveis em água dessa forma pode-se eliminar a sujeira da superfície. Observa-se que quando realizemos a limpeza de uma superfície auxiliamos a atuação do sabão esfregando a superfície.	Sem gestos	
	SDi09.28	Porque? Para ajudar! Se a gente deixar	Batimento	Exemplificação
	SDi09.29	com gordura e jogar sabão,	Icônico	
	SDi09.30	vai limpar? Vai! Mas, vai demorar mais.	Batimento	
	SDi09.31	Porque? Até que começar a entrar em contato o sabão com a gordura,	Batimento / Dêitico	
	SDi09.32	formar a micela com água. O que a gente faz?	Batimento	
	SDi09.33	A gente esfrega para acelerar isso e	Icônico	
	SDi09.34	o contato ser mais rápido. Tudo bem?	Batimento	
	SDi09.35	Aqui, é uma forma ... representação da micela ampliada, que foi isso aqui que eu desenhei.	Dêitico	Descrição molecular

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi09.36	Vou ter a parte de dentro, a cadeia apolar e a parte polar. Certo? Alguma dúvida?	Ícônico / Metafórico	
10	SDi10.01	P: Têm três questões que a gente vai responder junto! Vou dar um tempinho para vocês pensarem e a gente conversa.	Batimento	
	SDi10.02	Quais os principais produtos químicos utilizados para a produção/fabricação do sabão?		Descrição
	SDi10.03	A: Inaudível		Descrição molecular
	SDi10.04	P: Hã?		
	SDi10.05	A: Hidróxido de sódio ou de potássio.		
	SDi10.06	P: O que vocês fariam com o hidróxido de sódio ou de potássio para formar o sabão?		Generalização
	SDi10.07	A: Solução básica.		
	SDi10.08	P: A solução básica já são os hidróxidos. O hidróxido de sódio ou de potássio já são as soluções básicas.		
	SDi10.09	O que eu reage com eles?		Descrição molecular
	SDi10.10	A: Óleo ou uma gordura.		
	SDi10.11	P: Um óleo ou uma gordura.		
	SDi10.12	P: Como se chama a reação na qual NaOH reage com gordura para formar sabão?		Definição
	SDi10.13	A: Reação de saponificação.		
	SDi10.14	P: Reação de saponificação. Foi a reação que a gente viu para a formação do sabão.		
	SDi10.15	P: Bom. Como vocês acham que o sabão limpa? Agora vocês todas já entenderam. Mais ou menos falei meio difícil.		Descrição molecular
	SDi10.16	A: A parte polar reage com polar.		Explicação
	SDi10.17	P: Isso. A parte apolar do sabão vai reagir com...		
	SDi10.18	A: Gordura		
	SDi10.19	P: a sujeira.		
	SDi10.20	P: E o que vai acontecer com a parte polar?	Metafórico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi10.21	A: Vai reagir com a água.		
	SDi10.22	P: Vai reagir com a água e vai acabar sendo levada. Certo?		

APÊNDICE M: TABELA DE TRANSCRIÇÕES DE SABÕES E DETERGENTES

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
1	SDi01.01	P: A gente viu bastante coisas das sacolas, vocês viram a parte de polimerização. Viram vários polímeros diferentes. E o objetivo da atividade que vamos fazer é justamente identificar os monômeros que eram aquelas unidades que se repetiam várias vezes? Nós vamos usar um programa	Sem gestos	Descrição
	SDi01.02	que é este programa. Ele chama Jmol		
	SDi01.03	e esse programa é um visualizador de moléculas 3D,		
	SDi01.04	três dimensões.		
2	SDi02.01	P: Para começar a falar disso nós vamos falar de alguns tipos de representação de moléculas.		
	SDi02.02	Vocês já viram alguma dessas estruturas?	Dêiticos	Descrição molecular
	SDi02.03	A: Inaudível	Sem gestos	
	SDi02.04	P: Provavelmente vocês já viram algumas, mas não todas. Aqui são vários tipos de representação de estruturas de moléculas. Tá bom? A gente vai falar um pouquinho das mais usuais até a gente chegar na representação de três dimensões.	Batimento	
	SDi02.05	As mas mas estão aqui. Aqui a gente tem essa estrutura de forma condensada,	Dêitico	
	SDi02.06	a gente está colocando os átomos. Está condensada! Não estamos colocando as ligações, só os (inaudível).	Sem gestos	Explicação
	SDi02.07	Aliás nós temos as mesmas moléculas em todos os casos representadas por formas estruturais diferentes, representações diferentes!		Generalização
	SDi02.08	Então, nessa primeira que é a condensada,	Dêitico	Descrição molecular
	SDi02.09	essa segunda que vocês já trabalharam, que vocês tem em química orgânica agora que é a fórmula de traços.	Dêitico	
	SDi02.10	Aqui a gente tem uma estrutura parecido com a forma de traços,	Dêitico	
	SDi02.11	só que aqui	Batimento	Explicação
	SDi02.12	vocês já veem que tem uma angulação dessas ligações diferentes. Já está levando em consideração elementos que não estão sendo considerados	Icônico	
	SDi02.13	nessas duas moléculas das primeiras representações.	Icônico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi02.14	Vamos falar que elementos são esses!	Batimento	Descrição molecular
	SDi02.15	Do lado dela tem essa que tem forma estrutural espacial que também	Dêitico	
	SDi02.16	tem a mesma forma que está, mas que tem um elemento a mais.	Dêitico / Metafórico	
	SDi02.17	Tem essas cunhas que a gente chama...	Dêitico / Icônico	
	SDi02.18	uma cunha mais escura, uma cunha tracejada	Icônico	
	SDi02.19	que vão dar mais informações sobre a molécula que não estão sendo	Sem gestos	Explicação
	SDi02.20	dadas nessas outras estruturas. Tudo bem?	Dêiticos	Explicação
	SDi02.21	E na ponta a gente têm essa estrutura em bastão. Vocês já viram ela? Elas são bastante usuais, elas são práticas de desenhar. Você omite	Dêiticos	Descrição molecular
	SDi02.22	os carbonos e os hidrogênios que são os principais constituintes das moléculas orgânicas,	Sem gestos	Explicação
	SDi02.23	elas são cadeias bem grandes.	Metafórico	Generalização
3	SDi03.01	Ali, você dá o foco principal para os grupos funcionais. A gente têm ali o OH.	Dêitico	Descrição molecular
	SDi03.02	Vocês lembram que função orgânica é o OH ligado ao Carbono?	Dêitico	Explicação
	SDi03.03	A: Inaudível	Sem gestos	
	SDi03.04	P: É o álcool, porque tem o OH ligado ao		
	SDi03.05	carbono você tem uma função que é o álcool.	Batimento	
4	SDi04.01	P: Então tá bom.	Batimento	Comparação
	SDi04.02	Vamos falar um pouco das diferenças dessas representações.	Batimento	
	SDi04.03	Essas duas primeiras representações:	Dêitico	
	SDi04.04	a fórmula condensada e a fórmula de traços.	Batimento	
	SDi04.05	Elas são bem parecidas,	Batimento	
	SDi04.06	elas estão mostrando que átomos estão contidos em uma molécula	Batimento	
	SDi04.07	e então essa daqui fala um pouco mais da (inaudível)	Dêitico	
	SDi04.08	Aqui têm três hidrogênios ligados no primeiro carbono.	Dêitico / Icônico	Descrição molecular

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi04.09	Aqui têm dois hidrogênios e	Dêitico / Icônico	
	SDi04.10	um oxigênio ligados a esse carbono	Dêitico / Icônico	
	SDi04.11	e um hidrogênio ligado ao oxigênio.	Dêitico / Icônico	
	SDi04.12	Mas, a molécula na verdade é uma estrutura	Sem gestos	Generalização
	SDi04.13	que não é uma estrutura plana, que a gente já falou aqui um pouquinho.	Batimento	
	SDi04.14	Ela é uma estrutura que é representada em três dimensões,	Metafórico	
	SDi04.15	ela tem um volume, ela tem uma profundidade	Metafórico	
	SDi04.16	e é um pouco difícil a gente representar isso em duas dimensões.	Metafórico	Exemplificação
	SDi04.17	É o caso das folhas do caderno	Batimento	
	SDi04.18	ou do lousa mesmo.	Dêitico	
	SDi04.19	Mesmo assim, a gente ainda pode tentar	Batimento	Generalização
	SDi04.20	representar uma estrutura 3D no 2D.	Batimento	
	SDi04.21	É o caso do desenho do cubo, por exemplo.	Batimento	Exemplificação
	SDi04.22	Vocês já desenharam o cubo?	Sem gestos	
	SDi04.23	P: (Inaudível)	Icônico	
	SDi04.24	Você coloca nele uma noção de profundidade.	Icônico	Comparação
	SDi04.25	Então, você tentar se aproximar de uma estrutura de três dimensões a partir de um ambiente que você têm duas dimensões. Então vamos lá.	Sem gestos	
	SDi04.26	Essas estruturas aqui ...opa	Dêitico	
	SDi04.27	Essas estruturas aqui elas já levam em consideração	Dêitico	
	SDi04.28	a geometria de uma molécula	Metafórico	
	SDi04.29	a organização do espaço,	Metafórico	
	SDi04.30	essas duas três estruturas aqui.	Dêitico	
	SDi04.31	Aliás, as três estruturas.	Dêitico	Definição
5	SDi05.01	P: Mas... Para falar um pouco mais dessa geometria	Batimento	
	SDi05.02	eu vou ter que recorrer a um outro modelo que é o modelo VSPER. Vocês já	Metafórico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
		viram em geometria molecular, lembram disso?		
	SDi05.03	A: Inaudível		
	SDi05.04	P: Esse modelo VSPER é um modelo que vai dizer...	Dêitico	
	SDi05.05	é um modelo de redução de pares de elétron na camada de valência.	Batimento	
	SDi05.06	Então, ele vai pegar várias estruturas	Metafórico	
	SDi05.07	e vai ver como esses átomos se organizam nessas estruturas.	Metafórico	
	SDi05.08	Então, aqui eu tenho alguns exemplos.	Dêitico	Generalização
	SDi05.09	Por exemplo, em uma molécula genérica	Dêitico	
	SDi05.10	achem os dois	Icônico / Metafórico	
	SDi05.11	um A ligado a dois XX.	Icônico / Metafórico	
	SDi05.12	Em uma molécula eu posso ter pares de elétrons não ligantes. No caso, todas as moléculas que estão representadas os elétrons todos estão sendo compartilhados em ligações covalentes que a gente já viu um pouquinho.	Icônico / Metafórico	
	SDi05.13	Se ele tiver	Dêitico	
	SDi05.14	um composto como esse daqui	Dêitico	
	SDi05.15	a gente vai ter essa fórmula linear,	Metafórico	
	SDi05.16	uma linha reta,	Metafórico	
	SDi05.17	ela vai se organizar assim no espaço.	Metafórico	
	SDi05.18	Agora, por exemplo se a gente têm o metano. Você lembra qual é a fórmula do metano?	Sem gestos	Exemplificação
	SDi05.19	A: Inaudível		
	SDi05.20	P: Não lembram? Vou desenhar aqui. A gente têm o metano que é o CH ₄ . Esse carbono se a gente desenhasse pela forma da estrutura de traços, a gente costuma desenhar ele assim. Certo?		
	SDi05.21	Vocês já viram um metano desenhado desse jeito, provavelmente?	Dêitico	
	SDi05.22	Então, desenhar uma estrutura desse jeito não diz muito da geometria, a organização espacial dessa molécula.	Sem gestos	Descrição molecular

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi05.23	Na verdade o metano não é uma cruz, eu nunca vi isso aqui na parede.	Icônico	
	SDi05.24	Então, vamos pensar aqui. O carbono faz quantas ligações mesmo?	Sem gestos	Definição
	SDi05.25	A: Quatro.		
	SDi05.26	P: Faz quatro ligações.		
	SDi05.27	Então, olha esse modelo aqui. Ele é um modelo do metano, eu tenho um carbono	Dêitico	Exemplificação
	SDi05.28	e aqui	Dêitico / Metafórico	
	SDi05.29	e aqui esse X é substituído pelo hidrogênio.	Dêitico / Metafórico	
	SDi05.30	Então, quando estiver em uma molécula um carbono ligado a quatro hidrogênios		Generalização
	SDi05.31	ele vai ter essa forma geométrica,	Icônico	
	SDi05.32	essa organização geométrica	Icônico	
	SDi05.33	que é a do tetraedro. Tá bom?	Dêitico	
	SDi05.34	Ele vai formar um tetraedro espacialmente, ok?	Icônico / Metafórico	
	SDi05.35	Então, como eu falei, existem moléculas que nem todos os pares eletrônicos estão nas ligações químicas, estão sendo compartilhados. Nesses casos eles terão outras formas geométricas.	Metafórico	
	SDi05.36	Por exemplo, a água.	Sem gestos	Exemplificação
	SDi05.37	A água, vou desenhar aqui.	Batimento	
	SDi05.38	Na água nos temos lá o oxigênio ligado com o hidrogênio, mas você tem dois pares de elétrons que não compartilhados.	Sem gestos	Descrição molecular
	SDi05.39	Nesse caso, se todos estivessem compartilhados seria o caso do metano e formaria um tetraedro, mas como eu não tenho isso ele vai formar isso aqui que a gente chama de estrutura angular. Tudo bem?		Comparação
	SDi05.40	Porque isso acontece? Isso acontece porque os átomos que estão conectados em uma molécula eles se repelem e vão tender a ficar o máximo possível distante uns dos outros. Tudo bom?		Explicação
	SDi05.41	No caso do metano, por exemplo,		Exemplificação

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi05.42	ele vai ter	Dêitico	
	SDi05.43	uma angulação entre esses hidrogênios	Icônico	
	SDi05.44	de 109, 5 graus.	Metafórico	
	SDi05.45	E todas essas ligações vão ter essa distância, que é o máximo possível de distanciamento	Metafórico	Explicação
	SDi05.46	que esses átomos podem ter entre si. Tudo bem?	Metafórico	
	SDi05.47	Daí, justamente aqui a forma dele que é um tetraedro que está colocado aqui na ponta.	Dêitico	Generalização
	SDi05.48	Vocês olharam esse recado?	Dêitico	Exemplificação
	SDi05.49	A: Ahã	Sem gestos	
	SDi05.50	P: É uma piada bem ruizinha, que todo mundo faz. O carbono faz quatro ligações. Tudo bem?		
6	SDi06.01	Então tá. Nessas estruturas, o que tem de diferentes nelas?	Dêitico	Comparação
	SDi06.02	Nessa primeira, olha só como esse carbono está ali. Aquelas angulações, esses hidrogênios ligados, ele já tem como mostrar um tetraedro. Então tem um tetraedro sendo formado	Dêitico	
	SDi06.03	aqui na ponta, um tetraedro tentando se formar ali no meio,	Dêitico	
	SDi06.04	levando em consideração a geometria que o metano têm, que o carbono têm quando faz quatro ligações. Tudo bem?	Metafórico	Generalização
	SDi06.05	Só que ali no meio dessa estrutura,	Dêitico	Descrição molecular
	SDi06.06	além dessas angulações,	Icônico	
	SDi06.07	ele tem essa cunha escura e	Dêitico	
	SDi06.08	essa cunha tracejada.	Dêitico	
	SDi06.09	Essa cunha dá uma informação adicional para gente.	Batimento	
	SDi06.10	Vou usar bastante a lousa! Vou apagar aqui, tá bom? O que isso quer dizer? Vou pegar o exemplo que está aqui... vocês podem ver que eu não tenho muitas habilidades com o desenho. Eu sou meio analfabeto artístico. Então tá bom.	Sem gestos	Exemplificação
	SDi06.11	O que isso está dizendo pra gente?		Descrição molecular
	SDi06.12	Essa linha tracejada que a gente costuma trabalhar mais.	Dêitico	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi06.13	Essa linha tracejada ela indica que está parte da molécula está no plano da lousa.	Dêitico	
	SDi06.14	Então, aqui reta nesse plano.	Icônico	
	SDi06.15	Essa cunha escura ela está indicando	Dêitico	
	SDi06.16	que esse hidrogênio aqui e esse hidrogênio	Dêitico	
	SDi06.17	estão saindo do plano da lousa. Lembra que eu falei da organização em três dimensões?	Icônico	
	SDi06.18	Então, pensa que esse hidrogênio está saindo aqui. Tá bom?	Icônico	
	SDi06.19	Se essa parte aqui tracejada está junto ao plano da lousa,	Dêitico	
	SDi06.20	esse hidrogênio está saindo do plano da lousa,	Icônico	
	SDi06.21	está chegando próximo de vocês aqui. E essa linha tracejada diz que ele está	Dêitico	
	SDi06.22	entrando no plano da lousa, é como se ele	Icônico	
	SDi06.23	estivesse recuando aqui.	Icônico	
	SDi06.24	Então, é mais uma maneira de tentar representar aqui,	Batimento	Explicação
	SDi06.25	uma maneira um pouco mais eficaz de tentar representar como esses átomos		
	SDi06.26	estão dispostos pelo espaço. Até aqui alguma dúvida?	Metafórico	
7	SDi07.01	Então tá.	Batimento	Generalização
	SDi07.02	P: A gente começou a mostrar formar de	Batimento	
	SDi07.03	você representar estruturas	Batimento	
	SDi07.04	tridimensionais em meio bidimensional,	Batimento	
	SDi07.05	que é o da louça e do projetor.	Dêitico	
	SDi07.06	O projeto projeta 3D, mas o que a gente mostrou foram formas que a gente representa em duas dimensões.	Dêitico	
	SDi07.07	Mas a gente vai trabalhar com um programa que representa em três dimensões.	Dêitico	Descrição
	SDi07.08	Tá. Esse programa... o nome dele é Jmol. Ele é um programa de código aberto. O que é isso? É um programa feito em Java, uma linguagem de programação,	Dêitico	
	SDi07.09	e ele funciona em diversos sistemas operacionais.	Batimento	
	SDi07.10	Windows, Mac, Linux... funciona em todos eles.	Batimento	
	SDi07.11	Ele é um programa de visualização de moléculas.	Batimento	
	SDi07.12	Você pode desenhar uma molécula colocar por exemplo em um site, no caso	Batimento	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
		vocês vão mexer,		
	SDi07.13	e ver essa molécula em três dimensões como se comporta.	Metafórico	
8	SDi08.01	P: Coisas importantes para a gente saber sobre esse programa antes de ir para a aula.	Batimento	Descrição molecular
	SDi08.02	Vocês estão vendo várias bolas coloridas. Isso não quer dizer que o oxigênio seja vermelho e que o nitrogênio seja azul e que o carbono seja cinza. Isso na verdade são conversões que a gente toma.	Dêitico	
	SDi08.03	Esse tipo de representação que a gente vai ver daqui a pouco	Dêitico	
	SDi08.04	é o de bola e bastão e	Batimento	
	SDi08.05	a gente convencionou algumas cores para os átomos que a gente usa	Batimento	
	SDi08.06	nessas moléculas. Os átomos que	Dêitico	
	SDi08.07	mais aparecem	Batimento	
	SDi08.08	em moléculas orgânicas são o carbono e o hidrogênio.	Batimento	
	SDi08.09	O que a gente mais vai ver é o cinza e o branco que são usados para vários programas,	Batimento	
	SDi08.10	mas é só convenção. Tudo bem?	Batimento	
	SDi08.11	E tem ali. Do que a gente vai trabalhar a gente não	Dêitico	
	SDi08.12	vai sair de longe desses átomos. Acho que o cloro vai aparecer em uma estrutura,	Dêitico	
	SDi08.13	o cloro ele é verde, mas na apostila de vocês está escrita a cor de cada um. E também,	Batimento	
	SDi08.14	tem as coisas que a gente pode fazer no programa	Batimento	Descrição
	SDi08.15	estão todas escritas na apostila.	Batimento	
	SDi08.16	Eu vou retomar algumas coisas aqui, mas vocês podem retomar na apostila e até perguntar para a gente no laboratório de informática. Então tá	Batimento	
9	SDi09.01	P: A gente falou das cores das moléculas	Batimento	Explicação
	SDi09.02	e também	Batimento	
	SDi09.03	a gente mostrou vários tipos de representação de moléculas em duas dimensões,	Batimento	
	SDi09.04	algumas tentando se aproximar da representação em três dimensões	Batimento	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi09.05	só que os modelos em três dimensões	Batimento	
	SDi09.06	também não existe um modelo só tridimensional, existem vários modelos.	Batimento	
	SDi09.07	A utilização desse modelo em detrimento de outro vai depender da finalidade que você tem.	Batimento	
	SDi09.08	Por exemplo, o mais utilizado, o que mais aparece em livros é esse modelo da bola e bastão. Acho que vocês já chegaram a ver em livros em outro lugar. Só que este modelo, por exemplo, se você quiser saber	Dêitico	Descrição molecular
	SDi09.09	o volume, se aproximar do volume real do átomo.	Metafórico	
	SDi09.10	Porque ali os átomos estão parados em forma de bolinhas	Metafórico	
	SDi09.11	essas bolinhas têm até tamanhos diferentes, mas são tamanhos meio que arbitrário. Se você quiser se aproximar do volume real que esse átomos ocupam,	Icônicos	
	SDi09.12	você pode usar esse modelo aqui da ponta que é um modelo de preenchimento do espaço,	Dêitico	
	SDi09.13	formam essas bolhas. Para o que a gente vai fazer	Icônicos	
	SDi09.14	é meio difícil enxergar a formação da molécula para depois identificar o monômero	Batimento	
	SDi09.15	esse modelo de	Dêitico	
	SDi09.16	preenchimento e espaço eu não acho muito legal,	Batimento	
	SDi09.17	acho um pouco mais difícil, tudo bem? E também que não gostou das bolinhas e conseguir enxergar melhor	Batimento	
	SDi09.18	tem esse outro modelo, que é o modelo dos bastões que ele mostra a ligação ali	Icônicos	
	SDi09.19	e só colori	Dêitico	
	SDi09.20	só coloca a cor ali do lado	Dêitico	
	SDi09.21	equivalente. O pretinho ali dos hidrogênios. Tudo bem? Esses não são os únicos tipos de representação em 3 D.	Dêitico	
	SDi09.22	Esses estão na apostila de vocês. No programa quando vocês mexerem vocês podem transformar para diferentes modelos. Tá bom.	Dêitico	
	SDi09.23	podem escolher qual vocês vão utilizar.	Batimento	
	SDi09.24	Existem outros que a gente não vai trabalhar aqui, porque também não é o foco do minicurso para as atividades que vamos fazer. Mas, por exemplo,	Batimento	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi09.25	nesses modelos a gente não está enxergando os elétrons.	Dêitico	
	SDi09.26	E os elétrons são parte fundamental da química, com todas as ligações que você vê, a ligação covalente (inaudível) Existem modelos que se preocupam com essas distribuições dos elétrons.	Sem gestos	Generalização
	SDi09.27	Aqui, inclusive, eu peguei de um livro,		Descrição molecular
	SDi09.28	esses aqui são modelos, representações que mostram a distribuição dos elétrons. Aqui essa molécula é a canfora usadas no (inaudível)		Descrição
	SDi09.29	Esse livro é bem legal ele chama "O mesmo e o não mesmo" de Roald Hoffmann. Ele é um livro que vai falar bastante sobre química		Explicação
	SDi09.30	e começa a falar um pouco dessa evolução ou não evolução que ele chama dos modelos de representação para chegar até aqui. Ele fala justamente o que eu falei. Alguns físico-químicos falavam que tínhamos que ver os elétrons, vamos fazer um modelo que mostrem os elétrons,		
	SDi09.31	ou senão, o modelo que eu mostrei para vocês a molécula fica paradinha.	Metafórico	Descrição molecular
	SDi09.32	Só que o átomo não fica parado no espaço,	Metafórico	Generalização
	SDi09.33	ele se mexe,	Metafórico	
	SDi09.34	ele vibra.	Metafórico	
	SDi09.35	Ele tem vários movimentos que não estão mostrados naqueles modelos.	Batimento	Explicação
	SDi09.36	Então, outros modelos que representavam esses	Batimento	
	SDi09.37	esses movimentos dos átomos também foram desenvolvidos. Ele mesmo diz no livro, você usar um modelo em detrimento de outro vai depender	Metafórico	
	SDi09.38	da finalidade que você quer. Tudo bem.	Batimento	
10	SDi10.01	P: Então tá. Agora eu vou abrir algumas moléculas com vocês nesse programa (Jmol)	Batimento	Descrição
	SDi10.02	e vou mostrar algumas utilidades que a gente vai usar e que vocês também vão usar no laboratório de informática. Eu vou colocar inclusive na internet e vou passar o site para vocês aqui do LAPEQ. Se vocês quiserem anotar na apostila de vocês, porque não está na apostila. É quimica.fe.usp.br . Quando estiverem aqui (música do site). O que é isso?	Batimento	

SDi	TURNO	DESCRIÇÃO	CAT. GESTUAL	CAT. EPISTÊMICA
	SDi10.03	A1: É a página inicial.	Sem gestos	
	SDi10.04	A2: É o vídeo do lado.		
	SDi10.05	P: Aí, quando vocês entrarem no site do laboratório de química, laboratório digital, daí vocês entram na biblioteca de estruturas. As estruturas que a gente vai trabalhar são essas que estão aqui. São as últimas que foram catalogadas.		
	SDi10.06	As estruturas que a gente vai ver estão escritas no manual que vocês vão ver lá no laboratório.	Batimento	