



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MAYSA DE FÁTIMA MORAES FRAUZINO

**SIGNIFICADOS DE SOLUBILIDADE MANIFESTADOS POR
MEIO DAS REPRESENTAÇÕES VERBAL E GESTUAL DE
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Londrina
2018

MAYSA DE FÁTIMA MORAES FRAUZINO

**SIGNIFICADOS DE SOLUBILIDADE MANIFESTADOS POR
MEIO DAS REPRESENTAÇÕES VERBAL E GESTUAL DE
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Frauzino, Maysa de Fátima Moraes.

SIGNIFICADOS DE SOLUBILIDADE MANIFESTADOS POR MEIO DAS REPRESENTAÇÕES VERBAL E GESTUAL DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO / Maysa de Fátima Moraes Frauzino. - Londrina, 2018.
178 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Laburú.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Diversidade representacional - Tese. 2. Representação gestual e verbal - Tese. 3. Ensino de solubilidade - Tese. 4. Experimentação em química - Tese. I. Laburú, Carlos Eduardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

MAYSA DE FÁTIMA MORAES FRAUZINO

**SIGNIFICADOS DE SOLUBILIDADE MANIFESTADOS POR
MEIO DAS REPRESENTAÇÕES VERBAL E GESTUAL DE
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dra. Wanda Naves Cocco Salvadego
Núcleo Regional de Educação - Maringá

Prof. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 16 de fevereiro de 2018.

Dedico este trabalho em memória aos meus queridos avós Jovelina, João, Abel, Júlio e Jurinda; a minha priminha Júlia (in memória); aos meus pais José e Iraci; ao meu irmão Júlio; a toda minha família e amigos, por contribuírem, torcerem e acreditarem em mim. A vocês todo meu respeito, admiração e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir minha admissão no Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática e também, por me conceder a Graça de concluir o Mestrado. A conclusão desse Mestrado, é uma realização profissional e pessoal muito importante e esperada por mim!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú, por me aceitar em seu grupo de pesquisa como sua orientanda, por acreditar e confiar em minha pesquisa, e também pela paciência, amizade, ensinamentos e “puxões de orelha” durante esse período de dois anos. Professor, saiba que foi uma honra ser orientada por você, exemplo de profissional e grande divulgador da Educação Científica em nosso país. Obrigada pelos ensinamentos no decorrer da construção e realização desta dissertação!

A todos os professores do Programa PECEM, pelas contribuições à minha formação, pela disponibilidade em sempre querer ajudar e pelo harmonioso convívio durante esse tempo.

A minha professora e amiga desde a graduação, Prof. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti, por aceitar o convite em ser minha banca. Gostaria de manifestar aqui, minha gratidão por todos os ensinamentos durante a graduação em Química Licenciatura e também, por suas contribuições no decorrer da pesquisa.

A professora Dra. Wanda Naves Cocco Salvadego, por aceitar tão prontamente o convite em ser a minha banca, ainda que via e-mail e sem me conhecer pessoalmente. Agradeço pelas contribuições e por sua disponibilidade.

Aos meus colegas (irmãos) de orientação, agradeço por todas as sugestões e questionamentos durante o delineamento da dissertação. Este período de dois anos ao lado dos colegas do grupo de pesquisa (GP), foi muito gratificante e de grande valia para essa minha longa, árdua e prazerosa jornada acadêmica que se inicia. Guardarei- os com muito carinho em meus pensamentos.

A professora do IFPR que, generosamente e prontamente aceitou participar da realização da pesquisa. Muito obrigada pela disponibilidade do seu conhecimento e tempo para com este projeto.

Aos meus amigos(as) e familiares, por serem pacientes e tolerantes com as minhas ausências, cujas justificativas eram sempre as mesmas: a falta de

tempo. Obrigada por tudo!

Gostaria ainda, de agradecer aos meus anjos especiais, meus avós (Júlio, Jurinda, Abel, Jovelina e João), por estarem a todo momento cuidando e intercedendo por mim do céu. Só Deus sabe a falta que vocês me fazem! Aos meus pais (Iraci e José) e ao meu irmão (Júlio), por nunca duvidarem da minha capacidade e força de vontade em me tornar Mestre em Ensino de Ciências. A você Júlia, minha prima querida, que mesmo jovem e tão sábia, foi morar junto de Deus. Você escolheu a nossa família para amar e nos ensinou o verdadeiro sentido da palavra amor. Graças a você, sei que devemos seguir em frente sempre sorrindo, independentemente das dificuldades.

Um agradecimento especial a meu amigo e companheiro Wesley, que em meus momentos de desespero, devaneios, tristeza e fraqueza, estava sempre por perto, acreditando, estendendo suas mãos e seu ombro amigo, nunca deixando-me esquecer do quão maravilhoso Deus é.

À Fundação CAPES, que oportunizou, durante esses 24 meses, que eu me dedicasse exclusivamente à pesquisa, mediante auxílio financeiro.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

FRAUZINO, Maysa de Fátima Moraes. **Significados de Solubilidade manifestados por meio das representações verbal e gestual de estudantes do Ensino Médio**. 2018. 178. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

A utilização de estratégias de ensino embasadas na Diversidade Representacional, além de conferir benefícios motivacionais, conduz o estudante a um melhor entendimento do conteúdo científico a ser trabalhado. Com isso, podemos inferir que este referencial pode ser didaticamente explorado na educação científica, com o intuito de promover a aprendizagem com um maior significado pois, como bem se sabe, a aprendizagem é caracterizada por um processo contínuo e organizado. Dentre as modalidades representacionais pretendidas e investigadas nesta pesquisa, destacam-se os modos verbais (oral e escrita), gestual (gestos e gesticulação) e a experimentação. Esta pesquisa, de cunho qualitativo, descritivo e interpretativo, foi realizada com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, de um Instituto Federal do Paraná. Dentre os objetivos centrais que abarcaram a pesquisa tem-se: descrever e analisar quais as divergências de aprendizagem de estudantes em relação ao conteúdo Solubilidade, mediante os modos representacionais verbal e gestual; buscar indícios de quais as maiores dificuldades encontradas pelos estudantes, quando estes saem da sala de aula e adentram o laboratório de química; entender qual a dinâmica estabelecida nesta pesquisa, quando da integração dos gestos e verbalização no laboratório; utilizar as categorias propostas por Kendon (2004) para identificar os gestos manifestados pelos estudantes no decorrer das atividades experimentais. O problema de pesquisa pretendido por nós, foi investigar quais os equívocos (falhas) e acertos manifestados por estudantes do Ensino Médio acerca dos conceitos de solubilidade, à luz de suas interações verbais e gestuais. Para a coleta de informações e análise dos resultados, a pesquisadora videogravou um total de seis aulas, sendo duas delas em sala e quatro no laboratório de química. A pesquisa compreendeu duas etapas distintas, categorizadas por: momento sala de aula e momento laboratório didático I e II. Os estudantes pertencentes ao estudo, fazem referência somente aos que participaram de ambas etapas. No momento laboratório didático I, tivemos a realização de quatro atividades experimentais em grupos e no momento II, os mesmos quatro experimentos, contudo, os estudantes foram analisados individualmente, isto é, um representante de cada grupo. O cerne deste estudo se concentrou nas interações discursivas entre professora e estudantes, entre os próprios estudantes e, em uma segunda instância, nas gesticulações, gestos instantâneos e interações discursivas de estudantes no ambiente empírico. Dentre os resultados encontrados têm-se que na sala de aula, os estudantes deram indícios de boa compreensão do conteúdo. Em relação ao trabalho realizado no laboratório pelos estudantes em grupo e individualmente, tivemos praticamente a manifestação dos mesmos equívocos e acertos, além de fortes tendências a generalizações. Ao correlacionarmos o momento sala de aula com os experimentos realizados nos momentos laboratório didático I e II, depreendemos que os estudantes que denotaram maior interatividade em sala de aula, também se sobressaíram verbal e gestualmente no decorrer das atividades experimentais. Uma outra observação oriunda de nossas análises foi que os estudantes pareceram interiorizar o conteúdo, porém, sem muito significado.

Podemos atribuir tais inconsistências a fatores como: ao conhecimento assistemático dos estudantes muito arraigado em sua estrutura cognitiva; generalizações em demasia no tocante ao conteúdo; falta de atenção; não articulação entre os momentos sala de aula e laboratório; trocas e/ou integrações representacionais indevidas. Em outras palavras, a grande maioria dos estudantes não foram ensinados e conseqüentemente, inseridos em uma cultura de diversidade representacional. Esta dissertação procurou mostrar que as componentes verbal e gestual foram descritas e analisadas, no sentido de propiciar informações pertinentes que contribuam com a área educacional.

Palavras-chave: Diversidade representacional. Representação gestual e verbal. Ensino de solubilidade. Experimentação em química. Ensino médio.

FRAUZINO, Maysa de Fátima Moraes. **Meanings of Solubility manifested through the verbal and gestural representations of High School students.** 2018. 178. Dissertation (Master Degree in Teaching of Sciences and Mathematical Education) State University of Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The use of teaching strategies based on Representational Diversity, besides conferring motivational benefits, leads the student to a better understanding of the scientific content to be worked on. Thereby, we can infer that this referential can be didactically explored in science education, in order to promote learning with a greater meaning because, as is well known, learning is characterized by a continuous and organized process. Among the representational modalities sought and investigated in this research, we highlight the verbal (oral and written) and gestural (gestures and gesticulation) modes and experimentation. This research, which presents qualitative, descriptive and interpretive characteristics was carried out with students from the third year of high school, from a Federal Institute of Paraná. The main objectives of the research were: to describe and analyze the differences in students' learning regarding Solubility content, through verbal and gestural representational modes; to seek indications of the greatest difficulties encountered by the students as they leave the classroom and enter the chemistry laboratory; understand the dynamics established in this research, when integrating the gestures and verbalization in the laboratory; to use the categories proposed by Kendon (2004) to identify the gestures manifested by the students during the experimental activities. The research problem we sought was to investigate the misconceptions (failures) and correct answers shown by students of the High School about the concepts of solubility, in the light of their verbal and gestural interactions. In order to collect information and analyze the results, the researcher videotaped a total of six classes, two at the classroom and four at the chemistry laboratory. The research comprised two distinct stages, categorized by: classroom moment and didactic laboratory moments I and II. The students belonging to this study refer only to those who participated in both stages. At the didactic laboratory moment I, we had the perform of four experimental activities in groups, and at the didactic laboratory moment II, the same four experiments, however, the students were analyzed individually, that is, one representative of each group. The core of this study focused on the discursive interactions among teacher and students, among the students themselves and, in a second instance, on the gesticulations, instantaneous gestures and discursive interactions of students in the empirical environment. Among the results found, it was observed that in the classroom, the students gave indications of a good understanding of the content. In relation to the work done in the laboratory by the students in group and individually, we had practically the manifestation of the same misunderstandings and correct answers, in addition to strong tendencies to generalizations. When we correlated the classroom moment with the experiments carried out in the didactic laboratory moments I and II, we infer that the students who showed greater interactivity in the classroom also excelled verbally and gesturally during the experimental activities. Another observation from our analysis was that the students seemed to internalize the content, but without much meaning. We can attribute such inconsistencies to factors such as: to the unsystematic knowledge of students deeply rooted in their cognitive structure; generalizations regarding content;

lack of attention; non-articulation between the classroom and laboratory moments; improper representational exchanges and/or representational integrations. In other words, the vast majority of the students were not taught and consequently embedded in a culture of representational diversity. This dissertation sought to show that the verbal and gestural components were described and analyzed, in order to provide pertinent information and contribute to the educational field.

Key words: Representational diversity. Verbal and gesture representation. Teaching of solubility. Experimentation in chemistry. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Esquema – síntese dos assuntos abordados no conteúdo Solubilidade.....	23
Figura 2 –	Classificação com as tipologias dos gestos proposta por Kendon (2004).....	50
Figura 3 –	Diagrama – síntese da classificação dos Gestos Pragmáticos, de acordo com Kendon (2004).....	65
Figura 4 –	Diagrama – síntese da classificação dos Gestos Referenciais, de acordo com Kendon (2004).....	66
Figura 5 –	Um exemplo de <i>frame</i>	66
Figura 6 –	Gesto dêitico realizado por E ₂₆ em direção ao quadro.....	78
Figura 7 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesto dêitico por E ₆ , <i>frame</i> à direita: gesticulação de E ₄ e E ₆	90
Figura 8 –	Respostas do G ₁ para o experimento A ₁	92
Figura 9 –	Montagem da Tabela realizada pelo G ₁ para o experimento A ₁	92
Figura 10 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesto de ação e modo por E ₁ e E ₆ , <i>frame</i> à direita: gesticulação de E ₅	102
Figura 11 –	Respostas do G ₁ para o experimento A ₂	103
Figura 12 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesticulação de E ₈ e E ₁₀ , <i>frame</i> à direita: gesticulação de E ₈	112
Figura 13 –	Respostas do G ₂ para o experimento B ₁	113
Figura 14 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesticulação de E ₂₀ , <i>frame</i> à direita: gestos de ação e modelagem por E ₁₇	117
Figura 15 –	Respostas do G ₃ para o experimento B ₂	118
Figura 16 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesto de ação por E ₁ , <i>frame</i> à direita: gesto dêitico por E ₁	129
Figura 17 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesto dêitico por E ₁ , <i>frame</i> à direita: gesto de ação por E ₁ , <i>frame</i> abaixo: gesto de ação por E ₁	136
Figura 18 –	<i>Frame</i> à esquerda: gesticulação de E ₈ , <i>frame</i> à direita: gesto performativo por E ₈ , <i>frame</i> abaixo: gesto dêitico por E ₈	141

Figura 19 – *Frame* à esquerda: gesto de descrição figurativa por E₁₆,
frame à direita: gesto de ação por E₁₆, *frame* abaixo: gesto
de modelagem por E₁₆..... 151

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFPR	Instituto Federal do Paraná
UEL	Universidade Estadual de Londrina
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	16
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
1.1	O QUE DIZEM OS ARTIGOS NO QUE CONCERNE A SOLUBILIDADE.....	20
1.2	A DIVERSIDADE REPRESENTACIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	23
1.3	A INFLUÊNCIA DAS INTERAÇÕES VERBAIS EM SALA DE AULA.....	29
1.4	AS FUNCIONALIDADES DO LABORATÓRIO DIDÁTICO.....	33
1.5	A EXPERIMENTAÇÃO COMO UM MODO REPRESENTACIONAL E SUA RELAÇÃO COM O CONTEÚDO.....	37
1.6	UMA BREVE INTRODUÇÃO À COMPONENTE GESTUAL.....	40
1.6.1	Gestos e Gesticulação no Ensino de Ciências e seu Emprego em Atividades Empíricas.....	44
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
2.1	PARTICIPANTES, PARTE AMOSTRAL E CODIFICAÇÃO DOS ESTUDANTES...	51
2.2	COLETA DAS INFORMAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	52
2.3	CARACTERIZANDO O ESPAÇO FÍSICO DA ESCOLA.....	54
2.4	ORGANIZAÇÃO DAS AULAS.....	55
2.4.1	Apresentação do Formato de Aula Desenvolvido no Momento Sala de Aula.....	55
2.4.1.1	Tipos de representações utilizados no momento sala de aula.....	57
2.4.2	Apresentação das Atividades de Ensino Desenvolvidas no Laboratório Didático.....	57
2.4.2.1	Atividade experimental A ₁	58
2.4.2.2	Atividade experimental A ₂	59
2.4.2.3	Atividade experimental B ₁	60
2.4.2.4	Atividade experimental B ₂	60
2.5	MOMENTO LABORATÓRIO DIDÁTICO I.....	61
2.6	MOMENTO LABORATÓRIO DIDÁTICO II.....	62
2.7	PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DOS SIGNIFICADOS E INSTRUMENTO ANALÍTICO UTILIZADO.....	64

3	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	68
3.1	INTERAÇÕES VERBAIS E ANÁLISE DOS EPISÓDIOS – MOMENTO INSTRUCIONAL SALA DE AULA.....	68
3.2	INTERAÇÕES VERBAIS, DESCRIÇÃO E ANÁLISES DO MOMENTO INSTRUCIONAL LABORATÓRIO DIDÁTICO I.....	81
3.3	INTERAÇÕES VERBAIS, DESCRIÇÃO E ANÁLISES DO MOMENTO INSTRUCIONAL LABORATÓRIO DIDÁTICO II.....	120
3.3.1	As Interações Verbais, Descrição e Análise do E ₁ Referente ao Experimento A ₁	120
3.3.2	As Interações Verbais, Descrição e Análise do E ₁ Referente ao Experimento A ₂	129
3.3.3	As Interações Verbais, Descrição e Análise do E ₈ Referente ao Experimento B ₁	136
3.3.4	As Interações Verbais, Descrição e Análise do E ₁₆ Referente ao Experimento B ₂	141
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155
	REFERÊNCIAS.....	161
	APÊNDICES.....	170
	APÊNDICE A - Ficha experimental da atividade A ₁ realizada no Laboratório de Química.....	171
	APÊNDICE B - Ficha experimental da atividade A ₂ realizada no Laboratório de Química.....	172
	APÊNDICE C - Ficha experimental da atividade B ₁ realizada no Laboratório de Química.....	173
	APÊNDICE D - Ficha experimental da atividade B ₂ realizada no Laboratório de Química.....	175
	APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de participação dos estudantes na pesquisa, aceito pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina.....	176

INTRODUÇÃO

A apropriação dos conteúdos científicos na escola acontece, prioritariamente, nas formas verbal oral e escrita. Não obstante, para Kim, Roth e Thom (2011) durante a instrução de jovens, os educadores científicos devem ultrapassar e repensar a imagem rotineira estática e abstrata de ensinar e aprender ciências, pautada tão somente na representação verbal. Engajados em superar a visão unirrepresentacional adquirida pela ciência nos últimos anos, coloca-se a perspectiva de estudiosos do programa de pesquisa em ensino, ao priorizar o uso variado e integrado de distintas formas e modos de representar o conhecimento científico (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRIP, 2006).

Pimenta e Ghedin (2006) mencionam que, se o professor tem o intuito de trabalhar e planejar em suas aulas, situações em que o estudante seja capaz de estruturar e analisar suas ideias, seus acertos e falhas, de forma a atuar na resolução de problemas, de modo a refletir acerca de suas ações e pensamentos, é necessário que o processo formativo dos professores contenha as mesmas características. Diante disso, pode-se concluir que para inovar e modificar o ensino de crianças e jovens é preciso também, promover mudanças na formação inicial e continuada de professores.

Os estudantes costumam explicar qualquer situação ou conceito que lhes é apresentado a partir de seus conhecimentos prévios, isto é, sua química, física ou biologia particular e intuitiva. Assim sendo, os estudantes, ao invés de reinterpretarem seus conhecimentos prévios em virtude dos conceitos científicos, conduzem-se a fazer o contrário: a apropriação da ciência aos seus conhecimentos cotidianos (POZO; CRESPO, 2009).

Em decorrência ao que foi dito anteriormente, vários pesquisadores concordam que a aprendizagem de conhecimentos científicos passa pela atuação gestual e, devido a isso, existem estudos que exploram a importância dos gestos para o ensino e a aprendizagem. Com isso, têm-se que os gestos expressam ideias, sejam elas intencionais ou não (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015).

Nos parágrafos que seguem, explanamos o porquê da escolha pelo conteúdo Solubilidade, assim como a utilização das representações verbal e gestual nesta investigação. Ao analisar alguns livros didáticos, percebemos que o referido conteúdo é retratado de forma superficial e o enfoque dado volta-se a parte

matemática, isto é, a utilização de fórmulas e equações que diz respeito aos cálculos para o preparo de soluções. Devido a esse fato, iniciamos aqui um estudo acerca da nossa reflexão de como trabalhar o referido conteúdo com estudantes do Ensino Médio, de modo a contribuir para que estes estudantes consigam se apropriar desse conhecimento científico.

O conteúdo Solubilidade está vinculado a várias situações costumeiras. Inúmeros são os exemplos ou temáticas que podem ser mencionados, como o uso e fabricação de medicamentos; a digestão alimentar; o preparo de um suco ou café; a fabricação de sabão, perfumes, refrigerantes, desinfetantes; o preparo de um bolo, dentre outros. Assim, o conhecimento prévio dos estudantes acerca do conteúdo pode constituir-se em uma importante ferramenta para o professor perscrutar e melhor compreender como os estudantes pensam, antes de iniciar o seu trabalho em sala. Ao considerar a relevância científica, industrial e biológica que envolve o conteúdo, bem como suas relações com o cotidiano, o presente estudo trará como cerne esse assunto.

Como bem se sabe, a linguagem verbal é um dos instrumentos semióticos mais eficaz que o ser humano dispõe para viver em sociedade e alcançar o que almeja. Assim sendo, entendemos que uma análise pormenorizada da comunicação verbal entre professor e estudantes no ambiente escolar, é de substancial importância para melhor entender algumas questões no âmbito da educação científica. Por esse motivo, pretendemos investigar nesta pesquisa como se dão as interações verbais do professor com os estudantes e entre os próprios estudantes em sala de aula e no ambiente empírico.

O nosso interesse pelo estudo da representação gestual se originou em razão das investigações em ciências que abordam a componente gestual, que datam dos anos 2000. Oriundas de uma tradição de estudos do corpo, e por ser o gesto um signo, pesquisas tentam estabelecer que significados são manifestados pelos gestos e qual relevância de interesse educacional podem resultar disso. Ao comparecer como papel auxiliar e complementar do discurso científico por um professor ou estudante, os gestos apresentam distintas funções de indicação e, devido às suas presenças associadas ao verbal, são úteis para interpretá-lo.

Os estudos na área educativa vêm concentrando seus interesses em como essa representação auxilia o desenvolvimento do pensamento e da comunicação do discurso científico. Pretendemos dizer com isso que os gestos

consubstancializam os abstratos conceitos científicos em ação, procedimento concreto cujo escopo é o aprofundamento conceitual e a aprendizagem com maior significado. Os gestos fazem parte da comunicação não verbal e são capazes de nos fornecer importantes informações mediante quem as realiza, assim como o âmago de suas atitudes, intenções, envolvimento e relação com outras pessoas (SALVADEGO, 2015; LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015).

Portanto, acreditamos que a manifestação de gestos em aulas experimentais de química é um instrumento que contribui para que o professor melhor compreenda como pensam os estudantes. Com isso, procuramos mostrar a potencialidade do gesto como modo de representação eficaz para caracterizar o significado conceitual que o estudante constrói, quando o conteúdo estudado está sendo trabalhado no laboratório de química.

Mediante os direcionamentos e explicações proferidas nos parágrafos anteriores e que culminaram nessa investigação, interessamo-nos por desenvolver um trabalho pautado na realização de atividades experimentais com o conteúdo solubilidade. Os objetivos que permearam a pesquisa abarcam: descrever e analisar quais as divergências de aprendizagem de estudantes do Ensino Médio no tocante ao conteúdo Solubilidade, mediante os modos representacionais verbal e gestual; buscar indícios de quais as maiores dificuldades encontradas pelos estudantes, se existentes, quando estes saem da sala de aula e adentram o laboratório de química; entender qual a dinâmica estabelecida nesta pesquisa, quando da integração dos gestos e a verbalização no laboratório; e por fim, utilizar as categorias propostas por Kendon (2004) para identificar os gestos manifestados pelos estudantes no decorrer das atividades experimentais. O problema de pesquisa pretendido por nós foi investigar quais os equívocos (falhas) e acertos manifestados por estudantes do Ensino Médio acerca dos conceitos de solubilidade, à luz de suas interações verbais e gestuais.

Esse estudo organiza e estrutura a dissertação em quatro capítulos. No **capítulo 1**, tratamos da fundamentação teórica que abarca e sustenta a pesquisa. Nele se apresenta e discute alguns artigos que trazem à tona a temática solubilidade; o referencial da Diversidade Representacional para o Ensino de Ciências; a influência das interações verbais em sala de aula; as funcionalidades do laboratório didático; a experimentação como um modo representacional; uma breve introdução à componente gestual; a utilização dos gestos e da gesticulação no Ensino de Ciências e seu emprego em atividades empíricas.

No **capítulo 2**, expusemos o delineamento da pesquisa, caracterizamos a amostra de participantes, descrevemos como se realizaram a coleta das informações, detalhamos a estruturação das aulas realizadas em sala e as atividades experimentais no laboratório de química. Por fim, retratamos os procedimentos para a análise das informações coletadas.

O **capítulo 3** disserta acerca da análise e discussão dos resultados. Também são apresentadas as interações verbais dos estudantes, tanto na sala de aula quanto no laboratório de química.

Finalizando a dissertação, refletimos e tecemos no **capítulo 4**, as considerações finais dos resultados obtidos, assim como possíveis implicações da pesquisa para o Ensino de Química e ações futuras no tocante a uma possível continuidade do trabalho.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 O QUE DIZEM OS ARTIGOS NO QUE CONCERNE A SOLUBILIDADE

Uma pesquisa realizada por Sangiogo et al. (2008) nos informa que o ensino e a aprendizagem na área de Ciências Naturais não tem sido suficientes para promover processos de significação conceitual em estudantes do Ensino Médio. Os conteúdos curriculares de química, em sua maioria, são desconexos da vivência extraescolar dos estudantes e tendem a ser apresentados sequencialmente. Isso acaba por dificultar a apropriação e a (re)construção de conceitos escolares fundamentais na área, enquanto ideias organizadas que intensificam o pensamento, assim como a capacidade de estabelecer relações, sintetizar e apresentar explicações doravante ao que já se conhece (LIMA; BARBOZA, 2005).

Por vezes, os estudantes não conseguem elaborar um gráfico a partir de dados numéricos ou fazer um trabalho que exija observação, contudo, o problema é que estes estudantes, muitas vezes, sabem fazer as coisas, porém não compreendem o que está sendo realizado e, portanto, não conseguem dar explicações condizentes ou fornecer outros exemplos aos quais aquele conhecimento seria utilizado e necessário (POZO; CRESPO, 2009).

O entendimento científico de como age o sabão, como a manicure retira o esmalte da unha ou sobre o porquê adultera-se a gasolina com álcool e não com água, englobam o conceito de solubilidade (SÁ; NETO, 2012). O estudo de Soluções, que é um conteúdo maior, no qual se insere o assunto solubilidade, de acordo com a estrutura da base nacional comum curricular da disciplina de Química, é trabalhado com estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Sua importância no Ensino de Química é substancial, considerando sua ampla abrangência em atividades cotidianas, nos processos industriais e na manutenção dos organismos vivos.

Todavia, apesar do conteúdo estar inserido na vida das pessoas, o seu estudo faz referência a conhecimentos anteriores, vinculados aos conceitos de mistura, substância, ligações químicas, interação química, modelo corpuscular da matéria, dentre outros. Um outro aspecto relacionado ao assunto é a utilização de fórmulas e equações químicas, associadas as ideias microscópicas dos processos químicos, e que acabam por valorizar mais os aspectos quantitativos aos qualitativos (ECHEVERRÍA, 1996).

Pesquisadores como Ebenezer e Erickson (1996) investigaram as concepções de estudantes do Ensino Médio no tocante a solubilidade e observaram que muitos de seus conhecimentos são incorretos. Ideias como o processo de dissolução se constituir em uma transformação química, ser a combinação de duas ou mais substâncias ou a concepção de que o processo de dissolução só ocorre se o soluto apresentar determinadas propriedades, foram evidenciadas nesse estudo. O trabalho realizado por Echeverría (1993) constatou que poucos estudantes mencionam em suas respostas a importância das interações soluto-solvente ou que conseguem distinguir os termos solução e substância. A mesma autora ainda afirma que são poucos os estudantes que possuem concepções de que o soluto desaparece, sofre o processo de fusão, combina, se decompõe, ou acumula-se no fundo de um recipiente.

Um estudo realizado por Oliveira, Gouveia e Quadros (2009) acerca da aprendizagem escolar do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações cotidianas, revela-nos que muitos estudantes possuem concepções prévias ou alternativas que lhes fazem muito sentido, e esse motivo os torna resistentes à mudança. As mesmas autoras asseguram que o conceito de solubilidade é considerado importante para que se tenha um bom entendimento de assuntos como a química orgânica, polaridade e interações entre as moléculas. O mesmo estudo constatou ainda que o conhecimento a respeito do conteúdo não era trivial para estudantes, pois, além de mostrarem dificuldades e confusões conceituais ao expressarem-se verbalmente, eles não consideravam em suas explicações a intensidade do fator solubilidade, ou seja, que a molécula pode apresentar um caráter parcialmente polar ou apolar.

O trabalho de Carmo e Marcondes (2008) aborda a temática soluções a partir das ideias prévias dos estudantes. As autoras discorrem sobre a existência de uma valorização no ensino do conceito soluções, voltada a uma ótica quantitativa em detrimento de aspectos qualitativos. Destarte, de acordo com Carvalho e Gil Pérez (2000), a dificuldade no ensino de tal conceito pode ser observada pela intrincada construção de relações mais complexas, ligadas ao tema pelos estudantes, devido à falta de um entendimento microscópico por parte do professor e também pelo emprego de materiais didáticos que valorizam aspectos quantitativos. Para os mesmos autores, o conhecimento a nível microscópico é importante para a aprendizagem de conteúdos como equilíbrio químico, transformações químicas, eletroquímica e ligações químicas.

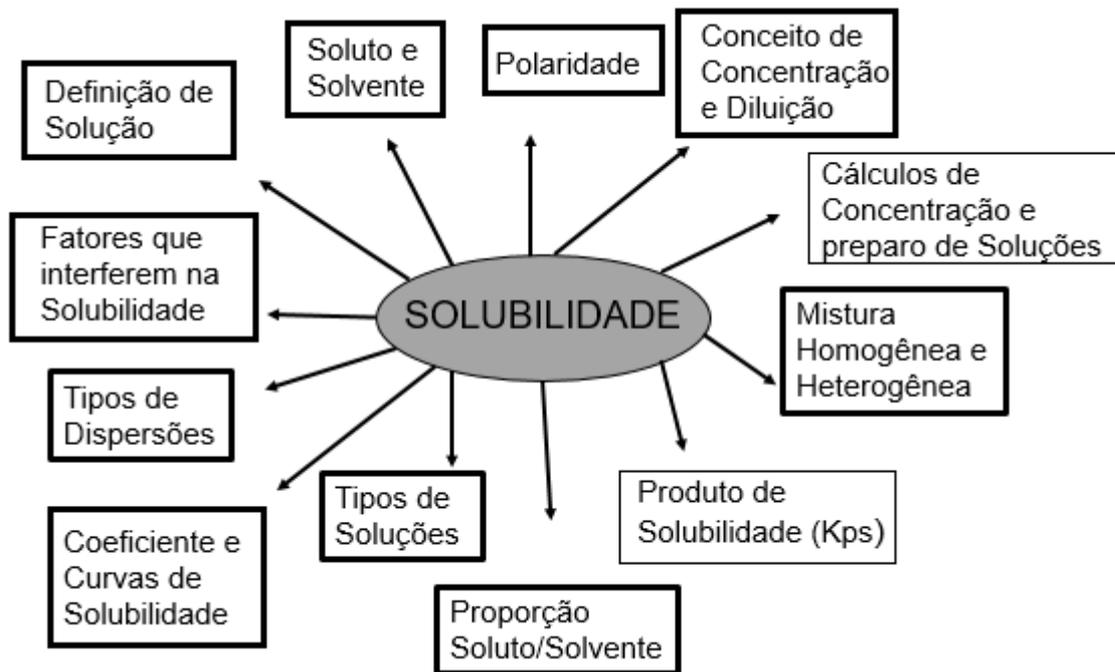
Porém, acontece que os estudantes limitam suas explicações a experiências vivenciadas no seu cotidiano.

Um outro problema a ser apontado no ensino do conteúdo de solubilidade está presente nos trabalhos de Oliveira, Gouveia e Quadros (2009), Francisco Junior (2008), Verani, Gonçalves e Nascimento (2000), em que muitos professores tentam explicar resumidamente o conceito de solubilidade por meio da célebre frase “semelhante dissolve semelhante”.

No que diz respeito aos estudos acima que abarcam o conteúdo solubilidade, temos que a bifurcação existente entre o que se aprende dentro e fora das escolas dificulta a apropriação de conhecimentos que sejam de fato significativos para os estudantes. A falta de interações dinâmicas entre os conhecimentos cotidianos e científicos, muitas vezes limita o aprendizado a ser mecânico e passageiro. Tal fato acaba por condicionar o estudante a ter contato somente com seus conhecimentos de senso comum, já que lhes são corriqueiros (SANGIOGO; ZANON, 2009).

Na Figura 1 é apresentado um esquema – síntese dos assuntos que envolvem o conteúdo Solubilidade. Todos os quadros aqui apresentados dizem respeito a conceitos abordados em quatro livros didáticos consultados pela pesquisadora durante a elaboração da dissertação. No decorrer da análise dos livros didáticos, observou-se uma maior propensão a tratar de assuntos quantitativos como a citar o preparo de soluções, cálculo de concentrações diversas e cálculo do produto de solubilidade (Kps). Devido ao fato do conteúdo ser extenso, o esquema mostrado a seguir na Figura 1 refere-se aos assuntos encontrados nesses livros didáticos e os quadros em destaque (negrito), foram os assuntos que nortearam nossa investigação, sendo eles, em sua maioria, trabalhados superficialmente nos livros didáticos consultados.

Figura 1 – Esquema - síntese dos assuntos abordados no conteúdo Solubilidade.



Fonte: A própria autora.

Na seção seguinte discutiremos um pouco acerca da importância da Diversidade Representacional no Ensino de Ciências, uma vez que nossa investigação pauta-se essencialmente nas modalidades representacionais experimental, gestual e verbal.

1.2 A DIVERSIDADE REPRESENTACIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Primeriamente, faz-se necessário esclarecer que o termo Diversidade Representacional, neste estudo, agrega indistintamente as terminologias que abarcam os referenciais dos Multimodos e das Múltiplas Representações. Portanto, a utilização do termo “Diversidade Representacional”, associou-se a ambos os termos.

Dentre as inúmeras linhas de pesquisa existentes em educação científica, o referencial que abrange a Diversidade Representacional tem por base a compreensão e a elaboração dos significados dos conceitos científicos pelos estudantes. Esse referencial, considerado recente, vem cada vez mais ganhando adeptos e despertando o interesse de diversos pesquisadores (AINSWORTH, 2008; AIREY; LINDER, 2009; BLOW; BRICE, 2010; JAIPAL, 2010; LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011; LEMKE, 1998; LEMKE, 2003; MASCHIETTO; BUSSI, 2009; PRAIN;

WALDRIP, 2006; RADFORD, 2009). Todos estes pesquisadores compartilham a ideia de que as disciplinas científicas caminham rumo ao desenvolvimento e integração de variadas formas discursivas e que os distintos modos de representação apresentam diferentes finalidades de pensamento e do desenvolvimento científico.

Ao se aludir as Múltiplas Representações, estamos nos referindo à prática de re-representar um mesmo conceito ou processo científico de diversas formas. Já a Multimodalidade Representacional diz respeito ao discurso científico ter a propriedade de integrar distintos modos de representar o raciocínio, assim como as descobertas e os processos científicos (TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007; PRAIN; WALDRIP, 2006). A literatura relatada pelos autores Radford; Edwards e Arzarello (2009) descreve a multimodalidade como “recursos perceptivos”, visto que eles são capazes de provocar os nossos sentidos. Dentre os recursos ou modalidades incluem-se a comunicação escrita e oral, desenhos, gestos, manipulação de objetos, movimentos corporais, dentre outros (RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009).

A utilização de estratégias de ensino embasadas na Diversidade Representacional, além de conferir benefícios motivacionais, conduz o estudante a um melhor entendimento do conteúdo científico a ser trabalhado. De acordo com Laború e Silva (2016), o significado das palavras, proposições e conceitos científicos localizam-se incrustados nos elementos representacionais geradores do discurso, sendo sua apreensão um ato composto pela totalidade do significado, evidenciado por um conjunto de multiplicidades semióticas.

Com isso, podemos inferir que a Diversidade Representacional pode ser didaticamente explorada no evento educativo, com o intuito de promover a aprendizagem com um maior significado. Sugerimos então que os professores façam uso de distintas formas de representar um mesmo conceito ou processo científico, tanto no decorrer das atividades de ensino quanto de avaliação, tendo em vista que os estudantes devem ser aptos a integrar coordenadamente e fazer a devida troca representacional coerentemente, de maneira a entender que diferentes modos como a citar as representações descritivas, experimentais e cinestésicas, por exemplo, apresentam diferentes propósitos (KLEIN, 2011).

A Diversidade Representacional vai ao encontro dos princípios recentes da pedagogia que enfatizam as dificuldades de aprendizagens individuais e preferências dos estudantes, juntamente com a interação ativa de suas ideias e evidências (PRAIN; WALDRIP, 2006). Ao acentuar tal ideia, percebe-se que os

estudantes apresentam gostos, histórias e motivações singulares, portanto, faz-se necessário pensar em uma prática plural de ensino, dada as múltiplas identidades microculturais presentes no cotidiano escolar (LABURÚ; CARVALHO, 2005).

Um estudo realizado por Laburú, Arruda e Nardi (2003) aponta que os aprendizes podem ser ordenados em quatro grandes grupos, de acordo com os padrões de motivação para a aprendizagem de ciências, sendo eles: 1) curiosos, que optam por aprender a partir de livros, por meio de descobertas e atividades práticas; 2) sociais, que preferem realizar atividades em grupo; 3) cumpridores de tarefas, que gostam mais do ensino didático convencional, a partir de atividades experimentais amparadas por instruções e 4) executores, para os quais aprender ciências não subordina-se a um estilo de ensino propriamente dito.

Desse modo, as características individuais de cada estudante em relação a sua capacidade de interpretação e apreensão de conceitos e dos processos científicos, também pode ser influenciada pela representação escolhida por este estudante no momento instrucional ou de mediação da aprendizagem (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003).

A palavra representação, no sentido aqui pretendido, é tida como um conjunto de símbolos ou signos, cujo significado, na ausência do objeto, pode ser classificado como interna ou externa. As representações internas também denominadas de representações mentais, são particulares do sujeito, como, por exemplo, as imagens, recordações e sensações que um determinado objeto pode proporcionar a alguém. As representações externas, também conhecidas como semióticas, não são exclusivas do sujeito, mas sim acessíveis a todos que dispõe de um mesmo sistema semiótico. Como exemplos de representações externalizadas temos as figuras, mapas, histórias, falas, etc. (EYSENCK; KEANE, 1994).

O referencial da Diversidade Representacional apresenta três finalidades pedagógicas, sendo elas a de restringir possíveis interpretações errôneas do mesmo conceito, construir uma compreensão mais aprofundada de um conceito científico, refinando-o e por fim, a função complementar, ou seja, consiste em utilizar representações que contenham informações adicionais aos processos cognitivos (AINSWORTH, 1999). Complementar a isso, de acordo com o trabalho realizado por Laburú e Silva (2016), é possível acrescentar mais duas finalidades para este referencial, sendo elas: 1) a adequação de determinados modos representacionais a certos indivíduos, devido a presença de esquemas conceituais construídos previamente na

estrutura cognitiva do indivíduo, 2) a existência de uma relação de ordem emocional que o indivíduo mantém com o conhecimento, sendo ela inerente ao sujeito.

A aprendizagem de novos conceitos e das representações semióticas não são processos que podem ser destituídos, pois cognitivamente não seria plausível uma separação da forma de representar os conceitos do seu significado (TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007). Destarte, seria adequado e aconselhável que os estudantes fossem motivados e instruídos por seus professores a utilizarem distintos modos de representação, como por exemplo, linguagem gráfica, verbal, gestual, numérica, com o intuito de pensar e agir cientificamente. Como afirma Lemke (2003), a linguagem científica é uma integração sinérgica entre os modos de representação. Como bem lembra Santaella e Nöth (2004), toda coisa material é, então, um signo, uma impressão que associamos a outra coisa.

Nas ciências naturais, a modalidade representacional com respaldo em experimentos, ações e procedimentos, ancorados a um “saber fazer”, apresentam um lugar de destaque. Por conseguinte, a relevância de certos modos semióticos em relação a outros, decorrem do tipo de conhecimento a ser estudado. Do ponto de vista semiótico, compreender implica a competência no trânsito intrarrepresentação (dentro de uma mesma representação) e inter-representação (entre representações) de um mesmo referente. As representações semióticas têm diversificado papel pedagógico e, quanto à construção de significados científicos, podemos inferir que o contato e a manipulação de objetos e eventos apresentam relevância cognitiva (LABURÚ; SILVA, 2016).

Aqui cabe colocar que diante de um panorama educacional de Diversidade Representacional, as atividades experimentais e o modo de representação da atuação corporal que as conduzem, são considerados importantes para a aprendizagem do conhecimento científico e matemático (RADFORD; EDWARDS, ARZARELLO, 2009). A leitura e a aplicação de medições adequadas, a correta utilização de uma fórmula, bem como a sua leitura para o uso de reagentes, é importante na compreensão do conceito científico a ser trabalhado. Assim sendo, o entendimento do estudante acerca de determinado conceito científico, tem seu sentido aumentado, pois envolve a capacidade de conversão entre modos e formas representacionais distintas.

De acordo com Gardner (1995) durante a realização de uma atividade experimental, é importante observar a manipulação dos materiais dispostos no

laboratório, a leitura e o emprego correto de fórmulas e a utilização adequada da quantidade de reagentes. Neste sentido, a realização de experimentos contempla a capacidade de conversão entre modos e formas representacionais do conteúdo a ser estudado. Toda palavra, diagrama, figura, equação e simbolismo, abrangendo procedimentos e ações experimentais, são pertencentes a um contexto onde é possível a troca de significados entre diferentes membros de uma determinada comunidade. Contudo, é preciso advertir que para cada indivíduo existe um caminho particular para a construção de significados, o que é compatível com um ensino plural.

Existem muitas formas de representar moléculas e átomos, e cada uma delas é utilizada para destacar aspectos particulares do que se pretende explicar, sendo nenhuma delas universalmente empregada (LEITES; BERNARROCH; PALACIOS, 2008). Para a educação científica, o valor da pluralidade representacional se faz presente quando se reconhece o significado tipológico ou topológico das representações. Como exemplo de significado tipológico têm-se a linguagem verbal, sendo ela empregada predominantemente para expressar raciocínios semânticos, fazer relações entre categorias ou qualificar ideias. Por sua vez, o significado tipológico é limitado para expressar quantidade ou grau. Em contrapartida, quando se deseja estabelecer referências quantitativas, as linguagens topológicas visuais, como os gestos ou desenhos, apresentam-se mais adequadas. Com isso, faz-se necessário que os estudantes negociem e consolidem entendimentos de como as ideias científicas são construídas e interpretadas. A aprendizagem dos conceitos e dos processos da ciência são efetivados quando o estudante é capaz de transladar de uma representação para outra e ao empregá-las coordenadamente (PRAIN; WALDRIP, 2006).

De acordo com Kim, Röth, Thom (2011), existem evidências que contestam as perspectivas de que o conhecimento é um processo predominantemente mental, isolada do mundo físico. Ao menos em parte, a cognição humana também é corpórea, porque as formas experienciais se estendem aos esquemas, e destes para as formas linguísticas. Portanto, os corpos dos aprendizes, mediante seus gestos, carregam formas emergentes de conhecimento, sendo componentes constituintes do conceituar. Assim sendo, compreender envolve também os movimentos corporais, posto que são ações cognitivas que orientam e processam o pensamento e o conhecimento dos conceitos científicos.

Tomando por base o exposto no parágrafo acima, pode-se inferir que

a fala e o gesto são elementos de um único e integrado processo de formação da expressão, em que há uma síntese de modos contraditórios de pensamento. Ao passo que a fala é elaborada sequencialmente de acordo com uma temporalidade de mesma qualidade, sendo decomponível para análise de forma estruturada, o gesto, em contrapartida, tem seu significado oriundo de um todo e é fixo temporalmente (RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009).

Os estudos de Tytler, Prain e Peterson (2007) assinalam que uma negociação dos problemas representacionais mediada pelo professor, no momento em que os estudantes constroem distintas considerações acerca dos modos e formas trabalhadas, enriquece a aprendizagem e melhora a percepção de quem está ensinando. Mediante a observação que o estudante faz ao contrastar-se com diferentes situações, é que se faz possível descobrir o grau de conexões conquistados durante a aprendizagem (STEINBRING, 2006).

Como bem se sabe, a dinâmica em sala de aula é corrida e dá-se em torno de um complexo ambiente, onde variados acontecimentos ocorrem concomitantemente. Deste modo, frequentes falhas de comunicação do professor com seus estudantes se sucedem, sendo possível presenciar informações incompletas, errôneas, confusas, com defasagens temporais de conhecimento dos estudantes, dentre outros. Para o estudante, acaba restando o difícil malabarismo de se chegar à correta compreensão do que o professor pretende. Felizmente, a linguagem humana é um sistema tolerante à falhas e, para que exista um mecanismo de autocorreção e ultrapassagem destas falhas, é necessário que o professor recorra a diferentes sistemas semióticos, como recursos de comunicação (LEMKE, 2003), como por exemplo, as atividades experimentais.

Com relação a ultrapassagem de obstáculos conceituais, pode-se depreender que determinado modo representativo tem maior potencial de incitar ou aprimorar a elaboração das ideias de um estudante em particular. A explicação para tal fato está atrelada às histórias e habilidades cognitivas intrínsecas do estudante. Um modo representacional é capaz, então, de se comportar tal como um “andaime conceitual, ao prover um apoio auxiliar para o sujeito construir o conceito almejado, assistindo-o na elaboração de novas representações”. (LABURÚ; SILVA, 2011, p. 728).

Um modo de representação, sendo de interesse deste trabalho, é a experimentação. Segundo Zabala (1998), as atividades experimentais dão margem

ao aprendizado dos conteúdos conceituais e factuais, existentes mediante a relação do conhecimento prévio e o novo. A experimentação favorece o entendimento, interpretações de situações reais e a construção de novas ideias. Os trabalhos em grupo também auxiliam as propostas educativas ao considerar a diversidade presente nos estudantes, sendo conveniente no desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, e acrescentamos ainda, procedimentais, no contexto das relações interpessoais (ZABALA, 1998). O assunto tratado a seguir diz respeito as interações verbais, que também se constitui em uma modalidade representacional relevante e provedora do processo de significação científica.

1.3 A INFLUÊNCIA DAS INTERAÇÕES VERBAIS EM SALA DE AULA

A linguagem verbal se faz presente a todo momento em nosso cotidiano, tornando-se assim, substancial para a construção de significados. Face a isto, é relevante comentar que nos últimos anos houve um crescimento no número de pesquisas que trabalham com o discurso em sala de aula. Como a citar, tem-se os estudos de Mortimer e Scott (2016), Villani e Nascimento (2016), Cirino e Souza (2008). Parece haver concordância entre indivíduos que refletem no tocante a assuntos que abarcam o ensino e a aprendizagem, que o objetivo da educação volta-se a necessidade de criar uma escola preocupada em formar cidadãos críticos, ativos e conscientes na sociedade. Tal perspectiva incuti a constante revisão dos currículos que dão base para o trabalho desenvolvido pelos professores nas escolas. Um modo de alcançar tal objetivo é mediante as pesquisas em Educação. As pesquisas no campo educacional trazem muitos contributos no desenvolvimento e discussão de propostas de ensino a serem trabalhadas nas escolas (SANTOS; PORTO, 2013).

A linguagem em si é o sistema mais perspicaz dentre os recursos semióticos existentes. Contudo, a linguagem usada pelos cientistas apresentam uma construção distinta daquela realizada em sala de aula. Para que haja uma aprendizagem mais efetiva dos conteúdos científicos e também das formas de representá-los, é necessário que haja uma justaposição do trabalho com a linguagem científica em sala de aula (ROTH; LAWLESS, 2002; BARGALLÓ; I AYMERICH; BLANCH, 2003; LEMKE, 1998.). De tal modo, entendemos que a análise das interações verbais entre professor e estudante em sala de aula é indispensável ao processo de significação.

As interações discursivas, de acordo com Vygotsky (1991), é um componente do processo de construção de significados, isto é, o âmago dessas interações está no processo de significação. Os significados podem ser subdivididos em polifônicos ou polissêmicos, oriundos de interações sociais, para que posteriormente possam ser internalizados pelos indivíduos. Em linguística, de acordo com Bakhtin (2008), a polifonia nada mais é que a presença de outros textos dentro de um texto e a polissemia, seria uma palavra que reúne diversos significados. Ainda em anuência com Vygotsky (1989), os conhecimentos iniciais ou prévios dos estudantes são incorporados aos novos conhecimentos granjeados em sala de aula, pois é a partir deles que o conhecimento pode abarcar em uma ressignificação para o estudante, resultando assim, em um momento de aprendizagem. Em consonância, e com base em um trabalho realizado por Mortimer e Scott (2016), aprender não é entendido como uma mera sobreposição de concepções iniciais, mas sim como uma negociação de significados ambientados por um espaço comunicativo concatenados por distintas perspectivas culturais, ocasionando um processo de crescimento mútuo.

Apesar de uma crescente preocupação na literatura no que concerne às interações discursivas, ainda é limitado o que se sabe a respeito de como os professores sustentam os processos discursivos em sala de aula. Indo mais além, outra questão que fica em aberto é como esses discursos engajam-se na construção de significados pelos estudantes nas aulas de Ciências. Como se sabe, é papel do professor mediar e analisar da melhor forma possível tanto as produções quanto as diferentes interações discursivas existentes, e que subsidiam a aprendizagem dos estudantes. A importância do processo comunicativo entre estudantes e professores permite a representação de pensamentos, suscitando em outros processos condizentes ao ensino e à aprendizagem dos conceitos científicos (CIRINO; SOUZA, 2008).

Ainda no tocante ao discurso, Mortimer e Scott (2016) trazem como referencial os trabalhos de Bakhtin, Holquist, Emerson (1986), principalmente no que diz respeito as classificações dos discursos em distintos gêneros. Mortimer e Scott (2016) reconhecem quatro classes distintas de abordagem comunicativa, originárias do processo discursivo entre professor e estudantes ou entre estudantes, sendo estes: discurso não interativo, discurso interativo, discurso de autoridade e discurso dialógico.

Em síntese, o discurso não interativo ocorre quando é engendrado por

apenas uma pessoa. Já o discurso interativo, acontece quando mais de uma pessoa compõe o seu desenvolvimento. O discurso de autoridade é identificado quando apenas uma única voz ou ideia é levada em consideração. O professor pode exercer o discurso de autoridade, ao considerar somente as ideias expressas na dimensão científica pelos estudantes, isto é, o que a ciência considera como correta. Por outro lado, o estudante também pode sustentar tal discurso ao formular questões (MORTIMER; SCOTT, 2016).

Ao refletirmos mediante o significado outorgado à nomenclatura “univocal”, significa dizer que essa “única voz” associa-se aquilo que é considerado em sala de aula na construção de conceitos, ou seja, uma única ideia, e não com a manifestação de outras interpretações. Por fim, o discurso dialógico consiste na interação entre estudantes e professor, dentro da sala de aula. Esse tipo de discurso é caracterizado pela alternância de gêneros discursivos, de modo a constituir-se como um fator importante para a aprendizagem do estudante acerca de determinado conteúdo. O discurso dialógico pode ser resumido e entendido como sendo um processo no qual está presente o diálogo. Entretanto, tal generalização pode confundir o real sentido das interações posto que no discurso de autoridade também existe o diálogo (MORTIMER; SCOTT, 2016).

Um último adendo relacionado às pesquisas de Mortimer e Scott (2016) concerne a não generalização dos termos autoritarismo e autoridade. Apesar das palavras possuírem o mesmo prefixo, a palavra autoritarismo está ligada a imposições ou limites estabelecidos por alguém ligado ao poder. Já a palavra autoridade é compreendida como uma voz para impor limites necessários a uma determinada ideia ou proposição (SILVA, 2014).

Por fim, se faz essencial compreender que a dialogicidade vincula-se a atitude de considerar e socializar distintos pontos de vista e as diversas vozes em uma mesma aula (MORTIMER; SCOTT, 2016). Seguindo até então a mesma linha de raciocínio dos referidos autores, a alternância entre as abordagens comunicativas, isto é, entre o discurso de autoridade e o dialógico, é imprescindível e inevitável no ensino de determinado conhecimento científico. Além do mais, o autor afirma ser preciso que haja uma inquietude entre abordagens dialógicas e de autoridade, com o intuito de promover a argumentação científica dos estudantes.

Cabe ao professor mediar e analisar da melhor forma possível as diferentes interações discursivas existentes e que subsidiam a aprendizagem dos

estudantes. A importância do processo comunicativo entre estudantes e professores, assim como entre os próprios estudantes, permite que haja essa diversificação no tocante a representação do pensamento científico (MORTIMER; SCOTT, 2016).

Em contrapartida, o emprego excessivo tanto do discurso dialógico como o de autoridade, podem ocasionar desconfortos e problemas na sala de aula. O uso exacerbado do discurso de autoridade traz à mente a ideia de uma aula transmissiva, e a utilização em demasia do discurso dialógico pode dificultar o planejamento das aulas, devido à razão de não existir um limite de conteúdo e ideias a serem expressas, o que pode acarretar em momentos de dispersão do assunto abordado. Com isso, tem-se que o escopo da pesquisa realizada por Mortimer e Scott (2016) foi mostrar que é função do professor promover, intervir e inserir novos termos científicos, com a finalidade de fazer a narrativa científica se desenovelar. Deste modo, cada estudante deve ter a oportunidade de trilhar novos caminhos em relação as ideias científicas que possui, de forma a discutir, apropriar e produzir novos significados juntamente com os colegas de classe.

As ciências abordadas em sala de aula necessitam de um contexto a mais do que simplesmente se pautar em uma lista de conteúdos disciplinares. Ademais, ela deve ultrapassar e permitir o envolvimento dos estudantes com características próprias do fazer pertencente a comunidade científica, dentre elas: a investigação, a divulgação de ideias e a argumentação. Com relação a investigação científica, pode-se inferir que é mais importante o caminho percorrido pelos estudantes do que de fato o seu resultado final. Pode-se ainda afirmar que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com informações e conhecimentos já existentes, levantamento de hipóteses, o reconhecimento e o controle de variáveis e, por fim, a construção de uma explicação condizente. Em se tratando de uma investigação, é possível detectar diversas interações que ocorrem em simultâneo, como por exemplo: interações interpessoais, interações entre pessoas e objetos, interações entre pessoas e conhecimentos iniciais ou prévios. Portanto, todas essas interações são necessárias e se fazem indispensáveis para o desenvolvimento do trabalho científico (SASSERON, 2013).

Com relação à divulgação de ideias, pode-se entender que ela permeia as interações discursivas, podendo originar-se tanto de interações verbais orais entre estudantes quanto por meio de artigos escritos, ou seja, mediante interações verbais escritas. De modo mais amplo, esses registros, tanto escritos como

orais, podem auxiliar o professor de modo a acompanhar o trajeto de seus estudantes no tocante ao conteúdo abordado (SASSERON, 2013). Por fim, em relação a argumentação em sala de aula, pode-se afirmar que esta se constitui em um labiríntico ambiente, onde diferentes pessoas com distintas experiências de vida se agrupam para debater alguma temática. Para isso, é necessário que o professor organize e analise da melhor maneira possível os dados do qual dispõe, de modo a promover indagações entre os estudantes.

Em estudos anteriores, Sasseron (2013) propõe a existência de dois grandes fatores responsáveis e necessários ao desencadear do processo argumentativo em sala de aula, sendo eles, de origem epistemológica e pedagógica. Dentre os propósitos de origem epistemológica têm-se a retomada de ideias, proposição de problemas, teste de ideias, delimitação de condições, reconhecimento e correlação de variáveis, avaliação de ideias. Já os propósitos de origem pedagógica ancoram-se no planejamento e organização de atividades, ações disciplinares e motivação. Na seção 1.4 trazemos discussões no entorno da utilização do laboratório como um espaço instrucional favorável a apreensão científica dos conteúdos.

1.4 AS FUNCIONALIDADES DO LABORATÓRIO DIDÁTICO

Trabalhos recorrentemente surgem de forma a perscrutar ou defender o uso das atividades realizadas no laboratório didático para a instrução científica (HODSON, 1994; WHITE, 1996). De acordo com Laburú e Silva (2016), muitos são os pesquisadores que reconhecem sua importância. Avançando no tocante ao debate, esta pesquisa se posiciona frente a defesa do laboratório didático e, em geral, das atividades empíricas que ocorrem não necessariamente dentro do espaço físico que compreende um laboratório.

Galiuzzi et al. (2001) ao realizar um trabalho acerca do propósito de se utilizar atividades experimentais no Ensino Médio, com um grupo de professores e graduandos do curso de Licenciatura em Química, conseguiu enquadrar esses objetivos em quatro grupos, sendo eles: desenvolver o saber fazer (conhecimento procedimental), desenvolver o ser (conhecimento atitudinal); desenvolver o saber (conhecimento conceitual) e desenvolver o saber e o saber fazer de maneira integrada.

Por outro lado, o trabalho desenvolvido por Laburú (2016), propõe

quatro categorias para os objetivos da utilização das atividades experimentais, sendo elas: instrucional, epistemológico, motivacional e funcional. A categoria instrucional engloba os objetivos que trabalham com atividades experimentais facilitadoras da explicação de conceitos e modelos. Na categoria epistemológica enquadram-se os objetivos que auxiliam na capacidade da formulação teórica para a construção do conhecimento ao se trabalhar com a realidade. Na categoria motivacional estão inseridos propósitos como o despertar a atenção e o interesse dos estudantes pela ciência. Por fim, na categoria funcional, enquadram-se objetivos cuja intencionalidade é facilitar o trabalho do professor ou do estudante, como por exemplo, a escolha de experimentos de fácil manipulação e baixo custo, facilmente adequados a uma sala de aula. Faz-se pertinente comentar aqui que os experimentos que constam nesta dissertação foram adaptados da literatura pela pesquisadora e executados pela professora da turma. Tais experimentos apresentaram, além da vertente funcional, um pouco das outras três categorias apresentadas em Laború (2016).

Um outro aspecto importante, e em consonância com os pesquisadores Solomon (1994), Shibley Jr e Zimmaro (2002), Hofstein e Lunetta (2004), Golde, McCreary e Koeske (2006), Barolli, Laború e Guridi (2010), é a dimensão coletiva do trabalho científico. De acordo com Aikenhead (1994), essa extensão proporciona aos estudantes uma participação mais responsável na solução de questões que envolvem a ciência e a tecnologia na sociedade, assim como também as distintas compreensões dos estudantes e professores em relação as finalidades do laboratório, de modo a comparar o planejamento de atividades práticas com os reais motivos para seu delineamento.

Há também estudos como o de Tiberghien et al. (2001), voltado para as diferenças e singularidades dos laboratórios de química, biologia e física. No laboratório de química, por exemplo, é mais importante determinar o valor de uma quantidade que não seja medida diretamente; no de biologia, o foco está na identificação de um teste padrão; e em física, na compreensão em como processar informações. Contudo, cada um dos laboratórios dispõe como característica comum objetivos pautados na identificação de fenômenos, familiarização do ambiente e a elaboração de relatórios diretos de observações.

Em conformidade com Séré (2002), a experimentação propicia um elo entre conceitos, leis e teorias, objetos e a linguagem simbólica. Assim, a teoria abarca a prática e a prática fornece subsídios para que a primeira seja revisada e aprendida.

Nessa acepção, Hodson (1988) reitera que a teoria e o experimento possuem interdependência e interatividade, de modo que o experimento contribui para a elaboração da teoria e a mesma prescreve como realizar os experimentos.

Trabalhos periodicamente surgem no sentido de salvaguardar ou questionar a importância das práticas laboratoriais para a instrução científica. O assunto laboratório didático é apresentado sob os mais variados pontos de vista. Pesquisadores como Barolli, Laburú e Guridi (2010) e Salvadego (2007), apresentam um panorama das investigações envolvendo a utilização do laboratório didático. Existem trabalhos preocupados com o conteúdo específico que só podem ser desenvolvidos no laboratório, como a determinação de constantes físicas, a problemática da medida ou das distintas abordagens didáticas que estipulado experimento pode propiciar.

Por outro lado, existem estudos que voltam sua atenção aos procedimentos e desenvolvimento de habilidades, técnicas laboratoriais, manipulação instrumental, resolução de problemas, facilidade para questionar, buscando discutir a relação conteúdo *versus* processo. Outros analisam as particularidades e objetivos do laboratório, ou evidenciam a estruturação didática, o trajeto do método científico e a importância de se iniciar com experimentos fundamentais. Alguns estudos voltam-se em identificar o alcance do interesse, por meio da análise dos benefícios de um experimento em termos de resultados da conduta dos estudantes, face a um estilo de instrução mais transitável e questionador, se defrontado a um estilo mais ocluso e expositivo. Há os que centram a dinâmica de grupos de estudantes no laboratório por meio de referenciais psicanalíticos. Por fim, temos ainda trabalhos cujo cerne está na natureza epistemológica e na sua relação com o ensino e a aprendizagem (BAROLLI; LABURÚ; GURIDI, 2010; SALVADEGO, 2007).

A partir de todas as discussões articuladas até aqui acerca das finalidades do laboratório didático, pode-se perceber que o assunto levanta muitos debates como um possível espaço onde se processa a construção do conhecimento científico (BAROLLI; LABURÚ; GURIDI, 2010; SALVADEGO, 2007). Do ponto de vista da referida pesquisa, o laboratório didático se constitui em um espaço instrucional privilegiado e indispensável para incitar trocas representacionais e promover a aprendizagem com maior significado, como também defendido por Palacios (2006). Modos representacionais situados na esfera do sensível ou corporal, como ações, gestos e procedimentos experimentais, são propícios de serem trabalhados no espaço

condizente ao laboratório didático.

A compreensão de um determinado conceito químico vincula-se a capacidade de conversão entre, pelo menos, dois registros semióticos (PALACIOS, 2006; PICCININI; MARTINS, 2004). Devido a este motivo, podemos inserir a experimentação como uma atividade que abarca e propicia aos estudantes situações de aprendizagem como por exemplo, a interação com materiais, compreensão de fenômenos, além de constituir-se em um ambiente onde o estudante pode expressar e avaliar suas ideias científicas, sendo elas individualmente ou em grupos.

Com isso, pode-se dizer que as atividades experimentais ocasionam momentos de interação da teoria com a prática. No decorrer das atividades experimentais, propostas neste estudo, os estudantes manifestaram inúmeros signos por meio da gesticulação, como veremos. A leitura pelo professor dos signos embasadas nas gesticulações e nos gestos, fornecem informações a respeito da aprendizagem do conteúdo por parte dos estudantes, em atividades experimentais. Conforme exposto por Feldman (2001), uma abordagem instrumental abarca a possibilidade de novas compreensões, contanto que os princípios fundamentais se encontrem relacionados a instrumentos adequados, utilizados em um ambiente significativo, ancorados pela participação de pessoas com distintos graus de conhecimento e operação desse tipo de tarefa e seus princípios. Todavia, um adendo é feito pelos autores Pimenta e Ghedin (2006) em seu livro, pois, para muitos leitores, o pensamento de Feldman pode ser visto como uma recaída ao tecnicismo. Antagonicamente a isso, Feldman (2001) acredita ser possível um enfoque instrumental não tecnicista, desde que a palavra instrumental adquira uma finalidade, de modo a recuperar a dimensão prática do ensino e o debate prático, inseridos em um contexto coletivo, como o laboratório.

Como a preocupação dessa dissertação, em uma segunda instância, volta-se a realização de atividades experimentais que contemplem o conteúdo Solubilidade, tratamos na seção a seguir as potencialidades da experimentação e a utilização desta pelo professor como uma aliada e, que quando usada corretamente, contribui para uma melhor compreensão conceitual dos estudantes. Ademais, a experimentação pode ser utilizada para promover a curiosidade e investigações interessantes, a respeito de determinado conteúdo.

1.5 A EXPERIMENTAÇÃO COMO UM MODO REPRESENTACIONAL E SUA RELAÇÃO COM O CONTEÚDO

De acordo com Lemke (1998), o intuito da educação científica seria a de instruir os estudantes para a utilização de múltiplas linguagens, na construção de significados em sala de aula. Exemplos de tais linguagens seriam a verbal, visual, gestual, experimental, gráfico, mapas, tabelas e equações matemáticas. O emprego dessa variedade representacional é capaz de conduzir e integrar-se a atividade científica. Isso porque os indicativos de aprendizagem não ocorrem isoladamente, portanto, tem-se então a necessidade de um ensino multimodal, cujo escopo é permitir o traslado entre modos e formas, juntamente com a fundamentação científica. Por sua vez, tal ideia é condizente com o trabalho de Padilha e Carvalho (2008) ao afirmarem que os diferentes modos de comunicação, sendo eles verbais ou não verbais, interferem no decurso da construção do conhecimento em sala de aula.

Em conformidade com Moreira (1999b, p. 87), a teoria de ensino proposta por Bruner evidencia a terminologia “aprendizagem por descoberta”, contudo, de uma maneira coordenada ou guiada, isto é, frente a exploração de alternativas, de modo a não se tornar confusa ou angustiante para o estudante. Na contramão do que foi dito, os roteiros ou guias de laboratório necessitam manter um equilíbrio no tocante as instruções a serem seguidas e instruções que permitam que o estudante não saiba o que fazer em primeira instância. Assim sendo, as instruções são atribuídas de modo a explorar alternativas para se chegar a uma conclusão. O emprego da experimentação não deve jamais estar vinculada a procedimentos tipo “receitas de bolo”, em que os estudantes tem como único objetivo seguir os “passos” elencados na ficha de atividades, de modo a obter os resultados esperados pelo professor, tampouco apetecer que o conhecimento seja construído mediante meras observações. Fazer ciência, neste sentido, é não ateuórico. Antagonicamente, deve-se entender que a observação é mediada por um âmagu conceitual (GUIMARÃES, 2009).

Compartilhamos da mesma asserção que Pimenta e Ghedin (2006) de que o ser humano tem suas ações voltadas para determinados fins, sendo elas conscientes ou não. A atividade prática promove a modificação do ideal em face a demandas reais. Com isso, infere-se que a prática apresenta um constante vai e vem de estratégias, sendo assegurado por uma consciência ativa por parte do estudante

durante o processo prático.

Arruda e Laburú (1998) observaram que os principais argumentos de grande parte dos professores, estudantes e livros-texto para justificar a necessidade das atividades experimentais em sala de aula, estão enraizadas em uma concepção defasada de Ciência, denominada indutivista-verificacionista. Os mesmos autores salientam que em muitos cursos de capacitação e atualização para professores da rede estadual do Paraná, dava destaque para a deficiência de atividades experimentais no ensino de disciplinas científicas no Ensino Fundamental e Médio, por parte dos professores. Se, por um lado havia indícios da importância da experimentação na Ciência, por outro, temos que os argumentos favoráveis presentes na fala de muitos professores para justificar a sua necessidade estava embasada em uma concepção obsoleta de Ciência.

Outros estudos reportados na literatura evidenciam o interesse de estudantes por atividades experimentais ao tecer comentários de alguns professores em relação a importância de tais atividades como instrumento para a aprendizagem de ciências (LABURÚ, 2016; FRANCISCO JÚNIOR, 2008). Apesar de eminente o interesse de muitos professores pela experimentação, de acordo com Galiazzi et al. (2001), existem e persistem muitos pontos infundados sobre sua verdadeira finalidade no contexto escolar.

Sob o olhar de Carvalho et al. (2005), as atividades experimentais apresentam as seguintes finalidades para o ensino e aprendizagem das ciências: motivar e despertar o interesse dos estudantes; desenvolver a capacidade do trabalho em grupo; desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; análise de informações e sugestão de hipóteses para os fenômenos observados; aprender conceitos científicos; compreender a natureza da ciência; a importância do cientista em uma investigação; as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS); acurácia de habilidades manipulativas; detectar e corrigir equívocos conceituais dos estudantes.

Dentre todas as finalidades da atividade experimental para o ensino e aprendizagem de ciências expostos no parágrafo anterior, duas delas ganham destaque por serem de interesse desta pesquisa: A) detectar e corrigir os equívocos conceituais dos estudantes; B) acurácia de habilidades manipulativas. No tocante ao item A, Carvalho et al. (2005) comenta que o professor geralmente só tem

conhecimento dos equívocos conceituais dos estudantes após a etapa de testes. O ideal seria que as falhas ou equívocos fossem sanados no momento de sua ocorrência. Para tal, é necessário tomar cuidado com a supervalorização apenas dos resultados corretos ou esperados, pois, de acordo com Borges (2002), o desprezo ao experimento que “não deu certo” faz com que as circunstâncias não sejam investigadas. Com isso, os estudantes se sentem pressionados e desconfortáveis, proporcionando uma situação de aprendizagem potencialmente falha. Uma saída eficiente para tal contexto seria o professor buscar entender o pensamento do estudante, solicitando que ele explique os procedimentos adotados, de forma a entendê-los e corrigi-los.

Ao tratarmos do item B, pode-se depreender que muitos estudantes sentem-se inseguros ao realizarem experimentos. Essa insegurança e medo, conforme Gaspar (2003), só pode ser diagnosticada à medida em que os estudantes fortalecem suas habilidades de manipulação de objetos e materiais. Com isso, os estudantes desenvolvem múltiplos saberes procedimentais, o que é fundamental para sua formação na sociedade e também para um melhor entendimento do que está sendo estudado.

Para Padilha e Carvalho (2008), a obtenção de um novo conhecimento só é possível devido a uma intensa troca de informações, sendo os modos de comunicação os veículos de socialização para que haja essa troca. Portanto, o referencial da Diversidade Representacional é condizente com a utilização das atividades experimentais como um modo auxiliador para engendrar os conceitos científicos.

Entretanto, ao mencionarmos a experimentação como uma componente motivacional, não devemos nos referir as atividades experimentais como um “espetáculo”. Tais atividades devem estabelecer relações com questões problematizadoras, que instiguem os estudantes a conhecer o fenômeno (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Segundo Chassot (2000), é apetecível que a atividade experimental relacione aspectos presentes no nosso cotidiano, para que assim, as explicações químicas condizentes com o observável em situações corriqueiras, desperte a curiosidade dos estudantes. Ao passo que parece haver uma conformidade da importância da experimentação como recurso didático, ainda existe uma certa intolerância em relação a sua utilização. Em concordância a isso, Salvadego e Laburú (2009) acreditam que essa resistência é sustentada pelo discurso

da carência de algo. Ainda de acordo com os autores, uma aula experimental não deve se restringir a utilização de aparelhagens aprimoradas, mas sim, promover a discussão, análise, organização e interpretação dos fenômenos químicos, assim como a troca de informações entre os indivíduos participantes.

Ao findar dos itens que compõem esse capítulo teórico, teceremos a seguir um pouco do histórico dos gestos, a fim de situar o leitor dessa importante modalidade representacional e por fim, expomos a eminência do gesto e da gesticulação no Ensino de Ciências, e como esta pode se tornar uma ferramenta importante para o professor investigar como se dá a compreensão conceitual dos estudantes, em relação a determinado assunto.

1.6 UMA BREVE INTRODUÇÃO À COMPONENTE GESTUAL

Como discorre Kendon (2004), uma maior atenção aos gestos ocorreu no final dos séculos XVI e XVII. No século XVII, cogitou-se a possibilidade de que os gestos pudessem engendrar a base da linguagem universal. Já no século XVIII, a explicação para o surgimento e formação da linguagem estava pautado nos gestos. Em 1996, foi realizada a primeira conferência voltada para o estudo dos gestos em Albuquerque, Novo México, e somente em 2001 foi projetado um periódico dedicado aos gestos. Posteriormente, mediante impulsos tecnológicos de gravação de áudio e vídeo, é que foi possível aos estudantes do comportamento humano avaliarem seus trabalhos (SALVADEGO, 2015).

As pesquisas em educação científica que tratam a influência do gestos de professores e estudantes em sala de aula, são oriundas de uma tradição de estudos do corpo. Devido ao fato do gesto ser um signo, uma das questões que os pesquisadores procuram entender, tratam do significado difundido pelo gesto e quais os resultados de interesse instrucional podem decorrer disso (GUIRAUD, 2001). Os gestos apresentam papel auxiliar e complementar ao discurso protagonizado tanto pelo professor quanto pelo estudante. Desse modo, acabam exercendo sortidas funções de indicação, e devido à sua presença associada ao contexto discursivo, são úteis para interpretá-lo.

Da mesma forma, falamos por meio do corpo, à medida em que fazemos uso de gestos, mímicas e pantomimas corporais para anunciar ou expressar algo. A pantomima é a arte do movimento corporal, ou seja, é a representação de uma

história por meio da utilização de gestos, expressões faciais e movimentos naturais. Em compêndio, a pantomima é a síntese de sentimentos e pensamentos interpretados mediante ações e gesticulações, onde por exemplo, as mãos desenham objetos e executam ações, e pode ocorrer na presença ou na ausência da fala. Já a atividade física ou aquelas relacionadas com o manuseamento de objetos e aparelhos, são movimentos do corpo não referentes à fala, mas que também podem ser acompanhados por ela. De modo análogo, uma ação é proveniente de uma pantomima, servindo como um símbolo para dar significado a “algo”. Primeiramente, são estabelecidas representações desse “algo” por meio dos gestos aos quais se procura descrever e, depois, são utilizados os signos, como forma de representação desse “algo” (SALVADEGO, 2015).

Existe ainda um outro estudo condizente com a linguagem não verbal, denominada cinésica. A cinésica é a área do conhecimento que estuda e se preocupa com as mensagens que são endereçadas mediante os gestos, mímicas e posições corporais, ou seja, é o estudo do movimento (SILVA et al., 2000). Por último, ainda tem-se a prosódia, que consiste no estudo da variação e modulação da voz, de modo a expressar os sentimentos e os desígnios dos interlocutores. Um exemplo de estudo prosódico encontra-se no trabalho de Azevedo et al. (2014). Neste trabalho, o intuito dos pesquisadores era estudar a comunicação de uma professora universitária, mediante análise perceptivo-auditiva, realizada por profissionais fonoaudiólogos, de modo a investigar qual a relação deste recurso semiótico como estratégia de expressividade.

A linguística diferencia duas formas de linguagem associada, ajustável, por um lado, para indicar as coisas de modo objetivo, condizente com a realidade, e por outro lado, para manifestar os sentimentos e os valores vinculados a essas coisas. A primeira situação é denominada de linguagem cognitiva e descritiva e a segunda situação, denominada linguagem afetiva e expressiva. A linguagem gestual, no entanto, tem em sua essência, uma dupla função, pois, ao mesmo tempo em que ela retrata o comprimento de determinado objeto apenas pelo deslocar das mãos, também pode expressar a depreciação desse mesmo objeto por um erguer de ombros, por exemplo (GUIRAUD, 2001). Para os autores Laburú, Barros e Silva (2011, p. 243), “a fala e os gesto podem ser elementos de um único e integrado processo de formação da expressão em que há uma síntese de modos opostos de pensamento”. A fala é linear, provisória, podendo ser fragmentada para análise de maneira

hierárquica. Contrariamente, o gesto tem seu significado originário de um todo, sendo fixo.

Um estudo feito por Goldin-Meadow e Beilock (2010) diz ser dificultoso comunicar-se sem o uso das mãos, posto que os gestos promovem sinais visuais a respeito do nosso pensamento, podendo até convertê-los em ações. A conclusão dos autores, mediante o estudo feito, é de que gesticular sobre uma ação fortifica a representação mental dos elementos da ação refletida no gesto. Caso esses elementos mostrem-se conflitantes com as ações que o acompanham, o funcionamento na resolução do problema se modifica e, se forem conciliáveis com ações futuras, o gesticular contribui na resolução de problemas. Como afirma Lemos (2006), a comunicação não verbal é envolta de inúmeras mensagens que estendem-se sobre a comunicação verbal, uma vez que, os indicativos de comunicação não verbal podem complementar, confirmar ou até contradizer a fala.

Ao se tratar do signo ou de recursos semióticos, referimo-nos a tudo que possa atribuir significado a alguém. Assim sendo, os gestos são considerados importantes recursos semióticos em relação a signos ditos mais corriqueiros, como por exemplo, a linguagem falada, símbolos matemáticos, linguagem escrita, entre outros. Radford (2003) constatou em seu trabalho inúmeros aspectos comuns entre os gestos e outros signos. Os gestos explicitam o enunciado verbal, e o enunciado verbal particulariza o sentido do gesto. Ademais, os gestos revelam muito das atividades dos estudantes em aulas experimentais de química, podendo assim corroborar na elaboração e disseminação de significados e explicações (PICCININI; MARTINS, 2004).

A terminologia comunicações não verbais é bem ampla, abarcando os gestos, posturas, orientações do corpo, singularidades corpóreas de natureza artificial ou natural, organização de objetos, relações de distâncias entre pessoas, entre outras (CORRAZE, 1982). A comunicação é um processo contínuo em nossas vidas, pois, a todo momento falamos com o corpo em diversos níveis e maneiras. As nossas emoções comunicam-se pelo movimento realizado do nosso organismo (GUIRAUD, 2001). Ao sentir tremores, seja por medo ou ansiedade, ao ficar “vermelho de vergonha”, estamos externalizando signos naturais, espontâneos e mais ou menos inconscientes. O conhecimento da linguagem não verbal possibilita compreender melhor a si mesmo e aos outros, posto que o comportamento humano articula emoções e atitudes desejadas e indesejadas, conscientes e não conscientes

(LUNARDELLI; MEIRELLES, 2014).

Os signos manifestados não conscientemente denominam-se signos naturais. Um exemplo de signos naturais são os gestos, pois, são ações realizadas pelo ser humano e visíveis por outros como indicativos de algo a mais. Existem casos em que os gestos possuem qualidades conotativas, e essas qualidades são capazes de nos revelar a origem cultural de quem está gesticulando, por exemplo (ECO, 2003). De modo análogo às expressões verbais, os gestos também são representações. A utilização e as funções desempenhadas pelos gestos é julgada por diversos pesquisadores, sob aspectos como facilitar os modos verbais e substituir determinada palavra provisoriamente inacessível. Há também quem defenda que os gestos corporais, juntamente com a fala, são componentes de uma mesma fonte de conhecimento, servindo, assim, como “janelas” capazes de acessar o pensamento (RADFORD, 2009). Utilizando um panorama diferente do apresentado anteriormente, a ideia de que a atividade mental só ocorre na cabeça, deve ser abandonada. Desse modo, a atividade mental se faz presente na coordenação do corpo, fala, gestos, símbolos, ações e reações em relação ao mundo e aos objetos. Como expresso por Gehlen (1988 apud RADFORD, 2009), conhecer é resultado de uma experiência multissensorial do mundo e um entendimento autossensorial das coisas.

Neste sentido, a definição de signo que melhor se adequa a este estudo é encontrado no trabalho de Peirce (1992). Ancorados nas ideias de Peirce (1992), para os autores Laburú, Silva e Zômpero (2015, p. 858), “todo signo encontra-se encarnado em alguma espécie de coisa, ou seja, qualquer signo é também fenômeno; algo que aparece à nossa mente”. A definição acima nos afirma que toda coisa material é, então, um signo, um sinal que nos remete a outro sinal. Toda vez que pensamos, temos em nossa mente alguma imagem, concepção, sentimento ou uma outra representação que se adequa como um signo (ECO, 2003).

Os signos também podem ser distinguíveis pela intencionalidade e grau de consciência apresentada por um emissor. Por esta razão, alguns autores diferenciaram os signos em comunicativos e expressivos. Os signos comunicativos são emitidos propositalmente e originados como instrumentos artificiais. Os signos expressivos são emitidos sem que haja intenção de comunicar, sendo reveladores de uma disposição ou qualidade de espírito. Os signos tidos como comunicativos são passíveis de codificação, isto é, existe uma relação entre o significante e o significado. Por fim, os signos expressivos, oriundos da intuição, não são passíveis à codificação.

Tais signos não intencionais são denominados de expressivos por Eco (1985), e se opõe aos comunicativos que são intencionais.

Em suma, podemos dizer que todo signo natural é expressivo, mas a recíproca não é verdadeira, e todo signo artificial é comunicativo e vice-versa. Ainda em consonância com Eco (1985), pode-se inferir que os signos podem ser emitidos ou recebidos de maneira voluntária ou involuntária, tanto por parte de um emissor (E) quanto de um destinatário (D), sendo que este último pode conferir ao emissor (E) uma intencionalidade (IE) voluntária ou não (ECO, 1985).

1.6.1 Gestos e Gesticulação no Ensino de Ciências e seu Emprego em Atividades Empíricas

A representação gestual considera a componente representacional substancial para a apreensão dos conteúdos científicos pelos estudantes. Nesse sentido, pesquisas mostram que os gestos caracterizam-se tanto por uma essência complementar de produção e troca de sentidos, como também corroboram para que as primeiras ideias dos abstratos conceitos científicos sejam construídos (SALVADEGO, 2015; DUVAL, 2004). Entretanto, ambientes como os laboratórios didáticos, por exemplo, onde ações sobre objetos, artefatos e manipulação de instrumentos se faz presente, os gestos instantâneos, por serem subunidades das ações, tornam-se insuficientes na maneira pela qual podem ser utilizados junto às pesquisas para compreender os significados dos conceitos apropriados pelos estudantes (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015).

De acordo com O'Byrne (2009), ao tratarmos de alguma coisa que possa contribuir com a emaranhada construção do pensamento científico e matemático dos estudantes, esta deve ser obtida mediante gestos, olhares, ações, isto é, deve estar além dos testes, questões e avaliação escrita. Quando estudantes dialogam na presença de objetos materiais, estes podem encenar gestos que sustentam abstratos conceitos científicos (ROTH; LAWLESS, 2002). A pantomima, de modo semelhante e em virtude das próprias desenvolvuras gestuais ou figurativas envolvidas, apresenta uma maior proximidade com a fala ou a leitura.

Contrários ao signo verbal, os gestos, as ações manipulativas, o paladar, a textura, as emoções, o cheiro, as imagens visuais são signos analógicos, em razão da capacidade de envolver uma relação contínua. Os signos analógicos não

estão diretamente ligados a um léxico de dicionário ou de uma sintaxe modelo e, ao mesmo tempo em que se mostram pobres em precisão e complexidade sintática, podem, por outro lado, expandir e melhorar o significado do que está sendo pensado (CHANDLER, 2017). Assim como os que defendem o referencial da Diversidade Representacional, o pensamento, a representação e a imaginação estão sob uma base de funções sensoriais que se comunicam por intermédio das mãos, linguagem e olhos (GEHLEN, 1988, apud PRAIN; WALDRIP, 2006). Como ressalta Vygotsky (2003), gestos e ações atuam junto à verbalização para a elaboração do pensamento.

Estudos recentes em educação científica e matemática, referentes a análise gestual (ROTH, 2001; EDWARDS, 2009; RADFORD, 2009; ARZARELLO et al., 2009; PING; GOLDIN-MEADOW, 2010), investigam o papel da representação gestual e como esta se relaciona com o desenvolvimento do pensamento e do discurso. Portanto, a articulação verbal, em conjunto com a gestual, permite uma totalidade discursiva mais inteligível do discurso científico, e do que o estudante está pensando (ROTH; LAWLESS, 2002). Ainda nessa mesma perspectiva, alguns trabalhos procuram entender como a análise gestual infere na comunicação em sala de aula de professores e estudantes (ROTH, 2001; RADFORD; EDWARDS; ARZARELLO, 2009), de modo a sustentar uma relação com a conceituação expressa, e assim, considerar fases articuladas dos movimentos gestuais (BRESSEM; LADEWIG, 2011). Como indicado por Kastens, Agrawal e Liben (2008), o gesto está interligado aos processos cognitivo e perceptivo, gerando assim, sutis significados.

Ações e gesticulações, de acordo com Duval (2004), estão coadunadas à representação mental, pois, por meio da manipulação de objetos e instrumentos, elas não segregam-se das entidades simbólicas. Conseqüentemente, na fluidez do pensamento, nem a mão nem o intelecto prevalecem sozinhos, mas estão circundadas por instrumentos e ferramentas da linguagem concatenadas pelo ser humano, que as utiliza para que haja uma melhora no desenvolvimento do pensamento e da linguagem interiorizada (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015).

Ainda que o gesto e a gesticulação possam ter seus significados confundidos, para esta dissertação, faz-se necessário alguns esclarecimentos. Ambos serão utilizados como instrumentos analíticos para a análise interpretativa da pesquisadora quando os estudantes estão inseridos no ambiente laboratorial. Constatamos em nossas análises que ambos foram manifestados pelos estudantes, isto é, não podemos fazer uso de uma terminologia em detrimento da outra. A

gesticulação permite-nos construir narrativas temporais e causais do que está acontecendo no momento em que os estudantes agem no laboratório, ao passo que os gestos, de acordo com a categoria de Kendon (2004), também são importantes, nos dando indícios de como os estudantes pensam ao realizarem atividades experimentais. (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015; SALVADEGO, 2015).

As reflexões a respeito dos gestos, estendem-se para a gesticulação. A gesticulação, portanto, compõe uma linguagem corporal de natureza representacional. Partindo de uma perspectiva pedagógica, a gesticulação apresenta duas dimensões que devem ser consideradas: uma cognitiva, haja vista seu papel acessório na construção do pensamento e desenvolvimento do significado daquilo que está sendo estudado pelo aprendiz e outra, de natureza processual e avaliativa, constituído por uma linguagem que conceda, ao professor, contemplar o significado do que está sendo elaborado pelo estudante (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015). Na abrangência desta pesquisa, entendemos que ambas as funções pedagógicas citadas, não são excludentes, mas complementares.

A partir desse momento passamos a posicionar o laboratório didático como um espaço vantajoso de geração de um modo representacional focado na esfera do sensível ou corporal, o que acaba por envolver impreterivelmente os gestos, as ações e os procedimentos experimentais. Dentre os multimodos utilizados para representar o pensamento científico, temos a cinesia. A cinesia consiste em todo o movimento corporal empregado durante o discurso científico e que engloba sinais carregados de significados (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2006). No contexto da educação científica, a relevância desse modo representacional é evidenciado nas atividades empíricas, por meio de habilidades e procedimentos, condutas e manipulação sobre objetos (LABURÚ; SILVA, 2016).

Os gestos, tal como as expressões verbais, são exemplos de representações. Ao partilharmos da ideia de que a decodificação das ações e gestos de um estudante apresenta menor objetividade do que sua linguagem verbal poderia indicar, tem-se que, elucidar a gesticulação, no entanto, não se constitui em uma simples e precisa tarefa para quem as interpreta. Dessa maneira, atribuir-lhes o máximo de logicidade possível, acaba por se tornar um desafio. Nesse sentido, a semiótica pode se tornar um aliado para a interpretação, tradução e entendimento das gesticulações, pois, considera tanto os aspectos condizentes com o conteúdo da experimentação como também, aspectos latentes a conteúdos básicos, favorecendo

a comunicação entre conteúdos passados e atuais.

Os estudos que se atentam à análise e exploração da gesticulação como uma modalidade representacional ainda são poucos. A interpretação das gesticulações de estudantes em atividades que envolvem o laboratório de química, assim como suas possibilidades para a apreensão de conceitos científicos, se constitui em um extenso território de análises. Por fim, o conhecimento também está atrelado a uma acepção e reflexão das ações sobre o mundo natural e sobre os instrumentos tecnológicos (SALVADEGO, 2015). Pesquisas em educação científica tendem a estudar os gestos do tipo metafórico, dêitico e icônico (PICCININI; MARTINS, 2004; KENDON, 2004; ROTH; LAWLESS, 2002).

O pesquisador e professor Eduardo Mortimer tem diversos trabalhos cujo escopo é estudar e melhor compreender a manifestação de gestos em aulas de Química. Contudo, um ponto interessante a se ressaltar é que esses trabalhos voltam sua atenção para o professor, isto é, os gestos como um mecanismo de expressividade de professores em suas aulas. Sumariamente falando, os trabalhos de Mortimer que contemplam a temática gestual tem como foco os gestos instantâneos realizados por professores durante suas aulas. Assim sendo, esta pesquisa possui uma dimensão um pouco diferente pois, o foco aqui é o estudante e, além de estarmos interessados nos gestos instantâneos, como categorizados por Kendon (2004), também é de interesse deste trabalho a gesticulação ou gestos em ação, ou seja, uma sucessão de gestos instântaneos que se encadeiam para contar uma história, ou seja, para mostrar e entender determinadas ações dos estudantes, quando inseridos no laboratório de química. Por consecutivo, a gesticulação se apresenta como um ato de autorreflexão do pensamento em ação de um emissor, sem que, para isso, os signos expressos por ele sejam orientados para um receptor.

Merece destaque, principalmente no ensino de ciências naturais, as manipulações e operações sobre objetos e instrumentos empregadas no mundo empírico, pois são consideradas passíveis de serem trabalhados em aula (PRAIN; WALDRIP, 2006). Laború e Silva (2016) também compactuam da mesma ideia pois, de acordo com esses pesquisadores, a ação prática é um modo representacional importante para a aprendizagem das ciências. Tal ideia é derivada da capacidade manipulativa do estudante em participar da construção do significado das ideias científicas, em consonância com as representações nas formas matemáticas, gráficas, verbais, dentre outras.

Procedimentos, encaminhamentos de ações práticas, condutas e gestos, permitem que o estudante exteriorize, mediante o ato, compreendendo o que está sendo ensinado, mesmo que palavras não sejam proferidas. De acordo Roth e Welzel (2001), os gestos inclusos na manipulação de materiais existentes no laboratório, apresentam um papel acessório e colaborativo para a integração do discurso científico, antecipando-se a ele quando os estudantes ainda demonstram pouco conhecimento a respeito do assunto, uma vez que, o jogo entre o fazer e o compreender ou entre o manipular e o aprender torna-se indissociável e idiossincrático. Complementar a esta ideia, Radford (2012) afirma que qualquer artefato utilizado em experimentos científicos ou atividades empíricas, é repleto de significado social e histórico. Porém, para que sua finalidade seja apropriada, é necessário que ações específicas, com suas respectivas gesticulações, apresentem fins culturais particulares.

O modo representacional das ações, proporcionada pelas atividades experimentais, são trocas genuínas da linguagem verbal e matemática para a visual/manual e vice-versa. Nas palavras de Joly (2008, p. 73), seria uma “materialização do equivalente visual do falado ou escrito”.

As salas de aula, tomando por base os dizeres de Mortimer, Scott e El-Hani (2011), compõe um intrincado ambiente social, onde a interação do professor com o estudante tem como propósito dar suporte ao desenvolvimento de um ponto de vista particular. Nesse sentido, os gestos são importantes para que haja uma diminuição de ambiguidades no momento instrucional. Adicional a essa ideia, Roth e Lawless (2002) preconizam que os gestos criam um vínculo entre as experiências do mundo real e a linguagem conceitual abstrata.

O trabalho realizado por Pereira, Mortimer e Moro (2015) é um bom exemplo do estudo dos gestos com a finalidade de descrever o significado instantâneo, isto é, no exato momento em que são realizados. Os autores fizeram a análise do uso de gestos recorrentes por uma professora, em conjunto com outros modos semióticos em aulas de química orgânica do Ensino Superior. Os gestos utilizados por ela ficaram restritos a orientação do movimento de suas mãos, e posteriormente, eles foram categorizados de acordo com Kendon (2004). É importante ressaltar que Kendon (2004) considera por gesticulação, os gestos que conduzem a fala, movimento de braços, cabeça, pescoço, postura corporal e pernas.

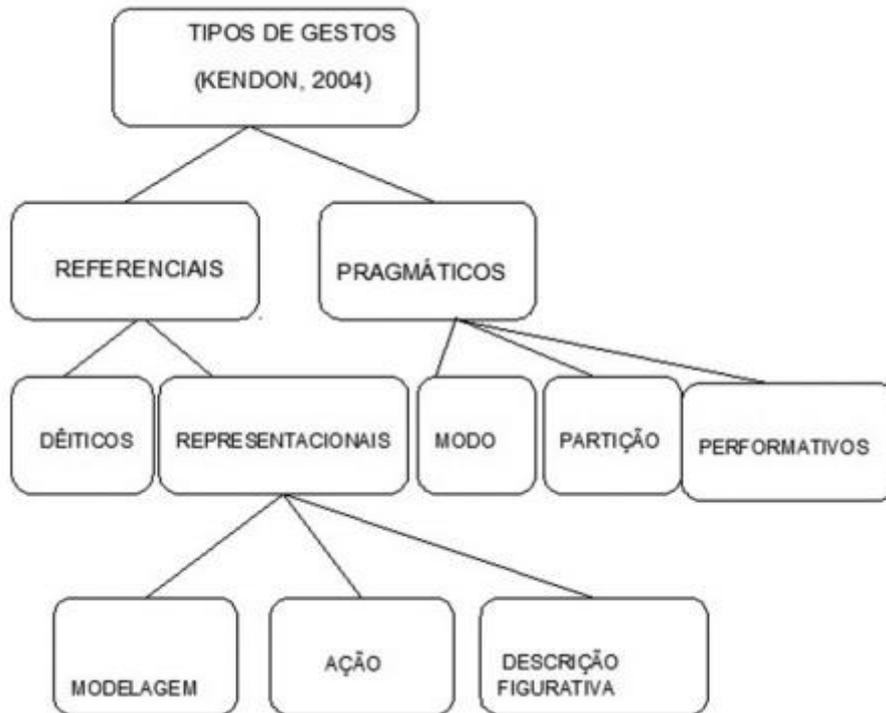
De acordo com esse referencial, os estudos dos gestos datam de

muito tempo atrás. Para esse autor, “os gestos são ações visíveis e têm um papel em cada enunciado”. Os gestos são utilizados como um conjunto de ações ou parte dele, processadas em uma situação interativa entre sujeitos. Em relação a classificação dos gestos propostos por Kendon (2004), podemos distingui-los e categorizá-los em dois grupos: gestos referenciais e gestos pragmáticos. Os gestos referenciais fazem parte do conteúdo referencial do respectivo enunciado, sendo subdivididos em: representacionais e dêiticos. Os gestos referenciais representacionais estão subclassificados em: gestos de modelagem, quando uma parte do corpo é utilizada de modelo para algum objeto; gestos de ação, quando partes do corpo estão gesticulando de modo articulado a fala; gestos de descrição figurativa, quando o falante esboça ou descreve o objeto no ar. Já os gestos referenciais dêiticos estão vinculados ao apontar do objeto pelo falante.

Os gestos pragmáticos associam-se ao significado de um enunciado, que não se inclui nem do significado referencial, nem do conteúdo proposicional. Os referidos gestos subdividem-se em: performativos, de modo (ou modal) e de partição (ou divisão). Os gestos pragmáticos performativos indicam um pedido, uma recusa ou um convite entre o falante e o interlocutor; gestos pragmáticos de modo (ou modal) quando o falante faz uso de uma hipótese, uma interrogação ou uma afirmação para interpretar o que está sendo falado em determinado enunciado; gestos pragmáticos de partição (ou divisão) quando pontuam a fala e mostram seus distintos componentes lógicos.

Ainda em consonância com Kendon (2004), os gestos podem propiciar uma expressão paralela para o significado das palavras, ao refinar, restringir ou qualificar este significado verbal ou até mesmo proporcionar aspectos onde a componente verbal não se faz presente. O autor refere-se ainda a expressão “corpo gestual”, devido ao fato de que para ele quase todo corpo humano pode interferir no processo de significação. A Figura 2 a seguir, retirada do trabalho de Pereira, Mortimer e Moro (2015), sintetiza por meio de um diagrama, as categorias propostas por Kendon (2004) para os gestos.

Figura 2 – Classificação com as tipologias dos gestos proposta por Kendon (2004).



Fonte: Pereira, Mortimer e Moro (2015).

Da mesma forma como a linguagem está para o desenvolvimento do pensamento, como proferido por Vygostsky, gestos e ações atuam juntamente à verbalização para a organização do pensamento (LABURÚ; ZÔMPERO; BARROS, 2013). Neste caso, a avaliação perceptiva mostra-se eficaz, visto que, parte do que os estudantes querem explicitar, a verbalização pode deixar de nos informar (KIM; RÖTH; THOM, 2011).

Não obstante, pensar nas ações, no sentido pretendido nessa pesquisa, diferentemente do trabalho realizado pelos pesquisadores Pereira, Mortimer e Moro (2015), está vinculado a uma composição temporal de gestos fragmentados que se encadeiam, de forma a apresentar um propósito específico sobre o ambiente empírico. De modo consequente, o âmago desta pesquisa, além de utilizar o gesto instantâneo, como proposto por Kendon (2004), também o ultrapassa, se atendo a investigar a gesticulação de estudantes sobre os objetos, artefatos e instrumentação científica de fácil manipulação, que consistem em atividades experimentais, empregadas durante o momento instrucional.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Antes de iniciar a investigação, a pesquisadora entrou em contato com a direção da Instituição Escolar para apresentar os objetivos e as propostas do estudo em questão. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), conforme parecer número 64817417.0.0000.5231. Os sujeitos envolvidos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovando a sua participação e envolvimento no decorrer da pesquisa. O modelo do Termo de Consentimento encontra-se na seção de apêndices (APÊNDICE E). Ao findar de todos os trâmites legais, a pesquisadora teve uma conversa com a professora da turma, com o intuito de melhor delinear o escopo do trabalho.

Devido ao fato da professora ser bem conhecida e querida pela turma, ficou acordado que a pesquisadora seria apenas uma “observadora” das aulas e a professora, assumiu a função de mediadora no decorrer das aulas. Assim sendo, não houve interferência por parte da pesquisadora em nenhum dos momentos instrucionais que caracterizaram o estudo. Neste capítulo será apresentada e delineada a metodologia adotada na pesquisa, incluindo informações referentes a natureza da pesquisa, os procedimentos para a coleta das informações e de análise dos resultados.

2.1 PARTICIPANTES, PARTE AMOSTRAL E CODIFICAÇÃO DOS ESTUDANTES

O desenvolvimento da pesquisa se deu em um Instituto Federal do Paraná (IFPR), em março de 2017. As atividades resultantes da dissertação foram desenvolvidas em um total de seis aulas. Os estudantes cursavam o 3º ano do Ensino Médio, integrado ao Técnico em Informática para Internet. A faixa etária dos estudantes variava de 16 a 18 anos. A característica da parte amostral participante da pesquisa foi predominantemente urbana e de classe econômica média-baixa.

A pesquisa foi realizada em duas etapas. Como forma de diferenciar os espaços (ambientes) em que sucedeu-se nosso estudo, a pesquisadora resolveu categorizar as etapas em: momento sala de aula e momento laboratório didático, sendo este último subdividido em I e II. Faz-se necessário dizer que o momento instrucional intitulado laboratório didático I e II referem-se, respectivamente, as

atividades experimentais dos estudantes, ao disporem-se em grupos e individualmente.

Para manter o anonimato dos sujeitos envolvidos, a professora da turma foi codificada pela letra (P) e os estudantes pela letra (E), seguido de uma numeração utilizada para diferenciar cada um dos envolvidos, como por exemplo E₁, E₂, E₃ e assim por diante.

Estiveram presentes no momento sala de aula 38 estudantes e nos momentos laboratório didático I e II, 22 estudantes. É importante ressaltar que dos 22 estudantes que participaram do momento laboratório didático I, somente 3 estudantes, ou seja, um representante de cada grupo formado, foram verbal e gestualmente focos da análise da pesquisadora no momento laboratório didático II. Desta forma, os estudantes enquadrados na pesquisa fazem alusão somente aos que participaram tanto do momento sala de aula, quanto dos momentos laboratório didático I e II, isto é, 22 estudantes. Para melhor facilitar o entendimento do leitor no Quadro 1 apresentamos um resumo de como foi organizado nosso estudo.

Quadro 1 - Síntese de como foi organizado o estudo.

Etapas do Estudo	Número de Estudantes Presentes e Analisados	Quantidade de Aulas Utilizadas	Característica das Atividades Realizadas	Tipos de Representação Manifestada pelos Estudantes
Momento Sala de Aula	38, sendo somente 22 analisados	2	Exposição dialogada do Conteúdo (Individual e em Grupo)	Verbal Oral e Verbal Escrita
Momento Laboratório Didático I	22	2	Atividades Experimentais (Grupo)	Verbal Oral, Verbal Escrita, Gesticulação e Gestos
Momento Laboratório Didático II	22, sendo somente 3 analisados	2	Atividades Experimentais (Individual)	Verbal Oral, Verbal Escrita, Gesticulação e Gestos

Fonte: A própria autora.

2.2 COLETA DAS INFORMAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

O registro dos discursos verbais, gesticulações e gestos dos estudantes foram obtidos mediante videogravação e notas de campo produzidos pela pesquisadora. As aulas foram videogravadas com o auxílio de duas câmeras e dois

aparelhos celulares. Ao final das gravações, a pesquisadora assistiu aos vídeos repetidas vezes para que, cuidadosamente, as informações ali presentes pudessem ser selecionadas, a fim de se fazer recortes dos momentos mais expressivos tanto das interações verbais quanto da gesticulação e gestos manifestados pelos estudantes, o que acabou resultando na seleção de alguns *frames*¹. As anotações, assim como as transcrições de áudio condizentes às seis aulas, objetos deste estudo, contribuíram para alinhar e direcionar interpretações consideradas importantes, como as decisões tomadas pelos estudantes durante a realização das atividades, reações inesperadas ao lidar com alguma situação no ambiente laboratorial, formas de defrontar com algumas dificuldades por parte dos estudantes e outros aspectos que foram possíveis de ser constatados nas imagens de vídeo coletadas e analisadas.

Os mesmos estudantes, quando cursavam o 2º ano do Ensino Médio, já haviam trabalhado com a atual professora os conteúdos químicos Soluções e Solubilidade. Desta forma, antes de se iniciarem as atividades experimentais no laboratório de química, tanto a pesquisadora quanto a professora da turma, acreditaram ser importante a realização de uma pequena revisão do conteúdo.

O trabalho é de natureza descritiva e interpretativa. Os dados coletados foram categorizados e analisados de acordo com a análise textual qualitativa (MORAES, 2005). Ao referimo-nos a uma investigação de cunho qualitativo, o investigador é tido como o instrumento principal e a pesquisa é então caracterizada como descritiva. As informações recolhidas apresentam-se em forma de palavras ou imagens e são inspecionadas respeitando-se suas formas de transcrição e registros. Assim sendo, a análise das informações tende a ser de forma indutiva, sendo que seu significado apresenta vital importância (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

De acordo com Moreira (2011), o investigador interpretativo quando adentra o ambiente a ser estudado, observa e prioriza o fenômeno de seu interesse, anotando com atenção a todos os acontecimentos. O seu enfoque é descritivo e interpretativo, sendo a interpretação das informações o aspecto fundamental do domínio metodológico da pesquisa qualitativa, do ponto de vista de significados tanto do pesquisador quanto dos sujeitos envolvidos.

A pesquisa de caráter qualitativo, segundo os dizeres de Moreira

¹ O *frame* representa um pequeno momento do vídeo, ou seja, é cada um dos quadros ou imagens fixas de um vídeo.

(2011, p. 49), apresenta seu “interesse no ensino propriamente dito, na aprendizagem, no currículo, na avaliação e nos contextos, mas estes são analisados sob pontos de vista diferenciados”. Em conformidade a isso, o laboratório de química, por exemplo, pode ser considerado um ambiente socioculturalmente estruturado, no qual gesticulações e gestos modificam-se continuamente, sendo também, o lugar onde significados são alcançados, compartilhados e manifestados de forma a preconizar o contexto, o que acaba atribuindo-lhe uma funcionalidade de destaque, pois, significados e ações são contextuais (MOREIRA, 1999a).

2.3 CARACTERIZANDO O ESPAÇO FÍSICO DA ESCOLA

Por tratar-se de um Instituto Federal (IFPR), além do Ensino Médio regular, os estudantes dispunham também, inclusos em suas atividades curriculares, o curso Técnico em Informática para Internet. Os estudantes escolhidos para participar da pesquisa foram aqueles que conseguiram comparecer em todas as aulas desenvolvidas. Em virtude de alguns estudantes trabalharem ou não residirem na cidade onde estudavam, não foi possível que todos pudessem participar das atividades desenvolvidas. Logo, desde o início, os estudantes foram informados que a pesquisa que seria realizada no campus da escola, não era de caráter obrigatório, mas sim de livre escolha.

O campus onde foi realizada essa investigação era recente, não muito grande, e ofertava três cursos técnicos distintos, cuja escolha cabia ao próprio estudante, no ato da inscrição. Para permanecerem na instituição, os estudantes eram submetidos a um processo seletivo, em que 30% das vagas destinavam-se ao sistema universal de cotas. De modo geral, o IFPR dispunha de diversos laboratórios de ciências, sendo somente um laboratório de química.

O espaço físico do laboratório era bem amplo e equipado, porém, possuía algumas instalações inacabadas, como ar condicionado, tubulações de gás, algumas luzes sem funcionamento, e erros de logística, como por exemplo, o chuveiro emergencial para banho em caso de acidentes, que não se localizava em um lugar apropriado. A falta de pessoal qualificado, como técnicos em química para trabalhar no laboratório, acabava dificultando o trabalho da professora quando desejava realizar uma atividade experimental, pois as turmas eram demasiadamente grandes e o tempo para que a professora preparasse todo o laboratório sozinha era insuficiente.

2.4 ORGANIZAÇÃO DAS AULAS

Essa investigação compreendeu um total de seis aulas, em que, duas aulas aconteceram na sala de aula e quatro aulas no laboratório de química. As quatro aulas laboratoriais ocorreram no contraturno, enquanto que as duas aulas teóricas (sala de aula) aconteceram no período regular, devido a um contratempo. Isso justifica o maior número de estudantes que compareceram no momento sala de aula (38) em relação ao momento laboratório didático (22). Como forma de facilitar os momentos de análise das informações obtidas, temos a utilização de dois momentos (etapas) distintos. No momento sala de aula, a professora trabalhou brevemente com os estudantes alguns assuntos que envolviam o conteúdo solubilidade. Também foram disponibilizados os diálogos e interpretados os significados (análise) das interações verbal oral manifestadas pelos estudantes.

No momento laboratório didático I foram realizados quatro atividades experimentais em grupos, intituladas por A₁, A₂, B₁, B₂ e no momento II, foi proposto pela professora da turma que cada um dos grupos elegeassem um representante para refazer um dos experimentos já realizados no momento I. Nessa segunda parte que caracterizou nossa pesquisa, foram descritos e analisados os significados das gesticulações e dos gestos dos estudantes, juntamente com suas produções verbais orais e escritas, enquanto estes realizavam experimentos. Nas subseções que seguem, são pormenorizados cada um dos espaços físicos (etapas) que caracterizaram nosso estudo.

2.4.1 Apresentação do Formato de Aula Desenvolvido no Momento Sala da Aula

Como já foi mencionado, a professora da turma já havia trabalhado o conteúdo referente a solubilidade no ano de 2016 com seus estudantes, porém, as aulas limitaram-se somente a uma abordagem teórica. Em uma conversa particular entre a pesquisadora e a professora, ficou acordado que fosse realizado uma espécie de revisão, totalizando duas aulas, para que os estudantes pudessem novamente ter contato com parte do conteúdo. Vale lembrar que o conteúdo soluções é extenso e não foi trabalhado em sua totalidade pela professora, devido ao tempo escasso destinado a essa pesquisa. Somente foram estudados os assuntos (Figura 1) que seriam tratados nas atividades experimentais, pertencentes ao segundo momento

instrucional da pesquisa.

Os assuntos trabalhados pela professora em sala de aula e que envolveram o conteúdo principal Solubilidade foram os seguintes: o conceito de mistura, conceito de solução, tipos de dispersões, tipos de soluções, polaridade, proporção soluto/solvente, fatores que influenciam a solubilidade, conceito de solubilidade, conceito de concentração e diluição, coeficiente de solubilidade e análise de curvas de solubilidade.

Após assistir as videograções referentes as duas aulas teóricas, a pesquisadora disponibilizou os diálogos dos estudantes com a professora. Na sequência, foi providenciada a análise correspondente às interações verbal oral dos estudantes, cuja interpretação baseou-se no conhecimento cientificamente aceito referente ao conteúdo. Um ponto importante a ser mencionado é que a aula foi do começo ao fim conduzida pela professora da turma mediante questionamentos e exemplos do cotidiano, de forma a instigar o estudante a interagir com outros colegas e a buscar respostas com respaldo na ciência. A postura adotada pela professora de uma aula dialogada, auxiliou em um maior envolvimento e participação dos estudantes nas aulas pois, estes não se sentiram receosos em cometer equívocos, falhas, ou serem satirizados por suas respostas.

Devido ao fato das videograções condizentes às interações verbais dos estudantes e da professora em sala de aula serem muito extensas, isto é, foram duas horas de áudio e mais de 12 páginas transcritas, consideramos utilizar apenas alguns recortes no tocante ao momento intitulado sala de aula. Os pequenos recortes foram denominados por “Episódios”. Desse modo, foram selecionados um total de 8 episódios, sendo estes considerados os mais importantes pela pesquisadora no transcorrer das duas aulas. No capítulo seguinte serão delineados esses episódios, seguindo a cronologia das aulas, ou seja, o episódio um antecede o episódio dois e assim por diante. Um lembrete importante é que a transcrição das falas foram disponibilizadas na íntegra (como constava no áudio) pela pesquisadora, da maneira como os estudantes se expressaram, inclusive com erros de concordância que fogem do gramaticalmente correto.

O propósito do momento sala de aula foi realizar uma pequena revisão teórica dos assuntos destacados na Figura 1 em relação ao conteúdo químico solubilidade, para que posteriormente, os estudantes pudessem utilizar aqueles conhecimentos na realização de atividades experimentais. O instrumento de análise

da pesquisadora na etapa inicial da pesquisa pautou-se somente no discurso verbal oral dos estudantes. Apenas em um episódio específico (episódio 7), nossa análise embasou-se também na manifestação do gesto dêitico por alguns estudantes.

2.4.1.1 Tipos de representações utilizados no momento sala de aula

As representações utilizadas pela professora em aula foram a verbal-oral, verbal-escrita, desenho, gráfico, algébrica e gestual com as mãos. Já os estudantes manifestaram-se por intermédio das representações verbal oral e escrita, apenas. Vale lembrar que em um episódio, alguns estudantes manifestaram-se por meio de gestos dêiticos (em direção ao quadro), como categorizado por Kendon (2004).

As duas aulas condizentes com a revisão do conteúdo, de acordo com a perspectiva da pesquisadora, que durante o decorrer do trabalho assumiu um olhar externo ao momento instrucional, isto é, um olhar de expectadora-observadora, foram muito significativas, pois, em todos os momentos da aula, ou vamos assim dizer, durante o “bate papo professora-estudante”, houve bastante interatividade no que concerne ao conteúdo. A característica principal, e que tornou o momento sala de aula favorável à divulgação de ideias e do pensamento científico, foi a condução das aulas pela professora mediante interação dialógica intensa com os estudantes, embasada em questionamentos e exemplos corriqueiros.

2.4.2 Apresentação das Atividades de Ensino Desenvolvidas no Laboratório Didático

Nesta seção são descritas em detalhes todas as atividades experimentais desenvolvidas com a turma. No total, foram videogravadas quatro aulas e realizadas quatro atividades experimentais distintas, designadas por A₁, A₂, B₁ e B₂. Na seção Anexos, encontram-se as fichas experimentais entregue aos estudantes durante o momento instrucional laboratório didático.

Devido ao fato das atividades realizadas no laboratório pelos estudantes serem de caráter investigativo, o roteiro experimental foi por nós pensado de modo a não conter todas as informações prontas, mas sim, fazer o estudante pensar um pouco antes de tomar qualquer decisão no tocante ao experimento. A atitude de pensar em um procedimento que não fornecesse todas as informações tem

por justificativa o motivo de que se o procedimento estivesse com todos os “caminhos” a serem seguidos, muito provavelmente o estudante realizaria suas ações por impulso, o que implica em um não pensar nas consequências e nos objetivos de tais atividades. Após a realização do experimento, haviam algumas questões intituladas “Questões a serem pensadas”, que faziam referência ao experimento e aos assuntos trabalhados em sala de aula. No capítulo 3 estão disponíveis as produções escritas dos grupos acerca destas questões, assim como também, a análise da pesquisadora.

Vale sobrelevar que todas as quatro atividades aqui realizadas não exigiam instrumentação e equipamentos de grande porte, difícil manuseio ou que necessitassem de um vasto conhecimento tecnológico. Por conseguinte, os experimentos utilizados nesse estudo foram adaptados da literatura, sendo os mesmos devidamente referenciados nas seções abaixo. Na sequência, são apresentados os objetivos de cada uma das atividades, assim como os procedimentos experimentais (tal como foi entregue na ficha fornecida aos estudantes, disponíveis no fim da dissertação, nos apêndices A, B, C e D).

A divisão das atividades experimentais em $A_1 - A_2$ e $B_1 - B_2$, foi pensada da seguinte maneira: o grupamento pertencente às atividades A, não apresentavam as estruturas dos materiais envolvidos, logo, não necessitavam que os estudantes fizessem de imediato, a comparação e explicação dos resultados obtidos com a parte estrutural (submicroscópica). Já os experimentos do grupamento B, os quais reuniam as estruturas dos materiais, tinham por intuito que os estudantes realizassem tais comparações estruturais (submicroscópicas), juntamente com a observação macroscópica dos resultados, de forma a envolver ambos os aspectos em suas explicações (respostas).

2.4.2.1 Atividade experimental A_1

O objetivo da atividade A_1 , experimento disponível no apêndice A, adaptado de Galvan et al. (2016) era familiarizar os estudantes com as nomenclaturas soluto, solvente, com o processo de solubilidade, formação de soluções ou não, e também trabalhar com dois importantes fatores que interferem sobre a solubilidade sendo eles, a proporção soluto/solvente e a natureza do soluto/solvente. É importante salientar ainda que os roteiros experimentais apresentavam algumas informações completas, como por exemplo, “colocar 5 mL” e outras semi - completas como,

“adicionar uma pequena quantidade”.

Descrição Procedimental: Colocar 5 mL de água em cada um dos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos materiais (talco; isopor; sal de cozinha; açúcar; gasolina; iodo; sulfato de cobre; álcool; areia) em cada um dos tubos de ensaio, com exceção da acetona. Agite um pouco cada um dos tubos de ensaio. Repita o procedimento anterior, com a acetona ao invés da água. Anote a solubilidade de cada material. Também, podem ser anotadas outras observações que o grupo achar pertinente no desenvolvimento da atividade.

2.4.2.2 Atividade experimental A₂

O intuito da atividade A₂, experimento disponível no apêndice B, também adaptado de Galvan et al. (2016), em um primeiro momento era entender como se dava a solubilidade do M&M, ou seja, do açúcar, com o qual o chocolate é revestido, utilizando primeiramente três solventes distintos (água, óleo e álcool) e, em um segundo momento, como se comportava a solubilidade do mesmo material, o açúcar, em relação a um mesmo solvente, no caso a água, porém, em relação a temperaturas distintas. Nesse segundo momento, foi inserido mais um fator que influi na solubilidade dos materiais, que é a temperatura. Um outro objetivo da segunda parte do experimento era compreender como se apresentava o perfil gráfico da dissolução do açúcar (solvente), em distintas temperaturas de água (solvente), isto é, mediante a construção da Curva de Solubilidade do açúcar em água.

Descrição Procedimental: Despejar em três béqueres distintos, água a temperatura ambiente, óleo e álcool. Posicionar a folha branca embaixo de cada um dos béqueres. Colocar um M&M (da mesma cor) em cada um dos respectivos béqueres, simultaneamente. Agite um pouco cada recipiente. Observe durante cerca de um minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.

Despejar água fria, água a temperatura ambiente e água quente em béqueres distintos, de modo que a quantidade de água seja suficiente para cobrir o M&M. Colocar os três recipientes sobre o papel branco. Com a ajuda de seus colegas, coloque um M&M (da mesma cor) no centro de cada béquer ao mesmo tempo. Agitar um pouco cada recipiente. Observe durante um minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.

2.4.2.3 Atividade experimental B₁

O objetivo da atividade B₁, experimento disponível no apêndice C, adaptado de Sá e Neto (2012), em um primeiro momento era entender quais os critérios utilizados pelos estudantes para prever o grau de solubilidade (solúvel, pouco solúvel ou insolúvel), de alguns materiais quando inseridos em alguns sistemas (tubos de ensaio). Com isso, tem-se que o escopo inicial do experimento foi trabalhar com o raciocínio dedutivo dos estudantes. Em um segundo momento, o intuito era que os estudantes pudessem comprovar experimentalmente suas asserções acerca da solubilidade dos materiais, em conjunto com as imagens das estruturas de cada um dos materiais utilizados no experimento, fornecidas pela professora na ficha procedimental. Além disso, o procedimento não explicitava a quantidade do componente II a ser adicionado aos sistemas, o que mais uma vez fazia alusão em como a quantidade interfere na solubilidade dos materiais.

Descrição Procedimental: Primeiro observe a Tabela 1 e preveja o grau de solubilidade.

Tabela 1 - Tabela do experimento B₁, em que os estudantes deveriam fazer a previsão no que se referia à solubilidade dos componentes.

Componente I	Componente II	Solúvel (Sim ou Não?)
Água	Óleo	
Água	Vinagre	
Gasolina	Vinagre	
Sal de cozinha	Água	

Fonte: Experimento adaptado de Sá e Neto (2012, p. 4-5).

Preveja o grau de solubilidade dos materiais mencionados na Tabela 1. Agora, colocar 5 mL de cada um dos componentes (I) nos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos componentes (II). Agitar um pouco cada um dos tubos de ensaio.

2.4.2.4 Atividade experimental B₂

O propósito da atividade B₂, experimento disponível no apêndice D, também adaptado de Sá e Neto (2012), era fazer a simulação de um ralo de pia

entupido, exemplo este relacionado ao cotidiano dos estudantes. Também foi fornecido pela professora, a estrutura de um hidrocarboneto solúvel e outro insolúvel, para que os estudantes pudessem fazer a associação das estruturas com o fenômeno observado, auxiliando-os assim, no momento de suas explicações científicas. Tais estruturas exemplificavam os resíduos que são comumente e erroneamente descartados na pia por nós, todos os dias.

Descrição Procedimental: Corte a parte superior da garrafa PET (logo acima do rótulo da embalagem). Inverter a parte superior da garrafa e encaixar na parte inferior. Colocar uma quantidade considerável de margarina no gargalo da garrafa, para que fique totalmente preenchida. Acrescentar água e observar se está vazando. Caso haja vazamento, acrescentar mais margarina até a total interrupção do vazamento, de modo que a água fique acumulada. No béquer, acrescentar água e em seguida, acrescentar algumas colheres de hidróxido de sódio. Despejar a solução na garrafa junto com a água e aguardar alguns minutos. Observar o fenômeno ocorrido e fazer suas anotações.

2.5 MOMENTO LABORATÓRIO DIDÁTICO I

No ambiente laboratorial, primeiramente trabalhou-se as atividades experimentais em grupo. A ideia inicial da pesquisadora foi a formação de quatro grupos distintos, de modo que dois grupos realizassem as atividades A_1 e A_2 e os outros dois grupos, as atividades B_1 e B_2 . Com isso, ficou acordado entre a professora da turma e os estudantes que, no primeiro horário, um determinado número de estudantes fossem até o laboratório realizar as atividades e no segundo horário, o restante da turma. Como a pesquisa se desenvolveu no contraturno, nem todos os estudantes puderam comparecer nas atividades experimentais. Dos 38 estudantes presentes no momento sala de aula, somente 22 conseguiram participar das atividades experimentais. Com isso, não foi possível a formação de quatro grupos, mas somente três. Convém salientar que todos os experimentos tinham por finalidade a utilização de materiais de fácil manipulação e acesso, tanto para a pesquisadora quanto aos estudantes.

Os grupos foram codificados por G_1 , G_2 e G_3 . Como no primeiro horário somente um grupo compareceu, este foi denominado por G_1 e eles realizaram as atividades A_1 e A_2 . No segundo horário, os grupos G_2 e G_3 realizaram as atividades

B₁ e B₂. Participaram do G₁, G₂ e G₃ os estudantes E₁ ao E₇, E₈ ao E₁₅ e E₁₆ ao E₂₂, respectivamente. Durante a realização das atividades em grupo, os estudantes não se sentiram impedidos ou com vergonha de expressarem-se, devido ao fato de duas câmeras estarem fixadas de forma a observar e captar os momentos instrucionais em questão. Por tratar-se de uma pesquisa, resolvemos realocar os estudantes no laboratório de química em horários diferenciados, para viabilizar o processo de captação das imagens de áudio e vídeo, para que posteriormente, fossem feitas as análises das informações coletadas.

2.6 MOMENTO LABORATÓRIO DIDÁTICO II

As duas aulas referentes ao momento laboratório didático II, sucederam-se na semana seguinte. Os grupos deveriam eleger um representante para refazer apenas um dos experimentos já trabalhados anteriormente. Contudo, tivemos a seguinte situação: a formação de três grupos na semana anterior e a realização de quatro experimentos. Diante de um impasse, a pesquisadora teve que reestruturar sua ideia inicial e então, ficou acordado entre os estudantes que o representante do grupo G₁ realizaria ambas atividades A₁ e A₂, novamente. O representante do grupo G₂ ficou responsável pelo experimento B₁ e o do grupo G₃ pelo experimento B₂. Em virtude do experimento A₁ ser bem extenso, E₁ solicitou a professora se algum colega poderia auxiliá-lo durante a experimentação. A professora concordou que E₂ e E₃ auxiliassem E₁ durante suas explanações condizentes às atividades A₁ e A₂. Contudo, as análises realizadas posteriormente, como também as falas que serão disponibilizadas no capítulo seguinte, dizem respeito somente ao E₁, e não aos estudantes E₂ e E₃.

Como os experimentos do G₁ eram diferentes dos grupos G₂ e G₃, seria de grande valia instrucional que todos os estudantes estivessem presentes no laboratório no mesmo horário, de modo com que todos pudessem ter conhecimento das atividades que compuseram essa dissertação. Com isso, tivemos como representantes dos grupos G₁, G₂ e G₃ os estudantes E₁, E₈ e E₁₆, respectivamente. Aqui, evidenciamos que os estudantes em questão também não se sentiram receosos em expressarem-se verbal e gestualmente, devido ao fato de duas câmeras estarem fixadas de forma a observar e captar suas ações no ambiente empírico.

Esses três estudantes tinham por escopo, refazer e explicar

cientificamente o experimento para os demais colegas, como se fossem de fato, professores ou cientistas. Tanto a pesquisadora quanto a professora partiram da premissa de que o estudante, ao realizar pela segunda vez o experimento, estivessem melhor familiarizados com os materiais utilizados, de maneira a superar algumas ideias errôneas apresentadas previamente na semana anterior, e que também denotassem uma maior apropriação do conteúdo e dos conceitos científicos estudados. O Quadro 2 a seguir, traz um resumo geral, condizente a segunda parte que contempla a pesquisa, isto é, os momentos laboratório didático I e II.

Quadro 2 - Resumo informativo das atividades experimentais desenvolvidas no laboratório.

Laboratório	Número de Estudantes Participantes	Codificação dos Estudantes	Grupos Formados	Atividades Experimentais	Relação Grupo/ Experimento Realizado
Momento Laboratório Didático I	22	E ₁ ao E ₂₂	G ₁ - E ₁ a E ₇ G ₂ - E ₈ a E ₁₅ G ₃ - E ₁₆ a E ₂₂	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	G ₁ - A ₁ e A ₂ G ₂ - B ₁ e B ₂ G ₃ - B ₁ e B ₂
Momento Laboratório Didático II	22, sendo somente 3 analisados	E ₁ E ₈ E ₁₆	G ₁ - E ₁ G ₂ - E ₈ G ₃ - E ₁₆	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	E ₁ - A ₁ e A ₂ E ₈ - B ₁ E ₁₆ - B ₂

Fonte: A própria autora.

Findada a segunda etapa que caracterizou este estudo, isto é, os momentos laboratório didático I e II, queremos evidenciar quais foram as nossas intenções ao propormos as mesmas quatro atividades experimentais em duas situações distintas, sendo elas: em grupo e individualmente. As experimentações didáticas que foram trabalhadas com os estudantes, privilegiaram o caráter investigativo do conteúdo químico proposto. Em algumas situações, a experimentação assumiu caráter indutivo e em outras, dedutivo. Nesse caso, os estudantes foram capazes de descobrir, redescobrir e relacionar as atividades com o que foi apreendido no momento sala de aula.

Com isso, entendemos que a realização tanto de atividades experimentais em grupo como individuais são importantes e requeridas no campo científico. Os estudantes devem ser capazes de trabalhar na coletividade, de forma a escutar, respeitar, argumentar e defender seu ponto de vista em relação a determinada situação. Contudo, o estudante também deve ser instruído a se

posicionar e saber trabalhar sozinho quando e sempre que necessário. Assim sendo, ao propormos a realização das atividades em duas situações distintas, tivemos a intenção de entender e confirmar se os mesmos resultados e discussões provenientes das quatro atividades pelos estudantes em grupo e individualmente, se manteriam ou não. Nessa segunda etapa da pesquisa, os instrumentos de análise utilizados pela pesquisadora foram as interações verbal oral, verbal escrita, os gestos e as gesticulações manifestados por estes estudantes, quando inseridos no laboratório de química.

2.7 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DOS SIGNIFICADOS E INSTRUMENTO ANALÍTICO UTILIZADO

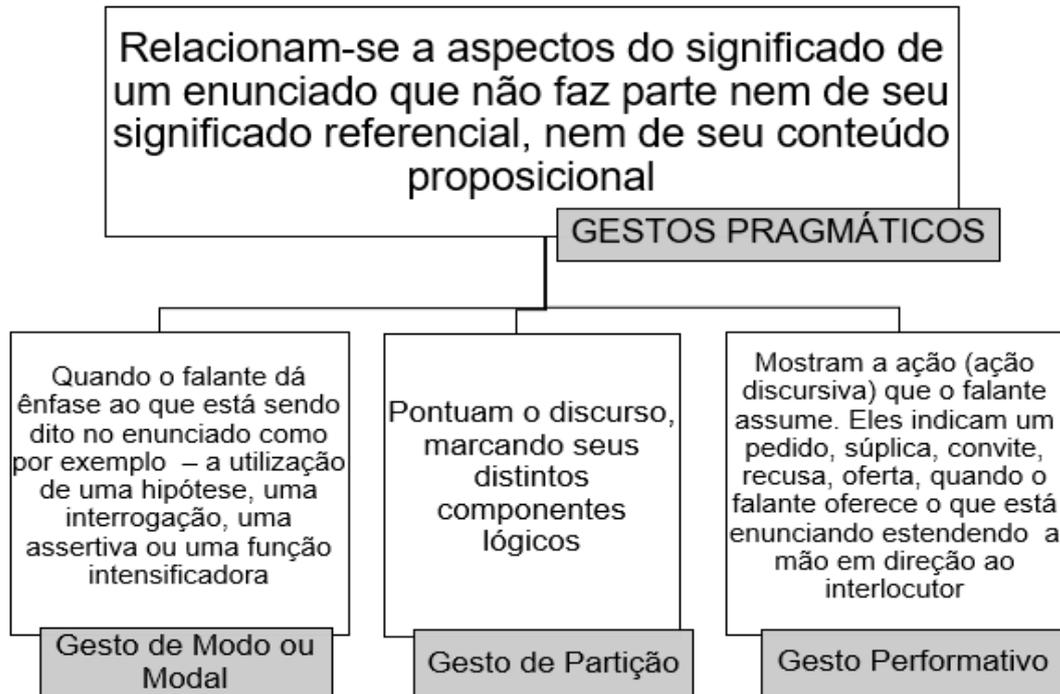
Todo o material produzido pela videogravação, inclusive as anotações da pesquisadora, foram analisadas, separando as atividades de ensino nas quais as gesticulações e os gestos seriam interpretados e, também, para a montagem dos *frames*. Por se tratarem de pequenas partes, são descritos junto aos *frames* o que ocorreu durante determinado momento instrucional, e posteriormente, realizou-se a análise dos momentos mais significativos. As partes da videogravação (*frames*) inseridas na dissertação, de modo a melhor visualizar as atividades analisadas na pesquisa, foram montadas utilizando o programa *Paint*, da plataforma Windows.

O instrumento analítico empregado para a análise dos resultados pautou-se, no momento sala de aula, apenas nas interações verbal oral dos estudantes em relação a conceituação científica do conteúdo abordado. Para a análise das interações verbais orais entre os estudantes ou entre a professora e os estudantes, manifestadas tanto na sala de aula como no laboratório didático, foi primeiramente provida a transcrição das falas na íntegra, seguida de uma análise interpretativa da pesquisadora acerca dos episódios em questão.

Já no momento laboratório didático I e II as análises vinculam-se as categorias propostas por Kendon (2004) para caracterizar os gestos e também nas gesticulações dos estudantes, enunciada nesse estudo como “a ocorrência temporal de uma sequência de gestos instantâneos que se encadeiam, formando e completando uma ação sobre um ambiente empírico” (LABURÚ; SILVA; ZÔMPERO, 2015). Destarte, podemos inferir o que tais ações durante as atividades experimentais nos dizem, em relação a apropriação científica por detrás do conteúdo Solubilidade. Todas essas análises trouxeram consigo as interações verbais dos estudantes

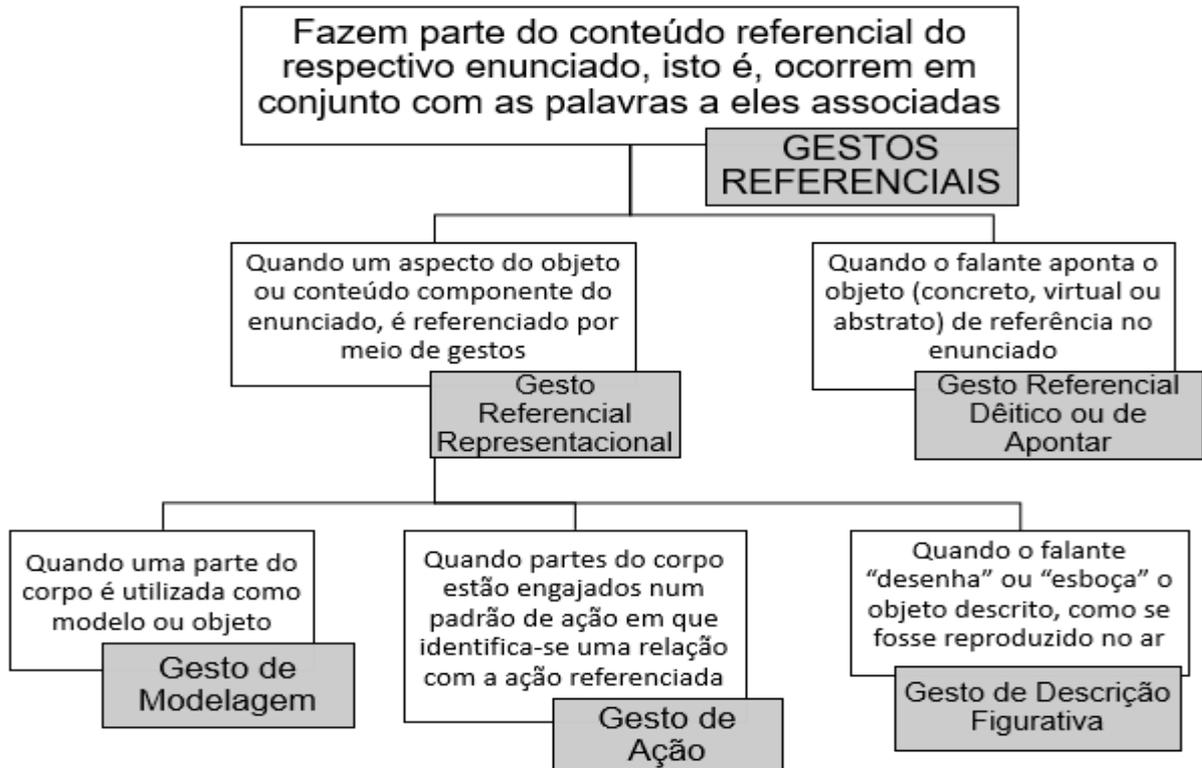
durante a realização das atividades experimentais, juntamente com os gestos e gesticulações manifestados por eles. Nas Figuras 3 e 4 que seguem, apresentamos um pequeno resumo do instrumento analítico, pautado nas categorias de Kendon (2004).

Figura 3 – Diagrama – síntese da classificação dos Gestos Pragmáticos, de acordo com Kendon (2004).



Fonte: A própria autora.

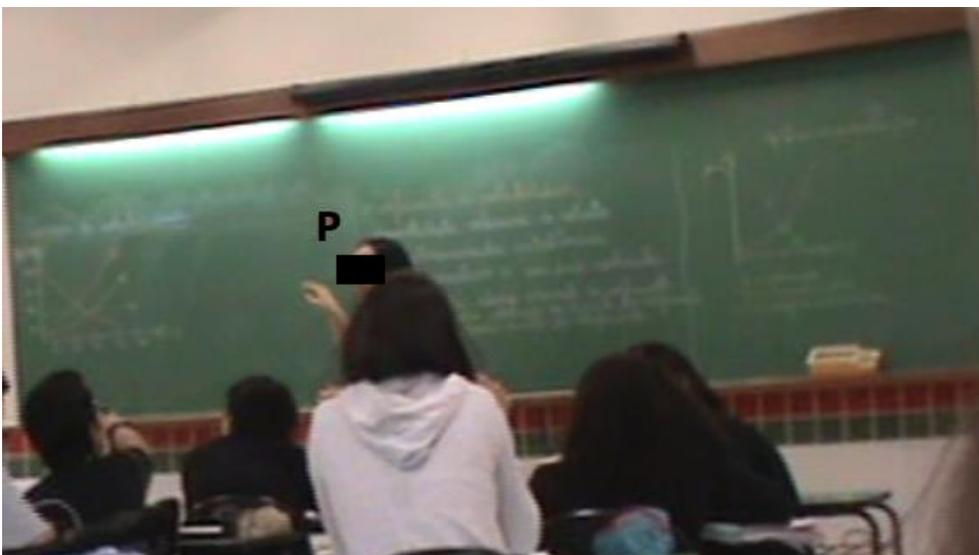
Figura 4 – Diagrama – síntese da classificação dos Gestos Referenciais, de acordo com Kendon (2004).



Fonte: A própria autora.

Nos *frames*, os rostos dos estudantes foram parcialmente resguardados, de forma a manter o anonimato dos participantes. Segue, na Figura 5, um exemplo do que seria um *frame*.

Figura 5 - Um exemplo de *frame*.



Fonte: A própria autora.

Já para a análise da gesticulação e dos gestos dos estudantes foram realizadas, a *priori*, a descrição de como se deram essas ações no decorrer das atividades experimentais. A *posteriori*, foi realizada pela pesquisadora a interpretação referente ao episódio em questão, tanto das atividades em grupo, quanto dos estudantes analisados individualmente. Também fez parte desta pesquisa o estudo de possíveis inconsistências e disparidades apresentadas mediante as gesticulações, os gestos e as representações verbais oral e escrita, denotadas pelos estudantes, quando inseridos no laboratório de química.

Como o intuito da dissertação não estava pautado somente na gesticulação e nos gestos, mas também nas interações verbais, a maioria dos *frames* foram omitidos durante a descrição e análise das informações obtidas, para não alongar em demasia a pesquisa.

Todas as análises presentes nesta dissertação foram submetidas a um processo de triangulação no grupo de pesquisa (GP), do qual a pesquisadora faz parte. O procedimento foi acatado, de modo a atribuir uma maior confiabilidade aos resultados e análises aqui apresentados.

As análises referentes aos momentos instrucionais sala de aula e laboratório didático I e II, são examinados a partir da análise textual qualitativa. Conforme Moraes (2005), toda leitura é feita a partir de alguma perspectiva teórica, seja ela realizada conscientemente ou não. Apesar do esforço que muitos pesquisadores têm em permanecerem imparciais frente as perspectivas teóricas, a leitura implica alguma teoria para se consubstanciar. Portanto, é muito difícil ver prática sem teoria assim como também é impossível realizar uma interpretação sem considerar o aparato teórico por detrás. O conhecimento da ciência tem por objetivo respaldar a pesquisa, tendendo a facilitar o processo da análise textual.

3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, primeiramente, são descritas as interações verbais orais dos estudantes com a professora da turma, no momento sala de aula. Por se tratarem de pequenos fragmentos discursivos, eles foram denominados por “Episódios”. É pertinente enfatizar que os diálogos disponíveis no momento sala de aula, são a própria descrição dos episódios, uma vez que, o instrumento analítico utilizado, pautou-se somente na manifestação verbal oral dos estudantes. Após a descrição, foi realizado pela pesquisadora, a análise dos mesmos. Os fragmentos em negrito e entre aspas presentes durante as análises dizem respeito as falas dos estudantes evidenciadas durante nosso estudo.

3.1 INTERAÇÕES VERBAIS E ANÁLISE DOS EPISÓDIOS - MOMENTO INSTRUCIONAL SALA DE AULA

Episódio 1: Sala de Aula

P: O primeiro termo que eu vou colocar no quadro para vocês, pra gente lembrar é o conceito de mistura. Esse conceito de mistura não foi comigo que vocês viram. Foi lá no primeiro ano. Se a gente for analisar, o que deve ser o conceito de mistura, primeiramente?

E₂₄: Várias coisas assim, misturadas e que formam uma coisa só.

P: Alguém tem mais alguma sugestão do que seria o conceito de mistura?

E₁₅: Um conjunto de componentes.

E₁₀: É uma soma de dois ou mais componentes.

P: E₁₅, o que você tinha falado? Um conjunto de componentes.

P: Se a gente for pensar, é isso o que vocês falaram. Seria o conjunto de duas ou mais substâncias que estão no mesmo lugar, no mesmo recipiente... Como o E₂₄ falou, que “mistureia”. Então vamos colocar assim: mistura é o conjunto de duas ou mais substâncias que estão no mesmo recipiente.

P: Dentro dessas misturas, temos dois tipos de misturas. Vocês se lembram quais são esses dois tipos?

Vários estudantes: Homogênea e Heterogênea.

Análise do Episódio 1: A professora iniciou a aula lembrando o

significado conceitual de mistura, já trabalhado no primeiro ano. Seu questionamento fez com que alguns estudantes se manifestassem verbalmente. Apesar dos estudantes apresentarem respostas bem simples, todos os envolvidos no diálogo mostraram entendimento acerca do conceito inicial de mistura, pois suas respostas foram apropriadas. O estudante E₂₄ durante sua fala **“Várias coisas assim, misturadas e que formam uma coisa só”**, definiu apenas o que seria a mistura homogênea. Já os estudantes E₁₀ e E₁₅, utilizaram uma definição mais geral da palavra, abarcando tanto as misturas homogêneas quanto as heterogêneas, ao verbalizarem **“É a soma de dois ou mais componentes”** e **“Um conjunto de componentes”**, respectivamente.

Episódio 2: Sala de Aula

P: Uma solução gasosa é formada pelo quê?

E₁₆: Por gases.

P: Isso. Qual pode ser um exemplo de solução gasosa?

E₂₃: O ar atmosférico.

P: Exatamente. Eu sei que ele é formado por gás oxigênio e gás nitrogênio, mas não consigo ver onde ele está exatamente.

P: O que pode ser um exemplo de solução sólida, pessoal?

E₁₅: O bronze.

P: E₁₅, por que você considerou o bronze como uma solução sólida?

E₁₅: Porque é uma mistura de um metal com o outro. Só que visualmente eu não vejo isso.

Análise do Episódio 2: Tanto o estudante E₁₅ quanto E₁₆ e E₂₃ compreenderam que uma solução deve possuir aspecto homogêneo, isto é, devem apresentar uma única fase. A passagem da fala do estudante que comprova a afirmação anterior, pode ser vista em **“Porque é uma mistura de um metal com o outro. Só que visualmente eu não vejo isso”**. Ambos os exemplos ditos pelos estudantes **“o bronze”** e **“ar atmosférico”**, confirmaram que as relações estabelecidas com o conhecimento cotidiano destes estudantes, foram adequadamente utilizadas como base para responder os questionamentos iniciais da professora **“Qual pode ser um exemplo de solução gasosa?”** e **“O que pode ser um exemplo de solução sólida, pessoal?”**. Em consonância, pode-se inferir que os

estudantes mostraram apropriação conceitual correta da terminologia solução.

Episódio 3: Sala de Aula

P: Uma outra classificação né pessoal que podemos ter, é em relação ao soluto/solvente.

P: Então o soluto é quem vai se dissolver e o solvente é o que vai fazer essa dissolução.

P: Mas o que tem a ver essa relação entre soluto e solvente?

P: Bom, se eu tiver uma solução que tem pouco soluto e bastante solvente... Eu posso ter uma solução assim, ou eu posso ter uma solução com bastante soluto e pouco solvente...

E₁₇: Tem a ver com a questão da concentração.

P: Tem a ver com concentração, que foi o que o E₁₇ falou aqui.

P: Uma eu chamo de diluída e a outra eu chamo de concentrada. Em qual que eu tenho pouco soluto em relação ao solvente?

E₈: Na diluída.

P: E na concentrada então, eu tenho muito soluto em relação ao solvente.

P: Eu posso considerar que a água é sempre o solvente em uma solução? Vocês me disseram que a água é o solvente universal. Mas ela vai ser sempre o solvente de uma solução?

E₈ e E₁₇: Não.

P: Por exemplo, eu tenho lá o álcool que eu comprei na farmácia ou no mercado, e no rótulo está escrito assim: álcool 70. Estão conseguindo visualizar isso?

P: O que significa aí terceiro ano, dizer álcool 70?

E₁₆: 70% de álcool e 30% água.

P: Nesse caso, como o E₁₆ falou, a água é o soluto.

P: Eu posso afirmar que a água vai ser sempre o solvente então?

E₁₆: Não.

P: Se a gente analisar então, nessas soluções que a gente tem no dia a dia, muitas vezes, a água não pode ser considerada um solvente para todas as soluções. Então se eu pegar lá o frasco com álcool e tiver escrito: 70%, significa, como o E₁₆ falou, que 70% é de álcool e 30% é de água.

P: Lembra que a gente comentou ano passado, a respeito das bebidas?

P: Que quanto maior a porcentagem de teor alcóolico, você embebeda mais rápido

devido a questão da porcentagem. Então uma cerveja que tem escrito no rótulo, 5% de teor alcóolico, o que vai ser o solvente dessa cerveja?

P: Será que esse 5% de álcool vai ser o solvente, agora?

E₁₆: Não.

P: O que vai ser o meu solvente então?

E₁₆: A cevada, o malte.

P: Então... Aqui, a água vai ser o meu solvente. Deu pra lembrar essa parte?

Análise do Episódio 3: Quando a professora iniciou sua fala questionando os estudantes acerca da classificação das soluções no tocante a relação soluto/solvente, E₁₇ associou corretamente esta classificação a parte quantitativa do assunto, ao dizer **“Tem a ver com a questão da concentração”**. A seguinte fala de E₈ **“Na diluída”**, mostra entendimento por parte do estudante de que esse tipo de solução (diluída), contém proporções relativamente pequenas de soluto em relação ao solvente.

Ao indagar da professora se a água pode sempre ser considerada o solvente universal, prontamente, os estudantes E₈ e E₁₇ manifestaram-se contrários a afirmação, ao responderem **“Não”**, o que foi correto. Resumidamente ao nos remetermos a parte conceitual que cabe à química, a água é considerada o “solvente universal” devido a geometria angular formada espacialmente por suas moléculas. Assim sendo, a molécula de água é muito polar, devido a grande diferença de eletronegatividade apresentada entre os elementos hidrogênio e o oxigênio. Com isso, a água é capaz de dissolver/solubilizar muitas substâncias.

Ao contextualizar a sua fala anterior sobre a água ser o solvente universal, a professora utilizou o exemplo do álcool 70. E₁₆ interpretou corretamente o exemplo atribuído pela professora quando respondeu **“70% de álcool e 30% água”**. Deste modo, pode-se depreender que o referido estudante conseguiu interpretar corretamente o rótulo da embalagem do produto químico álcool, pois nesse caso, a água é o soluto e o álcool o solvente. Contudo, quando a professora fez uso do exemplo **“Então uma cerveja que tem escrito no rótulo, 5% de teor alcóolico, o que vai ser o solvente dessa cerveja?”** dos dizeres de um rótulo de cerveja, o mesmo estudante (E₁₆) apresentou-se confuso com os significados de solvente e soluto, pois, ao responder **“A cevada, o malte”** ele apropriou-se indevidamente da ideia de que o malte e a cevada fossem de fato, os solventes do produto. No processo

de fabricação da cerveja, a água corresponde a mais de 90% da matéria prima empregada na fabricação do produto, isto é, ela é o solvente utilizado, pois, apresenta-se em maior quantidade, enquanto que o malte, o álcool e a cevada são alguns dos solutos, por estarem presentes em menor quantidade. No exemplo dado pela professora então, podemos dizer que o solvente (água) é quem fará a dissolução dos outros materiais (solutos) constituintes da cerveja, como a cevada e o malte. Para finalizar, a qualidade da cerveja, está associada, no Brasil, a parâmetros relacionados a qualidade da fonte de água, isto é, do solvente, utilizado pela cervejaria no processo de fabricação.

Episódio 4: Sala de Aula

P: Eu tenho como separar o álcool da gasolina?

E₁₆: Sim. Por densidade ou utilizando um filtro.

P: Hipoteticamente falando, como a gente conseguiria separar o álcool da gasolina?

P: Se a gente pegar 50 mL de gasolina. O que a gente acrescentaria nessa gasolina?

E₁₆: Álcool ou água.

P: E por quê?

P: A água se mistura com o álcool, aí faz a separação. Mas por que elas se misturam?

E₁₆: Por causa da densidade professora.

P: Será que é por causa da densidade? A densidade do álcool é 0,78 e da água é 1,00.

E₁₅: Na verdade, a água não se “encaixa” com a gasolina.

E₉: Professora, a gasolina não é tipo um óleo? Uma coisa gosmenta? Já o álcool não é assim.

P: Bom. Então por que a água se mistura com o álcool, porém, não se mistura com a gasolina?

E₂₃: Água e álcool são os dois polares ou apolares, não me recordo ao certo. Mas água e gasolina, no caso, um é polar e o outro apolar.

Análise do Episódio 4: O E₁₆, primeiramente, manifestou uma ideia equivocada, e muito comum, que é a separação de dois materiais envolvendo a densidade. O fator densidade, por ser um assunto melhor visualizado macroscopicamente e mais fácil de ser compreendido, pode ter contribuído para o equívoco ocorrido com E₁₆. Em suma, a densidade determina a quantidade de matéria

que está presente em uma determinada unidade de volume. Esse conceito também pode nos informar a disposição dos componentes presentes em uma mistura heterogênea, isto é, a ordem dos materiais quando contidos no mesmo recipiente, sendo que o mais denso acaba indo mais ao fundo e o menos denso mais a superfície.

Contudo, o mesmo estudante (E₁₆), após um segundo questionamento da professora, acabou proferindo que a adição de água separaria o álcool da gasolina, devido ao fato da água se misturar com o álcool, o que é conceitualmente correto e pertinente. Entretanto, a informação ainda não foi suficiente para que E₁₆ se apropriasse com segurança do assunto, posto que após o seguinte comentário da professora **“A água se mistura com o álcool, aí faz a separação. Mas por que elas se misturam?”** ele continuou afirmando **“Por causa da densidade professora.”**, que a densidade era o fenômeno responsável por explicar a separação do álcool da gasolina.

No decorrer do diálogo, quando a professora disse **“Será que é por causa da densidade? A densidade do álcool é 0,78 e da água é 1,00”**, ela acabou por afirmar que os materiais água e álcool se misturavam, porém, apresentavam densidades distintas. E₁₅ pareceu entender que aquela explicação acerca da densidade não poderia ser condizente com o questionamento da professora. Apesar de utilizar uma terminologia não científica, ao se referir a expressão **“Não se encaixa”**, E₁₅ mostrou ter entendido que a água e a gasolina possuíam características distintas. Contudo, o seu discurso **“Na verdade, a água não se ‘encaixa’ com a gasolina”** ainda foi parcialmente limitado e um pouco confuso, pois ainda faltam informações a serem apreendidas por ele, como por exemplo, a polaridade dos materiais envolvidos.

Por fim, o E₂₃ se apropriou das incorreções cometidas pelos colegas anteriores (E₁₅ e E₁₆), ao tentar explicar o porquê a água e gasolina não se misturavam, para dar uma resposta mais coerente com o debate iniciado. A resposta de E₂₃ **“Água e álcool são os dois polares ou apolares, não me recordo ao certo. Mas água e gasolina, no caso, um é polar e o outro apolar”**, foi conveniente e parcialmente adequada, visto que temos uma relação de polaridade envolvendo a imiscibilidade destes dois materiais. A água é uma substância altamente polar e a gasolina, apolar. Contudo, o deslize conceitual cometido por E₂₃, pode estar relacionado ao fato da generalização da célebre frase, “semelhante dissolve semelhante”, muito presente nos livros didáticos, isto é, substância polar só dissolve

substância polar e, substância apolar somente dissolverá outras substâncias apolares.

A frase acima não pode ser considerada regra geral pois existem casos de solutos apolares que se dissolvem bem em solventes polares e vice-versa, e também existem moléculas que apresentam caráter parcialmente polar ou apolar, fato este não levado em consideração na resposta de E₂₃. Entretanto, são poucos os livros ou professores que alertam os estudantes acerca das exceções existentes. Para entender corretamente e mais a fundo tal questão, o tipo de força intermolecular existente no solvente e no soluto, devem ser consideradas. De modo a finalizar este episódio, concluí-se que os estudantes, mediante as perguntas da professora, foram ampliando sua rede de conceitos em relação assunto e, juntamente com os demais colegas, foram reconstruindo seu conhecimento, isto é, do porquê a água e a gasolina não se solubilizam. Finda-se assim, mediante o episódio apresentado que, no início, os estudantes que manifestaram-se verbalmente apresentaram dificuldade na compreensão conceitual que envolve a separação do álcool e da gasolina, todavia, no decorrer do diálogo em sala de aula, gradativamente ao assunto foi sendo esclarecido e melhor compreendido pelos estudantes.

Episódio 5: Sala de aula

P: Outro fator que influencia além da temperatura... Sugestões?

E₈: Catalisador?

P: O catalisador influencia na velocidade das reações, isso é verdade. Aprendemos no ano passado. Mas será que ele influencia na solubilidade?

P: Não. O catalisador ele é um meio que aumenta a velocidade, mas ele não participa da reação. Então ele não pode ser considerado um fator que influencia na solubilidade.

E₁₆: Superfície de contato?

P: Ao invés de falar em superfície de contato, eu posso falar em estado físico dos reagentes. Às vezes eu tenho uma solubilidade maior entre líquido e líquido.

P: Então eu vou colocar aqui no quadro, estado dos reagentes.

P: O que mais gente? Além de temperatura e estado dos reagentes. Escutei alguém falando aí na sala bem baixinho.

E₁₆: Quantidade?

P: Será que a quantidade influencia na solubilidade? Se eu coloco muito ou pouco, isso interfere na minha solubilidade?

P: Sim. Influencia. Muito bem.

Análise do Episódio 5: Quando a professora questionou “**Outro fator que influencia além da temperatura... Sugestões?**”, os estudantes E₈ e E₁₆ apresentaram confusões em relação ao conteúdo, em suas respostas “**Catalisador?**” e “**Superfície de contato?**”, respectivamente. Ambos os estudantes emaranharam o conteúdo de solubilidade com o de cinética química. Devido ao fato de ambos os conteúdos apresentarem a temperatura como um fator de influência, é bem provável que a origem do equívoco denotado pelos estudantes tenha ocorrido devido ao fator comum, temperatura. Todavia, quando E₁₆ respondeu inadequadamente “**Superfície de contato**”, que conceitualmente significa dizer a área de um determinado reagente efetivamente exposto a outros reagentes, como a exemplo, um comprimido inteiro ou quebrado em pequenos pedaços, a professora, de forma a aproveitar-se da confusão apresentada pelo estudante, reformulou os dizeres da resposta de E₁₆, trocando a terminologia “**Superfície de contato**” por “**Estado físico dos reagentes**”. Em seguida, E₁₆ citou o fator quantidade como sendo um dos influenciadores da solubilidade, o que é conceitualmente uma resposta correta e adequada porque no caso água e sal são solúveis até certo ponto, isto é, se colocar pouca água e muito sal, haverá a formação de uma solução saturada com corpo de fundo. Tal explicação está atrelada ao conceito de coeficiente de solubilidade.

Episódio 6: Sala de Aula

P: O estudante E₂₂ perguntou se sempre uma solução ou um composto vai solubilizar com o aumento da temperatura. Aí eu falei para ele que isso depende da substância que eu estou trabalhando.

P: O que eu posso afirmar então gente? Que cada substância... Vamos ver se vocês vão lembrar desse conceito aqui...

E₈, E₁₁, E₁₈: Seria o coeficiente de solubilidade?

P: O que vem a ser esse Coeficiente de Solubilidade?

E₁₀: O quanto, quantidade de soluto que pode dissolver no solvente.

P: Aí entra um conceito que E₈, E₉, E₁₀, E₁₇ aqui da frente, disseram há um tempo... Se a solução atinge o seu máximo limite do Coeficiente de Solubilidade, eu digo que essa solução é uma solução saturada. Se não atinge o valor, é uma solução insaturada. E se passa desse limite do Coeficiente de Solubilidade, eu tenho uma solução supersaturada. Vamos lá então.

P: A solução supersaturada é mais difícil de acontecer. Porque tem uma grande

quantidade de soluto, um super soluto.

E₁₈: É aquele gráfico né professora?

Análise do Episódio 6: O E₂₂ foi acometido por uma dúvida comum ao perguntar para a professora se a solubilidade de determinada substância aumentaria com um acréscimo da temperatura. Deveras, a solubilidade dos gases aumenta com a diminuição da temperatura, como a exemplo do que acontece com o refrigerante. Em processos tidos como endotérmicos, ou seja, que necessitam absorver o calor, o aumento da temperatura favorece a solubilização. Porém, para os processos exotérmicos, o aumento da temperatura não influencia em uma maior solubilização da substância. Já E₁₀ mostrou com o decorrer do questionamento do E₂₂, e da resposta de E₈, E₁₁ e E₁₈ **“Seria o coeficiente de solubilidade?”**, que entendeu que existe um limiar para cada substância e que, depois desse ponto, não adianta fornecer ou retirar calor para que o processo de solubilização, com a pretensão de facilitá-lo. Por fim, E₁₈ acabou associando ao dizer **“É aquele gráfico né professora?”** a terminologia saturada, insaturada e supersaturada, com os perfis gráficos característicos destas soluções. Isto significa que para este estudante, ao se referir ao assunto formação de soluções, a representação gráfica mostra-se mais eficiente para uma melhor apropriação do conteúdo.

Episódio 7: Sala de aula

P: Esse aqui então é um gráfico de saturação. Já que o E₁₈ lembrou, vocês vão me ajudar a construir... Um gráfico de saturação vai mostrar o que? As regiões onde atinge, não atinge e passam o limite do coeficiente de solubilidade. O que significa essa linha que eu desenhei aqui?

E₉: Representa a saturação.

P: E₉, já que você respondeu... Onde no gráfico, existe a região saturada?

E₉: Onde está a linha.

P: O que eu tenho de insaturada gente? Onde eu tenho esta região insaturada no gráfico?

E₈: Para baixo.

P: Onde está a região supersaturada?

E₈: Para cima.

P: Então eu vou colocar aqui que A é a região saturada, B é a região insaturada e C

é a região supersaturada.

P: Se eu estou falando de gráfico de saturação gente, o que possivelmente é o eixo X, e o Y? O que será que pode estar influenciando aí, para que se tenha essa situação?

E₈: Concentração?

P: Concentração não.

E₁₆: Temperatura?

P: Isso. A temperatura no eixo X

P: E no eixo Y?

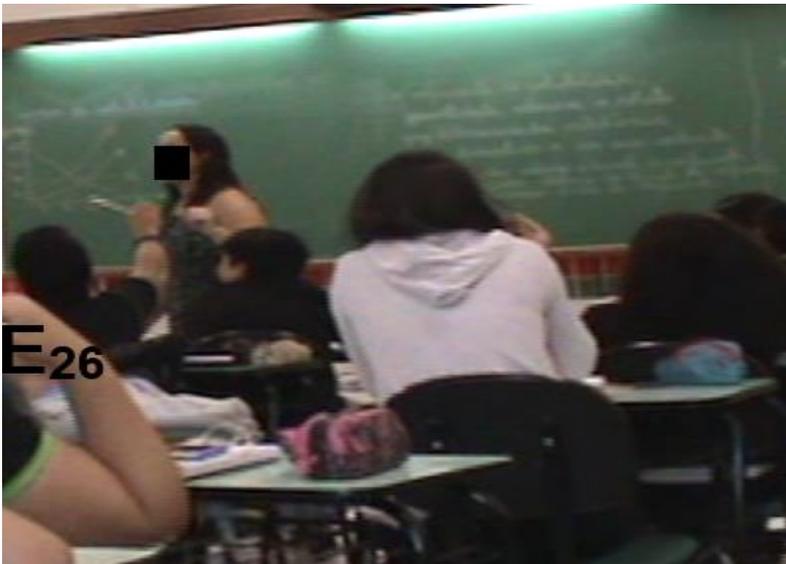
P: A solubilidade...O quanto ele consegue dissolver. Por exemplo: /100 g de H₂O.

Análise do Episódio 7: A professora se aproveitou da lembrança que E₁₈ teve em relação aos gráficos de solubilidade, citado no episódio anterior, para desenhar no quadro os referidos gráficos. Depois de devidamente representadas no quadro as curvas de solubilidade, a professora começou a questionar os estudantes em relação onde se localizavam as regiões saturada, insaturada e supersaturada no gráfico. Com o apontar (gesto dêitico) da professora para a curva desenhada no quadro, E₉ afirmou corretamente “**Representa a saturação**” que a referida curva estava associada a saturação da solução. Já E₈ apontou para o quadro, quando a professora indagou onde se encontrariam as regiões insaturada e supersaturada. E₈ manifestou apropriação e uma leitura coerente e adequada da representação gráfica utilizada pela professora, devido ao gesto dêitico evidenciado por ele em direção ao quadro ao se referir à região insaturada como estando abaixo da curva e a região supersaturada como estando acima da curva. Contudo, ambos os estudantes E₈ e E₉ fizeram uso de uma terminologia incorreta ao se referirem a curva de solubilidade como se fossem linhas. Cientificamente falando, referimo-nos a curvas de solubilidade e não linhas de solubilidade.

Ao questionar os estudantes sobre quais as variáveis X e Y faziam referência ao gráfico, E₈ enganou-se ao fazer uma alusão incorreta a terminologia concentração. De fato, a concentração é a relação entre a quantidade de soluto e o volume da solução. Situando-nos matematicamente em relação ao plano cartesiano, no eixo X, também denominado de eixo das abscissas, encontra-se a variável independente e o eixo Y, também denominado de eixo das ordenadas, se constitui na variável dependente. O coeficiente de solubilidade mostra a quantidade de soluto que

determinado solvente pode dissolver em uma dada temperatura. Deste modo, ao modificarmos a temperatura do solvente, a quantidade de soluto dissolvido será influenciada. Devido ao fato da temperatura ser um fator de grande impacto na solubilidade dos materiais, é coerente que os gráficos de solubilidade trabalhem com estas duas grandezas. Portanto, ao plotarmos o gráfico, a temperatura estará associada ao eixo X e a quantidade de soluto que se dissolve em uma dada massa (em gramas) de solvente, isto é, o coeficiente de solubilidade estará associado ao eixo Y. Na Figura 6 temos um exemplo de *frame* referente ao gesto dêitico realizado por E₂₆ em direção ao quadro, no decorrer da aula teórica.

Figura 6 – Gesto dêitico realizado por E₂₆ em direção ao quadro.



Fonte: A própria autora.

Episódio 8: Sala de Aula

P: A solubilidade dos gases, aumenta com a diminuição da temperatura.

P: As vezes esse negócio de derramamento de óleo dos navios cargueiros, eles derramam muitas vezes junto com o óleo, uma água quente junto... E o que acontece com os animais e plantas que vivem nessa região?

E₈: Eles morrem.

P: E por que isso acontece?

E₈ e E₂₆: Porque o oxigênio acaba.

P: A temperatura é tão alta... E também a questão da solubilidade do fato do óleo ser apolar, que acaba dificultando a respiração dos animais e a solubilização do oxigênio

nessas águas é muito baixa.

Análise do Episódio 8: O exemplo proferido pela professora sobre o derramamento de óleo pelos navios cargueiros, exemplo este de cunho e apelo ecológico, tinha por intento explicar aos estudantes que a solubilidade dos gases tende a diminuir com o aumento da temperatura. Os estudantes E₈ e E₂₆ mostraram ter entendido o exemplo da professora quando disseram **“Porque o oxigênio acaba”**. Estendendo um pouco a explicação sobre o assunto, a fauna e a flora pertencentes a região onde há derramamento de petróleo tende a acabar devido à pouca solubilização do gás oxigênio, que é um gás essencial para a manutenção da vida. Os estudantes E₈ e E₂₆ foram bem enfáticos e diretos ao dizerem que o oxigênio acaba, contudo, o entendimento por parte dos estudantes de que o derramamento de petróleo se constitui em um problema ambiental grave e que se relaciona com o conteúdo solubilidade, pôde ser evidenciado. Complementando o exemplo posto pela professora, quando ocorre o derramamento de óleo na água, este material acaba por ficar na superfície da água marinha, formando uma densa camada. Esta camada impossibilita a penetração dos raios solares, dificultando a fotossíntese de várias espécies de algas. Além do mais, o óleo pode atingir diretamente as aves pertencentes aquela região, como também pode se aderir ao corpo das tartarugas e das focas, por exemplo, levando-as a morte.

Frente a um panorama geral dos 8 episódios apresentados acima, podemos inferir que cada um deles abordou um assunto diferente, dentro do conteúdo solubilidade. Em relação ao primeiro episódio, os estudantes E₁₀, E₁₅ e E₂₄ mostraram uma apropriação correta do conceito de mistura, fato este comprovado em suas falas. No segundo episódio, a professora trouxe à tona questionamentos referentes a exemplos do que seriam uma solução gasosa e sólida. Com isso tem-se que os estudantes E₁₅, E₁₆ e E₂₃ conseguiram manifestar boa compreensão do conceito de solução, e a ideia de que ela deve apresentar um aspecto homogêneo (uniforme). O terceiro recorte dizia respeito aos conceitos de soluto, solvente, solução concentrada e diluída. Podemos comentar, mediante a análise realizada, que os estudantes E₈, E₁₆ e E₁₇ manifestaram entendimento de que a água nem sempre é considerada o solvente universal, fato este comprovado no exemplo do álcool 70 utilizado pela professora e complementado pela fala de E₁₆. Contudo, quando a professora utilizou o exemplo da fabricação da cerveja, E₁₆ mostrou confusão conceitual do que de fato

seriam o solvente e o soluto. Portanto, podemos concluir que o estudante não conseguiu fazer a reconstrução adequada dos significados de soluto e solvente, ao transpor o que havia aprendido a uma outra situação cotidiana, no caso, a fabricação da cerveja.

No quarto episódio expusemos o assunto como fazer a separação de dois materiais. O estudante E₁₆ foi acometido por um equívoco muito comum ao acreditar que a diferença de densidade seria capaz de resolver o problema trazido pela professora. No entanto, E₁₅ e E₂₃ apropriam-se do equívoco manifestado por E₁₆, e a partir daí, conseguiram fazer a reconstrução conceitual de outros assuntos que, de fato, ajudariam a resolver o problema proposto, como a polaridade. O quinto recorte abarcou os fatores que influenciavam a solubilidade. Os estudantes E₈ e E₁₆ manifestaram confusão com o conteúdo de cinética química. Todavia, a professora, fazendo uso dos equívocos denotados pelos estudantes, iniciou a reconstrução conceitual do assunto, até que E₁₆ adequadamente discorreu que a quantidade era um fator que interferia na solubilidade. O sexto episódio desencadeou uma dúvida muito frequente presente na concepção de E₂₂, e também de grande parte dos estudantes, que era o fato da temperatura sempre influenciar positivamente na solubilidade dos materiais. Com isso, outros estudantes acabaram aproveitando-se do equívoco de E₂₂, para introduzirem de maneira correta os assuntos coeficiente de solubilidade e a saturação das soluções.

No sétimo episódio, a professora se aproveitou da lembrança de E₁₈ referente aos perfis gráficos de saturação e dessa forma começou a trabalhar a representação gráfica dos mesmos. Nota-se que os estudantes E₈, E₉ e E₁₆ conseguiram identificar corretamente cada uma das regiões no gráfico representado no quadro, entretanto, faltaram-lhes repertório suficiente para entender as variáveis dos eixos X e Y. Com isso, temos que somente a localização das regiões de saturação foram insuficientes para uma boa compreensão de um gráfico de solubilidade. Por fim, no oitavo recorte, colocou-se à tona o problema do derramamento de óleo no mar. Esse episódio, de cunho ecológico, teve como intuito alertar os estudantes acerca dos problemas ambientais decorridos da má conduta humana. Os estudantes E₈ e E₂₆ mostraram boa compreensão de que a questão em pauta diminuiria a porcentagem de oxigênio das águas marinhas, ocasionando assim, a mortandade das espécies que ali habitavam. Sintetizando, uma característica marcante nos recortes trazidos nesse estudo foi que alguns estudantes se apropriaram do equívoco conceitual cometido

pelo colega, na tentativa de buscar outras explicações condizentes para o que estava sendo abordado naquele momento.

Na sequência, no que concerne aos momentos laboratório didático I e II, primeiramente foram dispostos as interações verbais na íntegra, denominada também por “Episódios”, uma vez que as transcrições dos áudios foram menores que no momento sala de aula. Como aqui também foi analisada a componente gestual, isto é, a gesticulação e os gestos dos estudantes mediante a realização de atividades empíricas, tem-se que, após os referidos episódios cometidos em grupos e individualmente, são disponibilizadas uma descrição geral dos gestos e da gesticulação manifestadas pelos estudantes no ambiente laboratorial. Por fim, procedeu-se uma análise interpretativa da pesquisadora, mediante cada um dos episódios descritos anteriormente.

No momento laboratório didático I, são apresentados os experimentos A_1 e A_2 realizados pelo grupo G_1 , assim como os experimentos B_1 e B_2 realizados pelos grupos G_2 e G_3 , respectivamente. Quanto ao momento laboratório didático II, o estudante E_1 foi o responsável por realizar as atividades A_1 e A_2 , o estudante E_8 , a atividade B_1 e o estudante E_{16} a atividade B_2 . Também utilizando como justificativa o fato de que os resultados e a quantidade de análises obtidas pela pesquisadora foram muito extensas, não incluímos nesse estudo a atividade experimental B_2 realizada pelo grupo G_2 e a atividade experimental B_1 realizada pelo grupo G_3 , ambas pertencentes ao momento laboratório didático I.

Em se tratando da seção denominada “Questões a serem Pensadas”, disponível ao fim de cada uma das fichas experimentais entregues durante as atividades desenvolvidas pelos estudantes quando dispostos em grupo, tivemos, em um primeiro instante, a apresentação das respostas verbal-escritas de cada um dos grupos (Figuras 8, 9, 11, 13 e 15). Em um segundo instante, foi instituída a análise por parte da pesquisadora das respostas apresentadas por estes grupos.

3.2 INTERAÇÕES VERBAIS, DESCRIÇÃO E ANÁLISES DO MOMENTO INSTRUCIONAL LABORATÓRIO DIDÁTICO I

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional Laboratório Didático I: Experimento A_1 – realizado pelo G_1

P: Esses experimentos que vocês vão fazer são diferentes do outro grupo. Eles não

são os mesmos, tá.

P: Os materiais são bem tranquilinhos, esses que vocês vão trabalhar.

P: Vocês vão trabalhar com talco, isopor, sal de cozinha, açúcar, água, gasolina, iodo, sulfato de cobre álcool, areia, acetona, colheres, tubos de ensaio e pipeta.

P: O procedimento é bem simples gente. Vou fazer uma leitura geral para vocês poderem fazer.

P: Aí o que é que vocês fazem? Vão anotar, criar uma tabelinha. Eu deixei uma folha sulfite para vocês criarem uma tabelinha... tipo... Água e talco, água e açúcar, água e iodo... Vocês vão criando para ver se vai misturar ou não.

P: Anotem também a solubilidade... E criem uma tabelinha para a água e outra para a acetona.

P: Depois de terminado o experimento, aí vocês vão responder estas questões.

P: Alguma pergunta? Então venham até aqui na frente pegar o material que vocês irão utilizar.

P: Essa caneta aqui é para vocês enumerarem os tubos... O que vocês estão colocando nele.

P: Então, o material que vocês vão utilizar está aqui na frente. Venham buscar.

E₆: Então vão ser nove tubos. Eu vou ter que fazer isso em todos os nove tubos.

E₁: Professora ... se eu colocasse menos, dissolveria mais ou não?

P: O que é que você acha?

E₁: Eu acho que sim.

E₆: É por causa que esse ficou mais azul.

E₁: A água e a areia não se dissolvem. É que na areia tem muita sujeira.

E₁: Professora, o soluto é o mesmo, mesmo que não tenha dissolvido né?

E₁: Vai acontecer igual quando a gente adicionou o material azul em água... Não vai dissolver tão bem.

E₁: Não dissolveria tão bem, quanto uma quantidade menor do material.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos dos Estudantes: Após requestado que os estudantes se deslocassem até a bancada da frente para pegar os materiais descritos no procedimento, a professora levou somente as pipetas e os tubos de ensaio até a bancada, onde seria realizado o experimento pelo G₁. Em seguida a professora rapidamente, quando percebeu que os estudantes não se recordavam como manipular corretamente uma pipeta, começou a explicar que o "S"

escrito no instrumento pêra, significava “subir” e o “E”, “escoar”.

Somente três dos sete estudantes do grupo se dispuseram até a bancada da frente (onde se encontravam os materiais de todas as práticas), para procurar os materiais que seriam utilizados no experimento A₁. Após a leitura do procedimento pela professora, os estudantes escolheram como iriam organizar os materiais, de modo a não se confundirem durante a experimentação. A professora, antes mesmo que os estudantes dessem sugestões acerca de como escreveriam os resultados, havia proposto que fosse criada uma tabela. E₆ logo percebeu que a pêra utilizada por E₅ estava com problemas ao fazer a sucção da água para a pipeta. Depois da advertência feita por E₆, E₅ foi pegar outra pêra, dando sequência a atividade experimental.

Poucos minutos depois, E₄ se aproximou do colega E₅, de modo a auxiliá-lo com as posteriores pipetagens. Logo após, E₆ pegou a folha de sulfite e começou a montar a tabela, como já sugerido pela professora no início da aula. Houve uma intervenção da professora para com o E₆ durante a confecção da tabela, pois sozinho ele aparentou não entender como dispor os dados. Enquanto E₆ montava a tabela, ele ia lendo o procedimento em voz alta para o restante do grupo, de modo a dar sequência à atividade experimental. O mesmo estudante ficou encarregado do preenchimento dos resultados na tabela, assim como, de escrever as respostas que foram entregues ao final da aula para a professora, pertinentes as questões posteriores ao experimento. Ao perceber a dificuldade do colega E₆, após a intervenção realizada pela professora, E₂ se prontificou a auxiliá-lo na montagem da tabela. Durante o preenchimento da mesma, e também das questões subsequentes, todos os estudantes mostraram-se participativos. Os estudantes E₁, E₄ e E₅ revezaram-se no processo de pipetagem dos solventes, enquanto E₆ questionava a professora se todo o procedimento experimental seria feito para todos os nove sistemas montados.

E₁ mostrou maior desenvoltura com a processo de pipetagem do que os colegas E₄ e E₅. Deste modo, foi ele quem realizou a maioria das adições durante a segunda parte da atividade, isto é, durante a pipetagem do solvente acetona. E₂ pegou a caneta esferográfica e começou a enumerar os sistemas, de modo a auxiliar uma melhor visualização dos resultados. Neste momento, E₇ se aproximou e, na medida em que E₂ enumerava os sistemas, E₇ os colocava em ordem sobre o suporte, para que os outros estudantes pudessem fazer corretamente as próximas adições

com a pipeta. Até esse momento da aula, dos sete estudantes que formam o G₁, apenas o E₃ não manifestou suas ações, ou intenção de cooperar com o restante do grupo.

E₂, após finalizar a ação de enumerar os sistemas, pegou uma segunda pipeta, de forma a ajudar E₁ que estava fazendo as adições com água. Enquanto findavam-se as adições com o solvente água, E₂ iniciou a segunda parte procedimental, que consistia na utilização dos mesmos solutos, porém, agora as adições seriam realizadas com acetona ao invés da água.

O grupo, de modo geral, preocupou-se em deixar uma pipeta ao lado do solvente água e outra, ao lado do solvente acetona. E₆ começou a ler em voz alta o restante do procedimento para E₁, na tentativa de entender como se daria a segunda parte experimental. Ao explicar a E₁ quais seriam as próximas ações realizadas na segunda etapa, E₆ se referiu aos materiais como **“Ingredientes”**. Rapidamente E₆ percebeu seu equívoco conceitual, trocando a palavra **“Ingrediente”** por **“Coisas”**. Ao ler a frase **“Pequena quantidade”** no roteiro, E₆ perguntou a professora qual seria a quantidade correta que deveria ser acrescentada. A professora apenas respondeu que era o grupo quem deveria decidir o que seria uma pequena quantidade. Os estudantes E₂ e E₃, apanharam uma pipeta e começaram a fazer as adições do soluto gasolina, tanto no sistema contendo água quanto no sistema com acetona. E₂ não entendeu muito bem de início como era realizada a sucção do líquido com a pipeta. Assim sendo, o E₁ assumiu uma ação (gesto de ação) no tocante a explicar a E₃ o funcionamento de uma pipeta, juntamente com a pêra. Ao fim da explicação, E₂ conseguiu, em decorrência da ajuda de E₁, pipetar corretamente a acetona. Nesse momento, todos os participantes do grupo estavam realizando ações em paralelo, com o intuito de dar continuidade ao experimento, de modo a conseguir finalizá-lo, até o encerrar da aula.

O frasco plástico que continha o soluto gasolina, possuía coloração amarela. Contudo, ao fazer a sucção do líquido, o E₁ fez um adendo aos colegas dizendo que o líquido agora apresentava certa transparência e não mais a coloração amarela. O estudante E₁ também realizou gesticulações (ações) no sentido de fazer adições dos solutos sólidos com o auxílio de uma espátula, em cada um dos sistemas. Até este ponto da experimentação, nenhum dos estudantes lembrou que os sistemas deveriam sofrer agitação. Como havia uma quantidade grande de material sobre a bancada, os estudantes, após realizadas as adições dos solventes, começaram a

retirar os materiais que não seriam mais utilizados, o que acabou facilitando e contribuindo para uma maior visibilidade do experimento como um todo.

Ao segurar o frasco contendo o sulfato de cobre, indicado no frasco somente pela fórmula química CuSO_4 , E_1 indagou a professora acerca do que estava contido naquele frasco. Rapidamente a professora explicou que o referido frasco continha sulfato de cobre, cuja fórmula química era aquela indicada no rótulo. Como até então os estudantes não tinham se manifestado em relação a agitação dos sistemas, a professora fez um lembrete para os estudantes acerca da agitação manual. Após a “dica” da professora, os estudantes começaram a agitar todos os sistemas. Durante a agitação, E_4 , tampou com o polegar a boca do tubo de ensaio, gesticulando com bruscos movimentos de “vai e volta”, no sentido de girar o tubo. Os demais estudantes realizaram a agitação com maior cuidado.

Todas as adições dos solutos sólidos foram executadas com a mesma espátula, contudo, os estudantes limpavam a espátula após cada adição, com o auxílio de um papel. E_1 interrogou a professora se o álcool também iria ser misturado a cada um dos tubos. Após o término das montagens de todos os sistemas, os próprios estudantes ergueram para o alto os pares de sistemas, por exemplo, o sistema número um com água e o sistema número um com acetona, com o intuito de comparar e observar as diferenças apresentadas por ambos. Enquanto isso, E_6 escrevia as devidas anotações dos resultados em sua tabela. Novamente, o grupo realizou a agitação dos sistemas enquanto observavam. Nesse momento, o grupo se reuniu para responder as questões presentes no roteiro experimental. Ao final de suas respostas, o grupo revisou os resultados observados, comparando novamente cada um dos sistemas.

Constatou-se que durante a montagem dos sistemas água + sal de cozinha (NaCl), e água + açúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), ambos os solutos não dissolveram quase nada no solvente água. Nesse momento, E_1 fez uma pergunta bem pertinente a professora acerca da quantidade adicionada, ter afetado o processo de dissolução do sistema água + sulfato de cobre.

Análise referente ao Episódio: Um aspecto evidente no decorrer da atividade experimental, foi o trabalho colaborativo e cooperativo realizado pelos estudantes. Tal característica era esperada, posto que essa é a função primeira quando se propõe a realização de trabalhos em grupo. Devido ao trabalho com

características em equipe, os estudantes tiveram uma melhor visibilidade da experimentação como um todo, pois, a bancada estava organizada. Com isso, têm-se que a primeira ação do grupo foi procurar os materiais descritos no roteiro. A segunda ação do grupo foi posicionar os tubos de ensaio no suporte, no sentido de promover como seria realizada a sequência experimental. A terceira ação do grupo foi manifestada pelo E₅, ao pegar a pipeta e iniciar o processo de pipetagem do solvente água em cada um dos sistemas² montados.

E₆, desde o começo da atividade experimental, mostrou sinais bem claros de liderança, assumindo a postura de mediador das ações do grupo. As ações de E₆ como, por exemplo, montar a tabela para dispor os resultados observados, e ao reler com calma o roteiro experimental para os demais colegas, proporcionaram um melhor andamento da atividade. Evidenciamos a denotação de gestos de ação por parte de E₆, pois seu corpo estava engajado num padrão de ação específico (montar a tabela e ler o roteiro experimental). A ação manifestada pelo E₂, ao pegar a caneta esferográfica e começar a dar nome aos sistemas, mostrou-se importante, pois dizia respeito a sequência experimental organizada pelo grupo. Em outras palavras, a gesticulação realizada por E₂ foi norteadora, para que o grupo tivesse conhecimento de todas as adições que seriam feitas dali em diante.

É notório também que cada estudante dentro do grupo acabou por assumir uma função distinta. Os estudantes criaram, entre eles, um “mecanismo de cooperação” para que o experimento pudesse ser realizado, posto que, por se tratar de um experimento longo e o tempo da aula ser escasso, foi preciso que houvesse algum modelo de trabalho em equipe para que toda a demanda experimental fosse cumprida. A liderança manifestada por E₆, do início ao fim do experimento, foi condizente com uma característica importante quando realizamos trabalhos em grupo. As gesticulações do estudante mostraram que tomar a frente do procedimento fez-se necessário para que a atividade tivesse êxito, pois trabalhar em um determinado ambiente, com diferentes pessoas, com o intuito de se chegar a um mesmo propósito, não é uma tarefa simples, o que acaba por exigir a manifestação de sinais de liderança por algum indivíduo pertencente ao grupo.

Mesmo que a ação de montar a tabela não tenha partido do grupo em

² A terminologia “sistema” foi utilizada pela pesquisadora para designar os materiais contidos em um mesmo tubo de ensaio. Como exemplo, têm-se a formação do sistema 1 (água e sal), sistema 2 (água e talco), e assim por diante.

si, mas sim da professora da turma, o estudante E₆ se prontificou a realizar a função. Contudo, por se tratar de muitos sistemas, o estudante acabou tendo dificuldade em iniciar a montagem da tabela. Neste momento, a intervenção feita pela professora se fez pertinente, pois, por meio de algumas dicas, o estudante acabou conseguindo entender como proceder dali em diante. Nota-se também que nesse momento, E₂ surgiu para auxiliar o colega em sua ação, o que evidencia o trabalho colaborativo entre E₂ e E₆. Quando E₁ afirmou que a coloração amarela da gasolina, após realizada a sucção com a pipeta, foi modificada, nenhum estranhamento ou curiosidade por parte dos outros estudantes foi percebida. Isso mostrou que a indagação inicial de E₁ não passou de uma afirmação sem cunho investigativo ou científico por detrás, porém, tal questionamento tinha potencialidade para se tornar um assunto passível de ser discutido, como por exemplo, possíveis adulterações daquele material.

Algumas gesticulações dos estudantes não se mostraram condizentes com as regras básicas de segurança no laboratório. Notou-se também que, após cada adição feita no sistema, nenhum dos estudantes se preocupou em fazer a agitação manual destes, mesmo a referida ação constando no procedimento. O agitar das soluções, como bem se sabe, se constitui em uma operação fundamental, bastante utilizada na maioria dos procedimentos experimentais, cujo intuito seria facilitar a homogeneização e mistura de materiais contidos num mesmo sistema. Devido a este fato, a ficha experimental entregue ao G₁, apresentava essa dica. Entretanto, em muitos momentos durante a realização da atividade, a professora tinha que lembrar os estudantes em relação a realização de tal ação. O que sucedeu-se aqui foi uma falta de atenção geral do grupo em relação a este fato. Ainda no tocante a questão do agitar das soluções, E₄ agitou incorretamente os sistemas, isto é, tampando a boca do sistema com o polegar, de forma a realizar bruscos movimentos. Caso algum dos materiais fosse corrosivo, por exemplo, o estudante poderia se acidentar. A gesticulação correta utilizada para agitar um sistema consiste em movimentos amenos, sem contato direto com mãos ou pele.

Todas as adições de soluto realizadas pelo grupo foram feitas com a mesma espátula. Entretanto, após cada adição, os estudantes limpavam a espátula com um papel, para somente depois utilizá-la em um outro material. As gesticulações dos estudantes, portanto, não foram totalmente corretas, pois, mesmo assim, poderiam restar alguns interferentes provenientes da adição anterior, proporcionando a contaminação dos sistemas posteriores. A atitude mais coerente a se tomar seria

utilizar uma espátula para cada material ou, fazer a lavagem com água e detergente, caso se utilizasse a mesma espátula, após cada adição realizada.

A preocupação do grupo manifestada ao utilizar uma pipeta distinta para cada um dos líquidos que seriam adicionados aos sistemas, mostra-se adequada, pois indicou o cuidado dos estudantes em não contaminarem as amostras. Entretanto, num segundo momento, uma gesticulação contraditória e inadequada veio à tona, pois os estudantes fizeram as sucções com a pipeta imersa diretamente no frasco onde estavam contidos os líquidos, o que poderia ocasionar a contaminação dos mesmos e possíveis interferências nos resultados.

E₆ já havia questionado a professora em um momento anterior do quanto deveria ser adicionado dos demais materiais. Em vários momentos durante a experimentação, E₆ fez uso do gesto dêitico em direção aos sistemas, de forma a dar ênfase e confirmar o que estava sendo proferido. Contudo, os estudantes não se atentaram a quantidade dos solutos adicionados a cada um dos sistemas. Com isso, no momento das adições de soluto, E₁ agiu mecanicamente, não manifestando qualquer outro questionamento ou critério acerca da quantidade a ser utilizada. Tivemos novamente, a realização de gestos de ação contraditórios, uma vez que a fala não estava associada com a ação referenciada.

Ao encerrar das adições de soluto e solvente a cada um dos sistemas, uma atitude pertinente e correta do grupo foi segurar em mãos, por exemplo, os pares dos sistemas contendo água + sulfato de cobre e acetona + sulfato de cobre, e em seguida, novamente agitá-los, de forma a estabelecer diferenças ou semelhanças entre eles. As adições dos solutos sal, açúcar e sulfato de cobre no solvente água, formaram precipitado. Em um primeiro momento, devido ao fato principalmente do açúcar e sal estarem presentes no cotidiano dos estudantes, a formação do precipitado causou estranheza, uma vez que alguns estudantes chegaram até a comentar entre eles o que poderia ter dado errado. Tivemos aqui a manifestação de gestos de ação e modo por parte do grupo como um todo pois, além dos estudantes estarem envolvidos em um padrão de ação que era o comparar dos resultados, o grupo fez uso de uma afirmação/hipótese para tentar entender porque os referidos sistemas não solubilizaram por completo. A ideia de que água e açúcar, e água e sal serem solúveis independentemente da quantidade, constituiu-se em um equívoco e dúvida muito comum manifestados pelos estudantes em geral, sendo também manifestado pelo G₁, porque a não solubilização dos sistemas, foram contrárias à

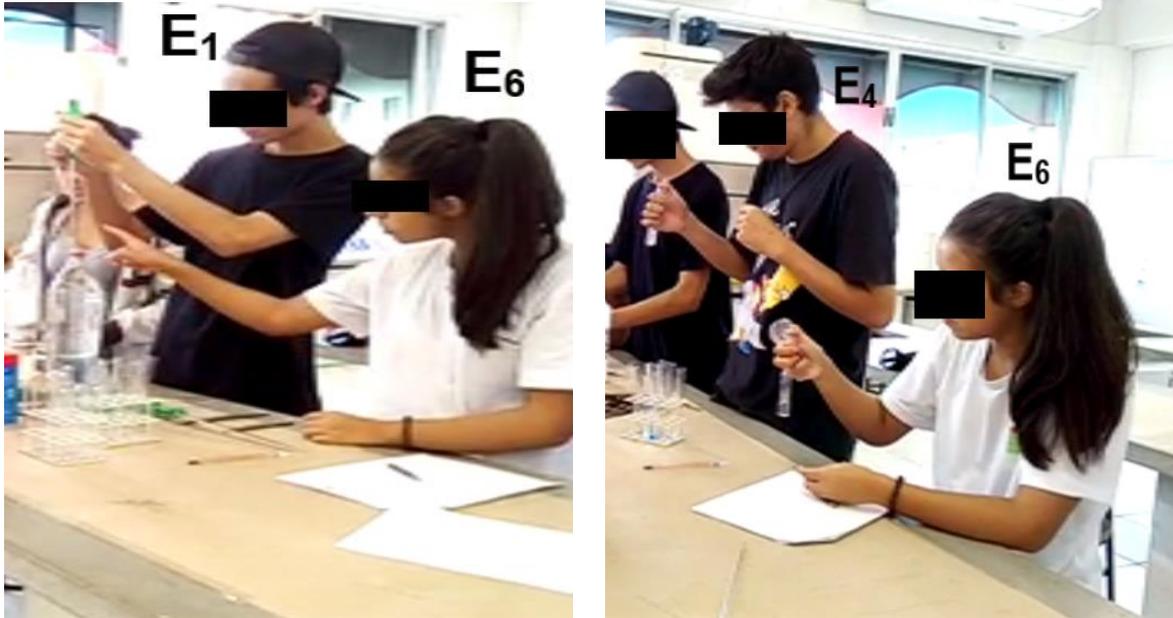
previsão inicial do grupo e portanto, inesperada.

O grupo, durante a montagem da tabela acertou quais seriam os solutos e os solventes (o que pode ser observado na montagem da tabela pelo grupo), porém, ao expressarem-se mediante a representação verbal-escrita, de modo a responder as questões presentes no procedimento, percebeu-se uma ligeira confusão em relação ao álcool ser também um dos solventes (o que pode ser constatado na resposta verbal-escrita do grupo referente a questão número um).

Uma possível origem para o engano estabelecido pelo grupo pode residir no fato de ambos os três materiais (água, álcool e acetona) apresentarem um aspecto físico muito próximo, visualmente falando, e também todos eles iniciarem-se pela vogal a. Deste modo, inferimos que houve incoerência em relação a conversão (troca) da representação verbal-oral em verbal-escrita manifestadas pelos estudantes. Em alguns momentos, o grupo ao invés de se referir aos termos solubilização ou dissolução em suas respostas, utilizaram erroneamente o termo “**Derreter**”. A palavra derreter está associada a tornar algo líquido, o que é incorreto e não cabe no contexto científico em questão. De modo a findar a leitura referente ao experimento A₁, realizado pelo grupo G₁, foi possível concluir que os estudantes não conseguiram relacionar os resultados obtidos com os assuntos trabalhados em sala de aula, antes de responderem as perguntas referentes a seção “Questões a serem pensadas”.

Todos os estudantes pertencentes ao G₁ mostraram-se pouco envolvidos durante as aulas teóricas, fato este que nos deu fortes indícios do porquê o grupo apresentou respostas tão superficiais cientificamente. Vale salientar que todos os quatro experimentos trabalhados com os estudantes estavam contidos dentro de todo o conteúdo programado pela professora no momento sala de aula. Em vários momentos durante a atividade experimental, foi possível inferir que teoria e prática, mais uma vez, mostraram-se desconexas. Na Figura 7 temos exemplos de gesto dêitico e gesticulação (agitar das soluções) realizados por estudantes do G₁.

Figura 7 – *Frame* à esquerda: gesto dêitico por E₆, *frame* à direita: gesticulação de E₄ e E₆.



Fonte: A própria autora.

Nas Figuras de 8 e 9 são retratadas as respostas verbal-escrita do grupo G₁, no que concerne a seção “Questões a serem pensadas”, do experimento A₁. A partir das respostas do G₁, a pesquisadora realizou a análise da mesma.

Figura 8 – Respostas do G₁ para o experimento A₁.

Experimento A1

Materiais: talco; isopor; sal de cozinha; açúcar; água; gasolina; iodo; sulfato de cobre; álcool; areia; acetona; colher; tubos de ensaio, pipeta.

Procedimento: Colocar 5mL de água em cada um dos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos materiais em cada um dos tubos de ensaio, com exceção da acetona. Agite um pouco cada um dos tubos de ensaio. Repita o procedimento anterior, com a acetona ao invés da água. Anote a solubilidade de cada material. Também podem ser anotadas outras observações que o grupo achar pertinente no desenvolvimento dessa atividade.

Questões a serem pensadas:

- 1) Identifique os solutos e os solventes presentes nessa atividade. Explique sua resposta.
 Solutos: Água e Acetona, pois a maioria dos materiais dissolve-se na água e álcool. Solutos: Material

- 2) Quais materiais se dissolveram melhor em água? Por quê?
 Açúcar, sal, sulfato de cobre, álcool, talco, porque a densidade de todos os materiais é maior do que a da água.

- 3) Quais materiais se dissolveram melhor no removedor de esmaltes? Por quê?
 Quilina, álcool, talco e isopor, porque a densidade dos materiais é maior do que a da acetona.

- 4) Que solvente solubilizou melhor o isopor? E o sulfato de cobre? Por quê?
 Respostivamente a acetona e a água, porque o isopor dissolve-se na acetona, e o sulfato de cobre dissolve-se na água.

- 5) O que acontece se adicionarmos uma quantidade maior de cada material, em seus respectivos tubos de ensaio?
 Não dissolveria, já que bem quanto uma quantidade menor do material.

- 6) O fato de se utilizar água quente interfere nos resultados apresentados? Por quê?
 Sim, em relação à água, eles dissolveriam mais rápido, por causa da temperatura.

Fonte: Estudantes do Grupo G₁.

Figura 9 – Montagem da Tabela realizada pelo G₁ para o experimento A₁.

Água		Solúvel
1 - gasolina		= 1 - não
2 - Açúcar		2 - Sim -
3 - Sal		3 - Sim -
4 - Sulfato de cobre		4 - sim Sim -
5 - Areia		5 - não
6 - Álcool		6 - Sim -
7 - Talco		7 - Sim -
8 - Iodo		8 - não
9 - Jaspou		9 - não
10 -		

Acetona		Solúvel
1 - gasolina		= Solúvel
2 - Açúcar		1 - Sim
3 - Sal		2 - não
4 - Sulfato de cobre		3 - não
5 - Areia		4 - não
6 - Álcool		5 - não
7 - Talco		6 - Sim
8 - Iodo		7 - não
9 - Jaspou		8 - Sim
10 -		9 - Sim

Fonte: Estudantes do grupo G₁.

Análise das Respostas do G₁ Referente ao Experimento A₁: No que concerne à primeira questão, E₆ perguntou à professora se eles poderiam responder que os solutos são os outros materiais, porém ele disse saber que a espátula e os tubos de ensaio não faziam parte dos solutos. Isso mostrou que o grupo teve consciência de que a relação entre soluto e solvente refere-se somente aos materiais constituintes em cada um dos sistemas formados, e não nos instrumentos e vidrarias que auxiliaram na montagem dos mesmos. De modo geral, as explicações dos estudantes durante a representação verbal-escrita mostraram-se superficiais em relação aos conceitos científicos. Em muitos momentos, durante as respostas do grupo, foi possível depreender que teoria e prática estavam desvinculadas. Retornando à questão um, o grupo afirmou, primeiramente, que a água e a acetona constituíam-se nos solventes. Todavia, a resposta verbal-escrita atribuída pelo grupo **“Solvente: água e acetona, pois a maioria dos materiais dissolvem na água e álcool. Solute: materiais”**, mostrou-se contraditória, em razão de, num primeiro momento, o grupo afirmar corretamente ser a água e acetona os solventes, pois eles dissolveram ou não os outros materiais. Contudo, em um segundo momento a palavra acetona foi confundida ou suprimida da resposta final.

Não se pode prever com certeza, porém é muito provável que o grupo trocou indevidamente a palavra acetona por álcool, ao escrever a resposta. Isso caracterizou incoerências no tocante a conversão da resposta verbal oral para a verbal escrita, além da falta de atenção ao transcrever a resposta. Na montagem da tabela pelo grupo, percebeu-se que corretamente os estudantes entenderam que os solventes eram a água e a acetona, pois além de estarem presente em maior quantidade na solução, o solvente é a substância chamada dispersante, isto é, o solvente permite que o soluto seja distribuído homogeneamente em seu interior.

A partir das respostas presentes na tabela montada pelo grupo (Fig. 9), foi possível atribuir se determinado sistema era ou não solúvel, após a realização da atividade experimental A₁. Algumas das respostas, como por exemplo, água e álcool, água e sal de cozinha, estavam impregnadas de uma concepção geral de que eles seriam solúveis, devido a esses exemplos associarem-se facilmente ao cotidiano dos estudantes. Contudo, em nenhum momento houve uma preocupação do grupo advertindo que os sistemas eram solúveis até uma certa quantidade. Em um dado momento, durante a realização da montagem do sistema água e sulfato de cobre, os estudantes adicionaram uma exagerada quantidade do referido sal em relação a água,

de tal maneira que o sistema montado não solubilizasse.

No entanto, na resposta presente na tabela, o sistema número quatro, isto é, água + sulfato de cobre, se mostrou solúvel, pois, mesmo que experimentalmente o resultado tenha sido outro, os estudantes de alguma forma já possuíam a concepção e o significado que ambos eram solúveis. Todavia, os estudantes confundiram, cometendo assim um equívoco no que diz respeito a solubilidade do talco na água e a na acetona (sistema número sete, presente na Fig. 9). Na tabela apresentada pelo grupo, água e talco constavam como solúveis. No entanto, o talco se constitui em um material com características hidrofóbicas, ou seja, ele não apresenta afinidade com a molécula de água. O âmagô do deslize conceitual manifestado pelo grupo está no fato de que, num primeiro momento, ao fazer a agitação do sistema contendo água + talco, devido a sua coloração (branco leitoso), o material parecia se solubilizar na água. Entretanto, após algum tempo em repouso, houve a formação de duas fases, isto é, uma mistura heterogênea. Assim sendo, seria esperado e necessário que os estudantes, ao final de suas respostas, conferissem e observassem novamente os resultados, posto que depois de alguns minutos em repouso, o referido sistema exibia fases distintas.

Em relação a questão dois, os estudantes acertaram os solutos que se dissolveram melhor em água. Contudo, a resposta condizente ao fenômeno foi incoerente. Na sala de aula, a professora já havia comentado com os estudantes que a densidade não explicava a solubilidade dos materiais. E₆ levantou a hipótese de que a interpretação por detrás envolvida seria a densidade. Todos os integrantes do grupo aceitaram a ideia, pois não conseguiram pensar em nenhum outro contra-argumento mais elucidativo. Neste momento, ocorreu a manifestação de um gesto de modo, pois, E₆ fez o uso de uma hipótese/afirmação para interpretar determinado fenômeno. Em nenhum momento eles levantaram questionamentos quanto a polaridade dos materiais envolvidos, sobre o fato de alguns materiais serem orgânicos ou inorgânicos, ou até mesmo o tipo de ligação envolvida na formação das moléculas de referido material em contato com a água. A relação de densidade, por ser facilmente visualizada macroscopicamente, torna-se muito mais fácil de se explicar, do que relacioná-los a aspectos submicroscópicos como a polaridade e o tipo de ligações constituintes dos materiais, por exemplo.

No tocante a questão três, percebeu-se que o grupo acertou no que diz respeito aos solutos que se dissolveram melhor no removedor de esmaltes.

Contudo, a explicação apresentada pelo grupo foi a mesma resposta dada a questão dois. Tivemos repetidamente a exteriorização de um gesto de modo por parte do grupo.

No caso da questão quatro, o grupo respondeu adequadamente que a acetona solubilizou melhor o isopor enquanto que a água solubilizou melhor o sulfato de cobre. Entretanto, o grupo utilizou incorretamente o termo “**Derreter**” para se referir ao fato de que acetona solubilizou ou dissolveu o isopor. A explicação científica correta por detrás disso vincula-se ao fato de que a acetona enfraquece as ligações das moléculas que constituem o polímero isopor. Em contato com a acetona pura, é possível liberar todo o ar presente no referido polímero, fazendo assim com que o aspecto sólido do isopor modifique-se para um aspecto gelatinoso.

No que concerne a questão cinco, que fazia referência à adição de uma quantidade maior dos materiais, E₁ indagou se era preciso comentar acerca de cada um dos sistemas. O questionamento de E₁ mostrou-se pertinente, pois os resultados são dependentes da natureza do soluto e solvente envolvidos. A isso atrelamos o conceito de coeficiente de solubilidade, isto é, cada material apresenta um coeficiente de solubilidade distinto em relação a uma certa quantidade (em g) de referido solvente. A observação realizada por E₁ foi interessante para o momento de análise. Aparentemente ele manifestou entendimento de que isso não era regra geral, isto é, adicionar uma maior quantidade de determinado material para levar à formação de precipitado cessaria o processo de dissolução. Porém, a resposta dada pelo grupo poderia apresentar a palavra “geralmente”, pois exceções sempre existem. O estudante E₁ ainda finalizou o seu pensamento dizendo aos colegas que “**Vai acontecer igual quando a gente adicionou o material azul em água... Não vai dissolver tão bem**”. O estudante em questão se referiu ao sulfato de cobre como “material azul”. A resposta proferida por E₁ acusou entendimento de que experimentalmente ele teria adicionado uma quantidade em excesso, sem estipular uma quantidade padrão a ser acrescentada para todos os sistemas. Portanto, sua gesticulação não foi condizente com os dizeres procedimentais. Mediante a resposta proferida por E₁, tivemos a manifestação de um gesto de partição e performativo ao mesmo tempo, uma vez que além de pontuar o discurso por meio de componentes lógicos (como a fala acima disposta em negrito), o estudante assume uma ação discursiva ao lembrar os colegas do que aconteceu durante a adição do “material azul em água”.

Por fim, na questão seis, o grupo generalizou, cometendo um equívoco oriundo de uma dúvida muito comum, ao dizer e pensar que a solubilidade foi facilitada com o aumento da temperatura. A professora já havia trabalhado a questão de que alguns materiais apresentavam características endotérmicas e outros, exotérmicas. Devido a este fato, somente as soluções ditas endotérmicas têm a sua solubilidade facilitada com o aumento da temperatura. Assim sendo, mais uma vez, tivemos a manifestação de um gesto de modo, devido a uma hipótese inapropriada levantada pelo grupo, utilizada para explicar como um aumento da temperatura influenciaria nos resultados apresentados.

**Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional
Laboratório Didático I: Experimento A₂ – realizado pelo G₁**

P: Tentem deixar mais afastados o material.

P: Agora vocês peguem então três béqueres. Podem pegar lá.

E₅: Béquer é aquele copinho?

P: É.

P: Então vocês pegaram béqueres, folhas de papel branco, água a temperatura ambiente, água quente e água gelada.

P: Como é que a gente vai fazer o sisteminha para a água quente?

P: Alguém para me ajudar a ligar o fogo?

P: Precisa de mais algum material?

E₆: Dos M&M's, professora.

E₆: Então, coloca água nos três.

P: Não. Colocar em um béquer água, no outro álcool e no outro óleo.

E₅: Tem que pipetar?

P: Não precisa. É só colocar a mesma quantidade em cada um dos béqueres.

E₆: E a água fria e a água quente?

P: A parte da água fria e da água quente é depois.

E₆: Vocês devem adicionar os M&M's em cada um dos sistemas simultaneamente.

P: Agitem um pouco então, e marquem um minuto.

P: Enquanto esses sistemas estão agindo, vão para a parte dois.

E₆: Então agora peguem mais três béqueres e despejem água fria, água a temperatura ambiente e água quente.

E₆: Adicionem vocês novamente os M&M's ao mesmo tempo em cada um dos béqueres. Coloquem água até que cubra o M&M. Então sei lá... 20, 40 mL?

E₁: Então vamos colocar 40 mL.

P: Tomem cuidado com a água quente.

E₁: Tem que agitar também?

P: Sim. Seria bom.

E₁: O revestimento do açúcar é corante.

E₁: É só corante. Eu não sei o que é essa outra camada dele... A camada cinza.

E₄: É açúcar.

E₅: O revestimento é açúcar, não é?

E₁: Na água ele perde a cor. Já no álcool e no óleo não.

E₁: Como assim as variáveis, professora? É a temperatura?

P: Quais são os fatores que vocês estão trabalhando nesse experimento?

P: Na próxima aula, vocês vão eleger entre vocês mesmo, dois estudantes para realizar e explicar o experimento para a outra turma.

P: Vocês escolham para semana que vem.

E₁: Coloca aí que, a variável que estamos trabalhando é a temperatura.

P: Vocês podem levar a outra folha para poderem realizar o experimento semana que vem. Daí eu acho que vou marcar todo mundo no mesmo horário.

E₁: Como seria essa curva de solubilidade?

E₁: Ela começaria em uma reta e subiria.

P: Não esqueçam de eleger duas pessoas desse grupo, para que vocês realizem os experimentos para os demais colegas então.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos dos Estudantes: Os estudantes E₄ e E₅ foram até a bancada da frente pegar os béqueres, como solicitado pela professora. Devido à inexistência de um sistema de gás para a utilização dos Bicos de Bunsen, os estudantes tiveram que fazer o aquecimento da água com o auxílio de um fogueiro. Como os estudantes nunca haviam trabalhado com o equipamento antes, e também por questão de segurança, a professora instruiu o E₄ a montar o sistema fogueiro + tripé + tela de amianto, para realizar o aquecimento da água. Os demais integrantes do grupo mostraram-se um pouco receosos no que concerne ao acender a chama do fogueiro. Depois de montado o aparato experimental, E₄ percebeu que a chama não acendia devido à falta de gás. A

professora então se dirigiu até um dos armários dispostos no laboratório e pegou um outro fogueiro, de maneira a dar continuidade ao experimento A₂.

Após uma primeira leitura do roteiro experimental pela professora, E₆, o responsável pela montagem da tabela referente ao experimento A₁, começou a reler em voz alta o procedimento experimental aos demais colegas do grupo, enquanto estes iam realizando ações no sentido de auxiliar na montagem do restante do aparato experimental. A professora fez uma observação para que os estudantes colocassem uma mesma quantidade de água em cada um dos béqueres. Nesse momento, E₅ indagou a professora sobre a necessidade em se utilizar uma pipeta. A professora respondeu que não havia necessidade, e que a transferência de uma quantidade fixa de água poderia ser realizada com a utilização de um béquer apenas. O grupo rapidamente discutiu e resolveu colocar 75 mL de água em cada um dos béqueres. Enquanto isso, E₆ perguntava a professora onde seriam adicionadas a água fria e água quente.

Ao constatar que os estudantes estavam um pouco confusos acerca da cronologia do experimento, rapidamente a professora fez uma intervenção dizendo que primeiramente seriam colocados em três béqueres distintos água, óleo e álcool e que, somente em um segundo momento, seriam adicionados em outros três béqueres água a temperatura ambiente, água fria e água quente. A partir daí os estudantes mostraram a compreensão de que o procedimento, consistia de duas partes distintas.

A ficha experimental sugeria que os estudantes utilizassem uma mesma cor do chocolate M&M's. Desse modo, o grupo resolveu utilizar os chocolates de coloração azul. E₆ deu continuidade a leitura do roteiro em voz alta, orientando os demais colegas que os M&M's deveriam ser adicionados a cada um dos sistemas simultaneamente. Assim, os estudantes E₁, E₂ e E₆, na “contagem de 3”, fizeram a adição simultânea dos chocolates aos referidos sistemas. O E₆ voltou-se à leitura do procedimento, dizendo aos colegas para agitarem alguns segundos, de forma a observar o sistema por um período de um minuto. De modo a evitar a confusão entre os sistemas, E₁ deu a ideia de enumerar as folhas sulfites com as iniciais dos solventes da seguinte forma: (A) para a água; (AL) para álcool e (O) para o óleo.

A professora advertiu os estudantes que, enquanto os sistemas estavam a agir, eles já começassem a se preparar para a segunda parte do experimento. O E₆ começou então a ler em voz alta a segunda parte do experimento, e em seguida, instruiu os demais colegas a buscarem mais três béqueres, de modo a

adicionarem neles água fria, água quente e água a temperatura ambiente, respectivamente. Logo em seguida, o restante do grupo já iniciava a montagem do aparato experimental. Após transcorrido um minuto, o grupo voltou a sua atenção para a primeira parte do procedimento, com o propósito de fazer possíveis observações acerca dos sistemas. O estudante E₆ começou então a anotar os resultados observados.

Ao retornar da atenção do grupo para a segunda parte do procedimento experimental, E₁ promoveu ações no sentido de dar nome aos sistemas, de modo a distingui-los. Mesmo o roteiro experimental não fazendo referência à utilização do termômetro, o instrumento estava presente na bancada, juntamente com o restante dos materiais descritos no procedimento. A professora novamente orientou o grupo, no sentido de que eles adicionassem a mesma quantidade de água a cada um dos béqueres. Logo após, E₆ comentou com o restante do grupo que os M&M's deveriam ser adicionados ao mesmo tempo a cada um dos béqueres e em seguida, disse para os colegas que se atentassem em colocar água suficiente para cobrir os M&M's. E₁ então sugeriu que fosse acrescentado 40 mL de água a cada um dos sistemas. O mesmo estudante indagou a professora se o sistema deveria ser agitado, e a professora confirmou. O estudante E₅ levou um dos béqueres ao nariz, como forma de conferir o que estava contido no sistema.

O grupo mostrou-se atento, observando o que estava acontecendo em cada um dos sistemas, e já foram respondendo as questões referentes a seção "Questões a serem pensadas". Após o término do experimento, o grupo ajudou a professora na limpeza e organização da bancada, para que a próxima turma pudesse utilizar o laboratório.

Análise referente ao Episódio: Após a leitura geral do procedimento experimental pela professora, E₆ novamente assumindo características de liderança no grupo, iniciou a releitura da atividade em voz alta para os demais colegas, no sentido de orientá-los quanto as subseqüentes ações a serem desenvolvidas. Como consequência, tivemos a manifestação de gestos de ação e modo por parte de E₆, uma vez que ele mostrou-se comprometido com a montagem correta do experimento enquanto lia a ficha procedimental, utilizando para isso, uma função intensificadora enquanto realizava a leitura do mesmo.

Devido ao fato do experimento consistir em duas partes, isto é, em um

primeiro momento trabalhou-se a questão da natureza do soluto/solvente e num segundo momento, a influência da temperatura, os estudantes acreditaram que tudo fosse uma coisa só. Assim sendo, foi necessária uma intervenção verbal da professora, de modo que fosse realizado uma segunda leitura do procedimento para auxiliar o grupo em uma melhor interpretação acerca do que seria feito experimentalmente. Depois de uma melhor compreensão do roteiro, E₁ enumerou os sistemas, de forma a facilitar sua identificação. A gesticulação de E₁ foi correta, pois forneceu subsídios para que as posteriores adições aos sistemas fossem realizadas com maior segurança.

A não existência de uma tubulação de gás para a instalação de Bicos de Bunsen, fez com que os estudantes trabalhassem com um equipamento desconhecido e parecido com um “mini botijão de gás”, chamado fogueiro, para que, assim, eles pudessem aquecer a água. Receosos porque nenhum integrante do grupo sabia como manusear o equipamento, a professora entrevistou, auxiliando E₄ na montagem do aparato experimental para aquecer a água.

Um fato interessante que merece ser comentado, é que como um dos fatores envolvidos na atividade experimental era a temperatura, seria pertinente que os estudantes mostrassem curiosidade em medir as diferenças de temperatura da água em cada um dos sistemas. Em cima da bancada do grupo havia um termômetro digital, que, por sinal, era extremamente fácil de ser manuseado. Entretanto, como na descrição dos materiais a serem utilizados na ficha procedimental não constava o instrumento termômetro, nenhum estudante mostrou interesse ou curiosidade em saber a real temperatura da água em cada um dos sistemas. Seria condizente e cientificamente apropriado que os estudantes tivessem em mãos essa informação, porque a temperatura ambiente nunca é fixa, e as vezes a água considerada quente, dependendo da temperatura em que se encontra, não é suficiente para promover mudanças no tocante ao processo de dissolução do chocolate.

O procedimento havia omitido a informação da quantidade de solvente que deveria ser transferida para cada um dos béqueres. No entanto, preocupada de que os estudantes não se atentassem ao fato, a professora fez uma intervenção verbal, de modo a lembrar os estudantes que fossem adicionadas quantidades iguais dos solventes em cada um dos recipientes. A professora poderia ter esperado um pouco mais antes da realização da intervenção verbal, para ver se algum estudante iria formalizar alguma indagação no que se referia a quantidade,

como aconteceu durante a realização do experimento A₁. O questionamento feito por E₁, se os sistemas deveriam ser agitados, não era necessário, pois a informação estava descrita no procedimento. Contudo, não se sabe se o estudante não realizou uma leitura atenta da atividade ou se ele falou apenas devido a força do hábito, uma vez que a grande maioria dos experimentos de química descrevem a agitação como uma ação fundamental (pois facilita o processo de homogeneização dos materiais).

No tocante a pergunta de E₅, se os solventes deveriam ser pipetados, a resposta da professora ao dizer “**Não precisa**” foi coerente e adequada, pois, como o fator de impacto nos experimentos A₂ foi a natureza do soluto/solvente e a temperatura, e não a quantidade (como no caso do experimento A₁), então os líquidos poderiam ser transferidos em volumes aproximadamente iguais. Por conseguinte, a gesticulação do grupo ao fazer as transferências dos líquidos do frasco reacional diretamente para o béquer, instituiu-se apropriada. O béquer é um instrumento graduado, contudo, oferecem medidas pouco precisas. Entretanto, para a realização do experimento A₂, a gesticulação adotada pelo grupo foi condizente e suficiente, devido a técnica exigida não demandar exatidão e precisão.

No procedimento experimental estava descrito a seguinte informação: “**Utilizar M&M’s da mesma cor**”. Em nenhum momento, o grupo manifestou algum questionamento no tocante a informação acima descrita. Foi solicitado que utilizassem a mesma cor do confeito para que houvesse um mesmo padrão de comparação, que facilitasse a observação dos resultados. As respostas do grupo, de modo geral, ainda se mostram superficiais no tocante a conceituação científica. Devido ao fato da base do revestimento do confeito ser açúcar, somente a água, dentre os solventes em questão presentes no experimento, seria capaz de ocasionar o processo de dissolução do açúcar. Juntamente a isso, explicações no tocante a polaridade dos materiais e o tipo de ligações existentes entre as moléculas constituintes dos referidos materiais, isto é, os aspectos submicroscópicos fazem-se muito importantes para o entendimento do processo de dissolução. A brusca gesticulação denotada por E₅, ao levar um dos béqueres diretamente ao nariz, mostrou-se incorreta, sendo que essa mesma ação, dependendo do conteúdo do béquer, poderia ocasionar a irritação da via nasal do referido estudante.

Outro ponto pertinente foi o fato da temperatura ter sido facilmente entendida pelo grupo, como uma variável presente no experimento e que podia ser controlada. O tempo e a quantidade de solvente a ser acrescentado também foram

variáveis presentes no experimento em questão, porém, estas não foram identificadas pelo grupo. Com o término da atividade, a gesticulação assumida pelo grupo em organizar e limpar a bancada era esperada, posto que a organização do laboratório é uma regra fundamental para evitar acidentes. A Figura 10 a seguir, traz exemplos da manifestação de gestos de ação e modo e de uma gesticulação incorreta por estudantes do G₁.

Figura 10 – *Frame* à esquerda: gesto de ação e modo por E₁ e E₆, *frame* à direita: gesticulação de E₅.



Fonte: A própria autora.

Na Figura 11 são retratadas as respostas verbal-escrita do grupo G₁, no que concerne a seção “Questões a serem pensadas”, referente ao experimento A₂. A partir das respostas do G₁, a pesquisadora realizou uma análise da mesma.

Figura 11 – Respostas do G₁ para o experimento A₂.

Experimento A2

Materiais: M&M; béqueres; folha de papel branco; água a temperatura ambiente; água quente; água fria; óleo; álcool; pipeta.

Procedimento:

- Despejar em três béqueres distintos, água a temperatura ambiente, óleo e álcool. Posicionar a folha branca embaixo de cada um dos béqueres. Colocar um M&M (da mesma) cor em cada um dos respectivos béqueres simultaneamente. Agite um pouco cada recipiente. Observe durante cerca de 1 minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.
- Despejar água fria, água a temperatura ambiente e água quente em béqueres distintos, de modo que a quantidade de água seja suficiente para cobrir o M&M. Colocar os três recipientes sobre o papel branco. Com a ajuda de seus colegas, coloque 1 M&M da mesma cor no centro de cada béquer ao mesmo tempo. Agitar um pouco cada recipiente. Observe durante cerca de 1 minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.

Questões a serem pensadas:

1) O revestimento do M&M é constituído pelo quê? (um M&M pode ser quebrado para que o grupo possa discutir). O que você e seu grupo poderiam inferir sobre a dissolução do M&M na água, óleo e álcool? Explique.

Depende da quantidade. O M&M na água, em temperatura ambiente, resolve-se mais rápido. No óleo e na água fria, mais lento.

2) Quais são as variáveis presentes neste experimento, e como você e seu grupo podem controlá-las?

Variáveis de temperatura. Água quente ajuda a dissolver mais rápido enquanto a ambiente e a gelada dissolvem em pouco tempo.

3) A partir do conhecimento do grupo sobre o tema que foi trabalhado, faça uma previsão e explique como seria a curva de solubilidade do material que reveste o M&M, no processo de dissolução do M&M.

A solubilidade começaria em uma certa quantidade e diminuiria por causa da água e suas temperaturas.

Fonte: Estudantes do Grupo G₁.

Análise das Respostas do G₁ Referente ao Experimento A₂:

Devido ao fato dos estudantes, quando estudaram o referido conteúdo no ano de 2016, não terem ido ao laboratório realizar práticas acerca desse conteúdo, percebeu-se que eles não se esforçaram e/ou não conseguiram estabelecer as relações necessárias do que foi visto em sala de aula, com o ocorrido experimentalmente. Na aula teórica houve grande participação dos estudantes, fato este justificável pela numerosa transcrição de páginas dos discursos verbais dos estudantes para com a professora na sala de aula. No entanto, os integrantes do G₁ quase não se manifestaram verbalmente durante a revisão teórica realizada pela professora. Esse foi um grande contribuinte para os diversos equívocos conceituais manifestados pelo

grupo como um todo.

Em relação a questão número um, os estudantes seguraram o chocolate em mãos e tentaram observar mais de perto, e com maiores detalhes, do que era constituído o revestimento do chocolate. O E₁, primeiramente, acreditou que o revestimento fosse constituído por corante. Rapidamente E₄ indagou o colega, dizendo que o revestimento era feito de açúcar, e E₅ prontamente concordou com a afirmação de E₄. Desse modo, tivemos nesse pequeno episódio a manifestação de gestos de ação (segurar o chocolate em mãos para melhor observar) e gesto de modo (estudantes dando ênfase ao material o qual o confeito era revestido). Entretanto, as respostas dos estudantes para os fenômenos observados continuaram sendo conceitualmente superficiais. Mais uma vez, percebeu-se que o que foi discutido em sala de aula desvinculou-se dos experimentos realizados. No que concerne a resposta final do grupo em relação à primeira questão, tem-se que a resposta acerca do revestimento do confeito foi adequada, isto é, ele é constituído de açúcar e corante. Em relação as explicações no tocante a dissolução do chocolate em diferentes solventes, o grupo somente citou o que foi observado experimentalmente. Em nenhum momento argumentos referentes ao tipo de ligação envolvida, ou a questão da polaridade, ou até mesmo a natureza do soluto/solvente foram citadas e muito menos explicadas, mesmo que superficialmente.

No tocante a questão dois, sobre quais as variáveis presentes no experimento e como controlá-las, o grupo levou em consideração somente o fator temperatura, fator este realmente presente na segunda parte do experimento. Contudo, outras variáveis fizeram-se presentes e podiam ser controladas, como por exemplo, a quantidade de solvente e chocolate adicionado, o tempo que o açúcar e o corante que revestem o chocolate, demoraram para solubilizar nos referidos solventes.

O grupo apresentou uma forte característica no tocante a generalizações, isto é, eles tinham uma forte convicção de que um aumento da temperatura sempre iria favorecer a solubilidade do material. Lembrando que somente na dissolução endotérmica o aumento da temperatura favorece a solubilidade, de modo a apresentar graficamente uma curva ascendente. Portanto, não se sabe se realmente o grupo tinha esse conhecimento acerca de dissoluções endotérmicas e exotérmicas, ou se eles acertaram devido as generalizações manifestas pelo grupo. Diante disso, denotamos gestos de modo e partição pelo grupo, em vista da utilização

da assertiva (inapropriada) e por meio da componente lógica (indevida) de que a água quente dissolveria mais rápido.

Ainda em relação a pergunta número dois, é preciso tomar cuidado com a utilização em demasia de generalizações. O grupo apresentou-se confuso ao responder **“Variação da temperatura. Água quente ajuda a dissolver mais rápido enquanto a ambiente e a gelada dissolvem em pouco tempo”**. A água a temperatura ambiente e gelada, nesse caso, dissolveram o açúcar em um maior tempo. A origem do equívoco conceitual manifestado pelo grupo pode ser oriunda da falta de atenção ao realizar a conversão da resposta verbal oral para a verbal escrita, uma vez que a primeira parte da resposta do grupo contradizia a segunda parte.

No que concerne a questão três, tem-se um fato no mínimo curioso e interessante a ser relatado. Ao se referir a como seria o comportamento gráfico no processo de dissolução do M&M, o primeiro gesto manifestado por E₁ foi desenhar no ar como seria a curva esperada, para que os demais colegas pudessem entender o seu pensamento. Com isso, tivemos a exteriorização do gesto de descrição figurativa (ação de representar o gráfico no ar). Esse episódio também desencadeou a manifestação de outros gestos como a citar: gesto de modelagem, uma vez que o estudante utilizou as mãos como um modelo para explicar o comportamento gráfico esperado e gesto de ação, pois suas mãos estavam engajados num padrão de ação que se relacionava com a ação referenciada. Contudo, quando o estudante complementou perante os modos verbal-oral e escrito o seu gesto de descrição figurativa, ele cometeu uma falha conceitual, ao proferir que o gráfico **“Começaria em uma reta e subiria”**. A afirmação de E₁, na tentativa de explicar algo por meio de uma função intensificadora, caracterizou um gesto de modo, ao mesmo tempo em que configurou também um gesto performativo, devido ao fato da ação discursiva assumida pelo estudante em explicar verbalmente o que aconteceria com o gráfico. Deveras, até um certo ponto, o comportamento assumido pelo gráfico é quase linear, e posteriormente, com o aumento da temperatura, o seu comportamento deixa de ser linear (curva em ascensão). O tipo de equívoco manifestado por E₁ relaciona-se ao não conhecimento de funções matemáticas, uma vez que referimo-nos a uma função de aspecto exponencial.

Uma questão pertinente e intrigante foi que o grupo não representou graficamente na folha experimental qual seria o comportamento esperado da dissolução do açúcar em água. Devido ao fato de E₁ ter manifestado primeiramente

uma representação mental (na qual ele omite as variáveis X e Y), a explicação mais plausível para isso talvez resida no fato de que E₁, além do medo de errar, utilizou a representação mental por ser a que causou uma maior familiaridade. A representação no papel exigia uma apropriação maior de conceitos do que E₁ foi capaz de se apropriar ao fazer a representação mental, pois no papel as coordenadas X e Y não poderiam ser omitidas. Ao invés de desenhar na questão três, o grupo somente escreveu como seria o comportamento gráfico esperado. Neste caso, os estudantes fizeram inadequadamente a conversão de uma representação para outra (representação gráfica mental para a representação verbal-escrita). Talvez, se a representação gráfica tivesse sido feita no papel, nesse caso, ambas as representações verbal-escrita e gráfica, se complementariam.

**Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional
Laboratório Didático I: Experimento B₁ – realizado pelo G₂**

P: Só um pouquinho da atenção de vocês. Como eu expliquei, vocês vão estar fazendo dois experimentos.

P: Nessa folhinha que eu distribui pra vocês, tem o experimento B₁ e B₂, tá?

P: E vocês tem que me entregar uma folha só. Eu entreguei duas, mas a outra vocês vão precisar pra semana que vem, vamos dizer assim.

P: E a outra, vocês vão me entregar, com o nome dos integrantes da equipe.

P: O experimento B₁, vai funcionar da mesma forma que a gente sempre vem realizando os experimentos. Vocês vão lá, vejam quais são os materiais. Vocês vão pegar os materiais, que geralmente estão lá na primeira bancada, e vão fazer os experimentos, cada grupo na sua bancada.

P: Tentem fazer com que todos interajam, para que não fiquem somente um ou outro fazendo.

P: Até para que vocês façam o experimento mais rapidinho, porque vocês têm que responder umas perguntas, então ...

P: Ó, no experimento B₁ gente, o que vocês vão precisar: água, gasolina, sal de cozinha, óleo, vinagre e pipeta.

P: Aí o que vocês vão fazer: vocês primeiro vão observar a tabela abaixo e prever o grau de solubilidade. Isso vocês podem fazer até agora, antes de pegar os materiais.

P: Água e óleo, sim ou não? Solúvel ou não... Água e vinagre, gasolina e vinagre, sal de cozinha e água.

P: Prevejam antes de fazer o experimento, fazendo favor.

P: Beleza? Preencheram?

P: Aí os materiais que vocês vão utilizar: água e a pipeta da água. Levem lá pra sua bancada, emprestem rapidinho. Aí depois o óleo.

P: Mas o óleo não vai dar pra pipetar né, mas daí vocês coloquem a mesma quantidade que vocês colocaram de água né, de óleo.

P: Aí aqui tem a gasolina. Tem uma pipeta aqui do lado da gasolina. Então, não troquem as pipetas. Eu sei que uma é pra gasolina e a outra é pra água.

P: Vinagre, tem uma pipeta para o vinagre. Então já fica mais fácil. E o sal de cozinha.

P: Aí vocês peguem o material, levem até a sua bancada e façam. Vocês estão vendo que é bem simples.

P: Adicione cada um dos 5 mL dos componentes no tubo de ensaio e depois adicionem o componente dois, naquele mesmo tubo. E aí vejam se vocês previram certinho né. O antes e o depois da previsão.

E₈: Professora. O vinagre eu também adiciono 5 mL?

E₈: Professora. A pipeta da água não está boa.

E₁₅: Professora, agora eu posso colocar do lado da tabela os resultados, certo?

P: Isso. Na outra página tem os desenhos das estruturas, daí vocês podem estar justificando olhando pra elas.

P: Então vocês fizeram a previsão. Agora, a previsão do grupo antes do experimento, são as mesmas após o experimento?

P: Sim ou não? Justifiquem olhando a própria estrutura dos materiais aqui, tá. E aí... As previsões do grupo estavam certas?

E₈: Sim.

P: E agora, dá pra justificar com base nas estruturas por que solubiliza ou não?

E₈: Ah, agora entendi.

E₁₅: As misturas que solubilizaram vão ser... Dissolvidas após...

P: O outro experimento vocês vão demorar um pouco mais pra fazer.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos dos Estudantes: A professora inicialmente realizou uma leitura geral do experimento B₁ para os grupos G₂ e G₃. Ela então esperou alguns minutos para que os grupos pudessem discutir e fazer as previsões no tocante a solubilidade dos materiais dispostos na tabela da ficha experimental. Enquanto isso, E₈ e E₁₃ se deslocaram até a bancada da frente à

procura dos materiais que seriam utilizados. O E₈ tomou frente do grupo e como primeira ação começou a anotar na tabela os resultados da previsão feita pelo grupo no que concernia a solubilidade dos materiais. O mesmo estudante também foi o primeiro a se mobilizar no processo de pipetagem.

Devido ao fato de ambos os grupos G₂ e G₃ estarem realizando a atividade experimental simultaneamente, o G₂ se adiantou e colocou uma quantidade razoável dos referidos materiais que seriam utilizados em um béquer para que posteriormente os materiais pudessem ser utilizados pelo G₃. Enquanto isso, E₁₀ começou a realizar as agitações dos sistemas sem que, para isso, a professora solicitasse ou lembrasse da realização desta ação.

O estudante E₈ nomeou os sistemas para evitar que o grupo se perdesse no decorrer de suas ações. Em concomitante, E₉ leu em voz alta para E₈ quais materiais deveriam ser transferidos para cada um dos sistemas. Até o momento, somente o estudante E₈ havia realizado o processo de pipetagem. No entanto, foi o E₁₀ quem efetivou, com o auxílio de uma espátula a adição de sal de cozinha a um dos sistemas.

Percebe-se um momento de confusão do E₈ referente a quantidade de vinagre (nome científico: ácido acético ou etanoico) a ser adicionada. No procedimento era especificado que fossem acrescentados 5 mL do componente I, e uma pequena quantidade do componente II. Como o vinagre constava como componente II na tabela, o mesmo deveria ser adicionado em uma quantidade inferior a 5 mL.

Apesar de ter colocado o vinagre em um béquer, para depois transferir o líquido para o sistema com a pipeta, E₈ não fez o mesmo procedimento para a gasolina e para a água. Os outros integrantes do grupo observaram atentamente se suas previsões foram condizentes com os resultados experimentais. E₁₅ anotou logo abaixo da tabela os resultados experimentais obtidos, a fim de compará-los com as previsões iniciais. Enquanto isso, E₈ ficou um bom tempo observando atentamente as estruturas dos materiais disponíveis ao final da ficha procedimental.

O E₁₂ colocou o nariz diretamente sobre cada um dos sistemas. O grupo como um todo manifestou dificuldade de relacionar os resultados experimentais com as estruturas dos materiais. E₈ consultou seu caderno, referente as aulas teóricas, com o intuito de melhor entender a relação das estruturas dos materiais com a solubilidade. O estudante ficou comparando as estruturas contidas na folha com

suas anotações no caderno. O grupo, de modo geral, se empenhou em responder as questões presentes no fim da ficha experimental.

Análise referente ao Episódio: O estudante E₈ se destacou no grupo, apresentando notórias características de liderança, desenvoltura no decorrer do experimento, destreza, cuidado e familiaridade com a técnica de pipetagem. Por consequência, podemos concluir que a postura e as gesticulações adotadas por ele, como por exemplo, iniciar o processo de pipetagem e anotar as previsões do grupo na tabela, foram essenciais para o desenrolar dessa atividade investigativa.

Uma primeira informação que chamou atenção no procedimento foi que deveriam ser adicionados 5 mL dos componentes I em cada um dos sistemas, e uma pequena quantidade do componente II. O único material sólido presente na atividade, o sal de cozinha (NaCl), pertencia ao componente I. Essa informação gerou desentendimentos no grupo. Alguns integrantes do grupo até cogitaram a hipótese (manifestação do gesto de modo) de adicionar 5 mL de água (componente II) e um pouco de sal. No entanto, nenhum estudante levantou a fundo a questão de como deveriam proceder para fazer a adição de 5 mL de um sólido.

Os estudantes, de modo geral, sentiram-se receosos com o fato do procedimento não deixar explícito quantidades a serem adicionadas. Tal fato é condizente com a ideia de que a maioria dos estudantes preferem trabalhar com roteiros que já apresentam todas as informações explícitas. Isso acaba nos fazendo pensar, enquanto educadores, na ruptura desse padrão. Os procedimentos devem sim mostrar o que deve ser feito, contudo, ao omitir uma ou outra informação, retiramos o estudante da sua zona de conforto, sendo este o exato momento em que as dúvidas pairam sob suas mentes.

O ácido acético ou etanoico, mais comumente conhecido como vinagre, tem em sua estrutura uma parte hidrofóbica (apolar) e outra hidrofílica (polar). Contudo, ao trabalharmos com a solubilidade de compostos orgânicos, é importante considerar o tamanho das cadeias carbônicas. Assim sendo, o vinagre apresenta uma cadeia carbônica pequena, o que facilita sua solubilidade. Este material é solúvel em água em quaisquer proporções, porque, de modo semelhante ao álcool, este possui uma extremidade polar (OH) que tem afinidade com as moléculas de água. Já o óleo de cozinha apresenta uma solubilidade bem pequena em água. Dentre os motivos, podemos citar a polaridade das moléculas de água em contraste com as moléculas

do óleo, que é apolar. Um segundo motivo, é o fato das moléculas de água estarem fortemente ligadas por interações de hidrogênio, e as moléculas de óleo estarem ligadas por interações do tipo dipolo induzido. Quando ambos os materiais estão em contato, o tipo de interação estabelecida entre as moléculas água-água e óleo-óleo são mais energeticamente favorecidas que as interações água-óleo. Assim sendo, não ocorre a solubilização dos componentes em questão.

Gasolina e vinagre possuem semelhanças estruturais, mas não são solúveis. Isso se explica porque o vinagre, como já foi dito, é uma substância que apresenta em sua estrutura parte polar e apolar. Já a gasolina é uma molécula apolar. O vinagre apresenta uma cadeia carbônica curta, enquanto a da gasolina é extensa, o que acaba por dificultar a sua solubilidade. Portanto, ambos os materiais são insolúveis. Resumidamente, água e óleo, gasolina e vinagre, não se solubilizarão, independentemente da quantidade adicionada. Já a água e o vinagre serão solúveis em quaisquer proporções.

A informação contida no procedimento dizia que era para adicionar 5 mL do componente I e uma pequena quantidade do componente II. O grupo não prestou atenção ao fato de que o sal de cozinha (componente I) é um sólido e a medida padrão que deveria ser adicionada era em mL, isto é, unidade de medida usual para líquidos. Todavia, mesmo que a indagação referente ao sistema de medidas a ser utilizado não foi manifestada conscientemente, a informação gerou muitas dúvidas dentro do grupo. A resolução deste impasse consiste no argumento de que a densidade do sal é $2,16 \text{ g/cm}^3$ e assim, utilizando a fórmula da densidade $d = m/v$, encontramos a massa de sal que deveria ser adicionada ao sistema, ou seja, 10,8g de sal, o equivalente a 5 mL de NaCl. Por fim, o grupo resolveu acrescentar uma quantidade a “olho”, isto é, sem o estabelecimento de um padrão para o sal. Neste momento, ocorreu a manifestação de uma gesticulação incorreta por parte do G₂.

Conceitualmente falando, ao analisarmos a solubilidade de compostos orgânicos em água ou entre si, três aspectos devem ser considerados, sendo eles a polaridade, o tamanho da cadeia carbônica e as forças de interação intermolecular. Devido ao pouco tempo destinado ao debate e as previsões dos resultados, foi possível inferir que estas previsões, estiveram pautadas muito mais em aspectos do conhecimento cotidiano dos estudantes, do que em aspectos científicos, como por exemplo, a estrutura dos materiais ou o fator quantidade a ser adicionada.

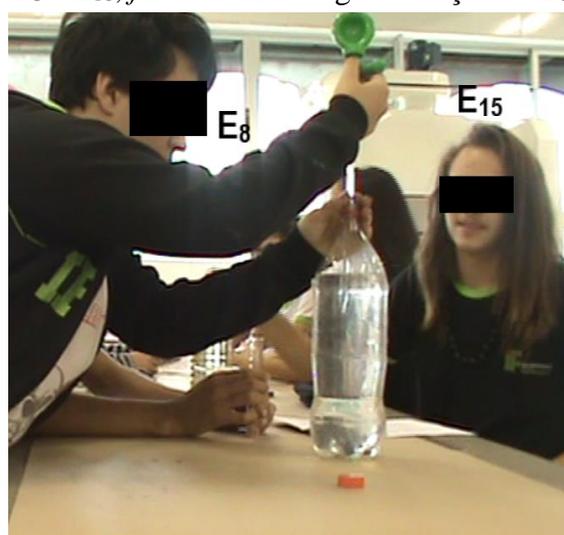
A gesticulação manifestada pelo E₈ em ir enumerando os sistemas, corrobora o fato do estudante apresentar características de liderança, habilidade e agilidade no ambiente empírico. A leitura geral da atividade pela professora foi suficiente para que o estudante pudesse observar e procurar os materiais que seriam utilizados, mostrando assim, que ele compreendeu o procedimento como um todo.

Apesar de ter realizado uma gesticulação correta no tocante a colocar o vinagre em um béquer para que posteriormente fosse realizada a transferência do líquido com a pipeta para o sistema, E₈ não manifestou o mesmo cuidado ao fazer as adições da gasolina e da água. A falha do estudante residiu no fato de que, fazer adições diretamente do frasco reacional, pode ocasionar a contaminação do restante dos reagentes e a possíveis interferências nos resultados.

Em relação ao estudante E₁₂, pode-se dizer que este não poderia ter colocado o nariz sobre os sistemas. Esta é uma regra básica de segurança em laboratório e que pode ter sérias consequências, dependendo do material com o qual se está trabalhando. Como já foi comentado em situações anteriores, a atitude correta a se fazer é trazer, com o auxílio das mãos (movimentos ondulatórios), o cheiro para próximo do nariz, isto é, o contato com o sistema deve ser indireto.

De modo geral, o G₂ mostrou ter dificuldade em estabelecer relações entre os resultados experimentais obtidos com as estruturas dos materiais disponíveis na folha. A previsão feita pelo grupo mostrou ser mecânica, isto é, pouco estruturada no tocante ao conteúdo abordado. Apesar de quase todas as previsões mostrarem-se corretas, os resultados assemelham-se mais a impressões de cunho não científico. O grupo apresentou-se confuso quando em contato com as estruturas dos materiais, o que comprovou a carência de entendimento do fenômeno submicroscópico que explica a solubilidade. O grupo, apesar de mostrar-se empenhado em responder as questões, demorou a chegar a um acordo sobre o que realmente estava acontecendo. Dessa forma, tivemos a manifestação do gesto de modo, visto que foram utilizadas várias “possíveis explicações” pelo grupo, antes a se chegar a uma resposta conclusiva do que ocorria nos sistemas. O fenômeno da solubilidade é passível de ser visto macroscopicamente, porém, para que haja um entendimento no tocante a essa questão, os aspectos submicroscópicos como o tipo de ligação que formam essas moléculas, por exemplo, tornam-se imprescindíveis. Na Figura 12 que segue, são apresentados dois *frames* referentes a manifestação de gesticulações pelos estudantes E₈ e E₁₀.

Figura 12 – *Frame* à esquerda: gesticulação de E₈ e E₁₀, *frame* à direita: gesticulação de E₈.



Fonte: A própria autora.

Na Figura 13 a seguir, são disponibilizadas as respostas verbal-escrita do grupo G₂, no que concerne a seção “Questões a serem pensadas”, referente ao experimento B₁. A partir das respostas do G₂, a pesquisadora realizou a leitura da mesma.

Figura 13 – Respostas do G₂ para o experimento B₁ .

Experimento B1

Materiais: água; gasolina; sal de cozinha; óleo; vinagre e pipeta.
Procedimento: Primeiro observe a tabela abaixo e preveja o grau de solubilidade.

Componente I	Componente II	Solúvel (Sim ou Não?)
Água	Óleo	não
Água	Vinagre	sim
Gasolina	Vinagre	não
Sal de cozinha	Água	sim

Preveja o grau de solubilidade dos materiais mencionados na tabela acima.

Água e Óleo = não
 Água e Vinagre = sim
 Gasolina e Vinagre = não
 Sal de cozinha e Água = sim

Agora, colocar 5mL de cada um dos componentes (I) nos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos componentes (II). Agite um pouco cada um dos tubos de ensaio.

As previsões do grupo antes da realização do experimento são condizentes com os resultados após a realização do experimento? Justifique, com base nas estruturas dos materiais, suas conclusões.

Sim, as previsões estavam corretas. As misturas que solubilizaram com sucesso foi devido aos polos em suas estruturas.

Questões a serem pensadas:

- 1) Sempre é possível prever a solubilidade de dois materiais? Por quê?
 Não sem a estrutura dos componentes envolvidos.
- 2) Por que alguns materiais são solúveis e outros não?
 Porque nem todos os materiais possuem polos.
- 3) Para o grupo, qual a explicação para a necessidade de se fazer o experimento?
 Para, no dia a dia, executar tarefas normalmente com os componentes certos e com mais eficiência.

Fonte: Estudantes do Grupo G₂.

Análise das Respostas do G₂ Referente ao experimento B₁: As previsões realizadas pelo grupo mostraram-se corretas para os sistemas água + óleo, água + vinagre, gasolina + vinagre e incorreta para o sistema sal de cozinha + água. No sistema contendo sal de cozinha + água, é interessante perceber que o sal era o componente I e a água, o componente II. Logo, deveria ser adicionado mais sal do que água ao sistema. O equívoco conceitual manifestado na previsão do grupo foi condizente com a ideia de que ambos os materiais, muito conhecidos e presentes no cotidiano destes estudantes, serem solúveis. Água e o sal de cozinha não possuem semelhança em suas estruturas, porém, existe um limite para a quantidade de soluto que se dissolve em determinado solvente. Com isso, temos o conceito de coeficiente de solubilidade envolvido. Portanto, no caso em questão, sal de cozinha e água, constitui-se em uma solução saturada com corpo de fundo. A explicação para o fato da água e sal de cozinha serem solúveis é a solvatação. Este fenômeno ocorre

quando um composto iônico, no caso o cloreto de sódio se dissolve em uma substância polar, no caso a água, sem formar uma nova substância.

As explicações do grupo, de modo geral, foram limitadas conceitualmente. Os estudantes somente levaram em consideração a polaridade das moléculas, e com isso, a generalização da ideia de que “semelhante dissolve semelhante”. Nota-se que eles não conseguiram fundamentar suas explicações com base nas estruturas dos materiais, como disponibilizadas ao final da ficha procedimental. Em relação a primeira questão, que indagava se era sempre possível realizar uma previsão acerca da solubilidade dos materiais, o grupo corretamente respondeu que não. Na maioria dos casos, não é trivial prever a solubilidade dos materiais, sendo assim, é necessário que tenhamos outras informações, como a citar, a estrutura dos materiais envolvidos.

No que tange a segunda questão, a resposta não reside apenas na questão da polaridade, como mencionada pelo grupo. Quando tratamos de substâncias orgânicas, como é o caso da gasolina, do vinagre e do óleo, além da polaridade, outros dois fatores, como o tamanho da cadeia carbônica e as forças de atração intermoleculares, devem ser considerados. Já na terceira questão, a necessidade descrita pelo grupo em se fazer o experimento, mostrou-se adequada, porém, não se pode contemplar somente isso. Uma das necessidades de se fazer o experimento está atrelada ao fato de que, água e sal de cozinha, mesmo não apresentando semelhanças estruturais, são solúveis até certo ponto, enquanto que o ácido acético e gasolina, que já apresentam semelhanças estruturais, são insolúveis.

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional Laboratório Didático I: Experimento B₂ – realizado pelo G₃

P: Entupiu?

E₁₆: Eu acho que sim.

P: Vocês estão entendendo o experimento?

P: Ele está simulando um ralo de pia.

E₂₀: Ah, entendi. Isso vai ser usado para desentupir.

E₂₀: Tá começando a pingar já.

E₁₆: Desse experimento não tem muito o que falar, na verdade.

E₁₆: A margarina tá suja.

E₂₂: Parece que está separando.

E₁₈: Qual a função da margarina, em termos científicos, nesse experimento?

E₁₇: O problema é, em termos científicos.

E₁₇: Obstruir a saída, alguma coisa desse tipo.

E₁₈: Obstruir a saída de água da parte de cima da garrafa.

E₁₇: Parte superior da garrafa.

E₂₂: É entupir.

E₁₈: Ó, eu coloquei assim: A função da margarina no experimento é obstruir a saída da parte superior da garrafa, a qual simula um ralo de pia.

E₁₈: Explique o que acontece com a margarina quando em contato com hidróxido de sódio.

E₂₀: Parece tipo maionese.

E₁₉: Ficou tão lisinha a margarina.

E₁₈: Eu coloquei: O hidróxido de sódio ao ficar em contato com a margarina...

E₁₈: Explique cientificamente o fenômeno.

E₁₈: A margarina simula a sujeira que tem no ralo e a água e o hidróxido de sódio, simulam um desentupidor.

P: Tem alguma observação que vocês anotaram e que acharam importante?

E₁₈: Não. Foi tudo bem óbvio.

E₁₈: A importância da parte prática é isso... Mostrar se é solúvel...

E₁₇: Eu acho que acaba sendo mais eficiente a parte prática que a teórica.

E₂₀: Então semana que vem a gente realiza um experimento e o outro grupo o outro. É isso?

P: É isso.

E₁₇: A explicação é que na prática a aprendizagem é mais eficiente de acordo com os alunos. Ajuda a somar.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos dos Estudantes: Após realizada a leitura geral do experimento pela professora, E₂₀ foi quem recortou a garrafa pet e encobriu o gargalo da garrafa com a margarina, de forma a montar o sistema. Enquanto isso o E₁₆ adicionou um pouco de água em um béquer, para que o E₁₉ preparasse a solução de água + hidróxido de sódio (NaOH). O E₁₉ adicionou então duas colheres cheias de hidróxido de sódio em 50 mL de água, agitou a solução formada, e em seguida, depositou a solução lentamente sobre o sistema. Enquanto

isso, os outros estudantes observavam atentamente o que iria acontecer. O gotejamento da solução se deu de forma lenta e constante.

O estudante E₁₇ gesticulou muito com as mãos enquanto falava e E₁₈ gesticulava com as mãos enquanto lia em voz alta para os demais colegas, o que ele escreveu sobre a função da margarina no experimento. Para entender melhor o sistema, o E₁₇ se aproximou e começou a girar o sistema, de modo a observar mais atentamente o que acontecia. Quase no fim da atividade experimental, o grupo notou que a vazão do sistema aos poucos, começou a aumentar. E₁₇ foi quem fez as anotações das respostas entregues à professora no final da aula. O único estudante a não manifestar nenhuma gesticulação durante a atividade experimental foi o E₂₁, contudo, ele permaneceu atento durante toda a atividade.

Análise referente ao Episódio: Após a fala da professora de que o experimento estaria simulando um ralo de pia, o E₂₀ mostrou ter entendido que a solução de hidróxido de sódio e água iria ser responsável por desobstruir a pia. A gesticulação realizada por E₁₉ e E₂₀ em depositar vagarosamente a solução sobre o sistema foi adequada, pois, além de evitar acidentes e o derramamento da solução sobre a bancada, foi possível observar com maior atenção o que iria acontecer. Devido ao fato do hidróxido de sódio utilizado no experimento ser o comercial (de menor concentração), a reação demorou mais a ocorrer.

Quando o E₁₆ comentou “**A margarina tá suja**”, na verdade, ele estava de forma inconsciente observando a reação química acontecer. O hidróxido de sódio em contato com a gordura começou a “abrir caminhos” por entre a margarina (quebra da gordura), o que nos dava indícios da formação de um novo produto. Como já comentado antes, o produto final desta reação era um sal que dissolvia tanto na água quanto na gordura, devido a sua estrutura ser parte hidrofílica e parte hidrofóbica. A fala de E₁₉ de que “**Ficou tão lisinha a margarina**”, também mostra e evidencia que inconscientemente ele estava observando a reação química ocorrer.

O estudante E₁₇ denotou gestos de ação e modelagem ao utilizar as mãos juntamente com a fala, indicando como se a margarina estivesse impedindo a passagem de alguma coisa, de modo a formar uma barreira. Os gestos advindos de E₁₈, enquanto comentava aos demais colegas que a margarina simulava a sujeira presente no ralo, e que a água e o hidróxido de sódio seriam a solução desentupidora, nos deu sinais de compreensão do fenômeno cotidiano por parte do estudante, e com

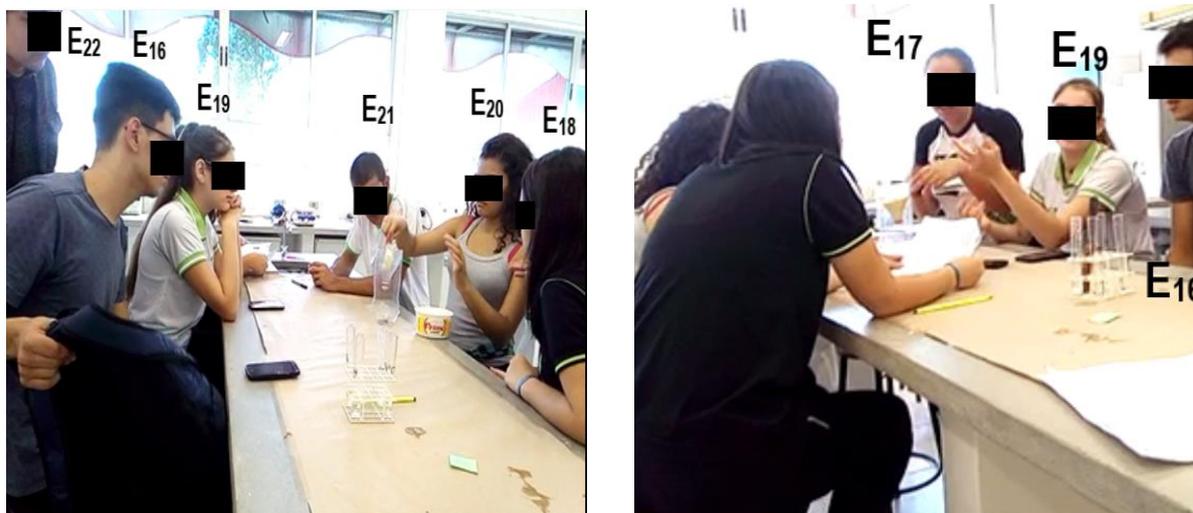
isso, tivemos também a manifestação de gestos de ação, uma vez que este estudante durante sua fala realizava ações no sentido de concordar e dar ênfase ao seu discurso.

Por fim, a professora questionou o grupo sobre as observações e anotações importantes realizadas, e o E₁₈ mencionou que as observações foram óbvias. No tocante as respostas do grupo, como veremos a seguir, foi notório de que ninguém de fato afirmou que no sistema estava ocorrendo uma reação química.

O conteúdo referente a formação de reações químicas, é em geral trabalhado no primeiro ano do Ensino Médio. Assim, a fala de E₁₈ de que as observações foram óbvias, mostrou-se contraditória, pois, as respostas dos estudantes somente se fundamentaram em aspectos macroscópicos. Mesmo a ficha procedimental trazendo a estrutura da molécula insolúvel (antes da reação) e solúvel (após a reação), os estudantes não conseguiram fazer a relação do observado experimentalmente, com as imagens disponibilizadas.

Na mente do estudante a resposta parecia ser indiscutível, contudo, quando estes colocaram as respostas no papel, foi notório a dificuldade do grupo em relatar o que estava sucedendo-se, isto é, houveram falhas ao re-representar o mesmo conceito de forma mental, oral, escrita e gestual. A Figura 14 mostrada na sequência ilustra exemplos de gesticulação e gesto de ação e modelagem por estudantes do G₃.

Figura 14 – *Frame* à esquerda: gesticulação de E₂₀, *frame* à direita: gestos de ação e modelagem por E₁₇.



Fonte: A própria autora.

Na Figura 15 a seguir, são disponibilizadas as respostas verbal-escrita do grupo G₃, no que concerne a seção “Questões a serem pensadas”, referente ao experimento B₂. A partir das respostas do G₂, a pesquisadora realizou a leitura da mesma.

Figura 15 – Respostas do G₃ para o experimento B₂.

Experimento B2

Materiais: Garrafa de refrigerante pet; tesoura; margarina; pastilhas de hidróxido de sódio; béquer; colher e água.

Procedimento:

- Corte a parte superior da ^{inferior} garrafa PET (logo acima do rótulo da embalagem). Inverter a parte superior da garrafa e encaixar na parte ~~superior~~.
- Colocar uma quantidade considerável de margarina no gargalo da garrafa, para que fique totalmente preenchida;
- Acrescentar água e observar se está vazando. Caso haja vazamento, acrescentar mais margarina até a total interrupção do vazamento, de modo que a água fique acumulada;
- No béquer, acrescentar água e em seguida, acrescentar algumas colheres do hidróxido de sódio.
- Despejar a solução na garrafa junto com a água e aguardar alguns minutos. Observar o fenômeno ocorrido e fazer suas anotações.

Questões a serem pensadas:

1) Qual a função da margarina nesse experimento, em termos científicos. Explique?
 A função da margarina é obstruir a saída da parte superior da garrafa, o que simula um vaso vaso.

2) Explique o que acontece com a margarina ao entrar em contato com o hidróxido de sódio?
 O hidróxido de sódio reage com a margarina, e fica mais espessa.

3) O que aconteceu com a “simulação da pia de cozinha”? Explique cientificamente o fenômeno ocorrido.
 A margarina simula a sujeira espessa em um vaso entupido, o que é representado pela parte superior da garrafa. O hidróxido de sódio reage com a água, simulando um detergente líquido, o que faz com que a margarina se dissolva, e assim a solução pode ser despejada.

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \end{array}$$

Figura 1: Estrutura da substância insolúvel

$$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{16}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$$

Figura 2: Estrutura da substância solúvel

Fonte: Estudantes do Grupo G₃.

Análise das Respostas do G₃ Referente ao experimento B₂: No que diz respeito a primeira questão, o grupo respondeu de forma breve e correta, contudo, eles esqueceram de mencionar que a margarina simbolizava qualquer tipo

de gordura ou detritos insolúveis em água e que fossem, descartados indevidamente pelo ralo da pia. Percebe-se que a resposta, mesmo correta, foi limitada de termos científicos.

No que concerne a segunda questão, a resposta foi parcialmente correta. O G₃ não mencionou o fato de que ocorreu uma reação química quando a margarina entrou em contato com o hidróxido de sódio. Ao explicar de uma maneira simples, quando a margarina (material insolúvel) entra em contato com o hidróxido de sódio, ocorre uma reação química que transforma esse material insolúvel em um material (sal) solúvel. O material (sal) formado tem parte polar e parte apolar. Com isso, a parte polar do sal interage com a água e a apolar, acaba interagindo com a gordura. Assim, o produto (sal) oriundo da reação, é solúvel em ambas as substâncias (sal e água), e a pia acaba por desentupir. Como os estudantes ainda não haviam estudado os grupos orgânicos com maiores detalhamentos, não era esperado que eles soubessem o nome do produto formado e tampouco, a que função orgânica este pertencia. O que nos era desejável, porém não apresentado pelo grupo, era a ocorrência de uma reação química que transformou uma substância insolúvel em água em uma substância solúvel.

Em relação à última questão, o G₃ apresentou uma resposta um pouco mais elaborada. No entanto, a resposta estava mais relacionada ao conhecimento cotidiano dos estudantes do que referente ao conteúdo científico trabalhado. Em relação a sentença **“O que não ocorre literalmente, já que o mesmo só abre alguns espaços em meio a margarina”**, tivemos a manifestação de uma ideia incorreta, pois, como o experimento trabalhou com o hidróxido de sódio comercial (que apresenta mais impurezas) e assim, uma menor concentração da referida base, o experimento se processou mais lentamente até a total desobstrução do ralo de pia. Após a descrição verbal-escrita das respostas, os estudantes E₁₇ e E₁₈ gesticularam com as mãos em sentido afirmativo a tudo o que foi escrito.

Ao fazer um panorama geral, G₃ apresentou muitas impressões incoerentes e que não satisfaziam a conceituação científica. Como bem se sabe, a aprendizagem com significado não abrange somente os conceitos aceitos na perspectiva da comunidade científica, mas para estes estudantes, suas explicações foram perfeitamente condizentes e convincentes com o que acreditam ser correto, com base em sua estrutura cognitiva. Em alguns momentos, também foi possível notar

que os estudantes pareceram não se esforçar em estabelecer relações entre os aspectos trabalhados na sala com as práticas laboratoriais.

Ao findar as discussões referentes à última questão, podemos dizer que o hidróxido de sódio responsável por liberar a passagem da gordura (representada pela margarina) e de líquidos, de modo geral, pela pia. Ao partilhar da ideia de que a química a ser ensinada no Ensino Médio deve proporcionar ao estudante condições de explicar os fenômenos ao seu redor, pontua-se então que os conteúdos químicos devem ser contextualizados. Portanto, esta foi a finalidade primeira da atividade, ou seja, inserir o conteúdo solubilidade e como ela pode resolver um problema corriqueiro, como no caso em questão, o desentupimento de um ralo de pia.

3.3 INTERAÇÕES VERBAIS, DESCRIÇÃO E ANÁLISES DO MOMENTO INSTRUCIONAL LABORATÓRIO DIDÁTICO II

3.3.1 As Interações Verbais, Descrição e Análise do E₁ Referente ao Experimento A₁

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional Laboratório Didático II: Experimento A₁

P: Gente, a ideia é explicar. E quando eles estiverem explicando ali na frente, gostaria que todo mundo virasse pra frente e prestasse atenção.

P: Se, no final do processo ficar alguma dúvida, vocês podem ir perguntando para quem está explicando. Se por um acaso quem estiver explicando não conseguir, eu tento intervir e ajudar na explicação.

P: O ideal seria vocês explicarem, porque foram vocês que montaram o experimento. Mas, essa é a ideia.

E₁: Bom, a nossa experiência vai testar a solubilidade de alguns materiais. A gente tem aqui o talco, o isopor, a gasolina, o sal de cozinha, o açúcar, o sulfato de cobre, álcool, areia, iodo.

E₁: Daí, primeiro a gente tem que colocar 5 mL de água em cada tubo e depois, 5 mL de álcool... Não... de acetona em outros nove tubos.

E₁: Então, a gente enumerou os tubos de um a nove, para que possamos identificar os materiais que a gente vai colocar. Então a gente vai colocar primeiro o talco, no tubo um. No número dois, a gente vai colocar sal de cozinha. No três, a gente vai

colocar o açúcar. No quatro, a gente vai colocar o sulfato de cobre. Ele é muito bonito, porque ele tem uma coloração azul.

E₁: No cinco, a gente vai colocar o álcool. No seis, a gente vai colocar o iodo. O iodo é bem diferente, tem umas pedrinhas bem escuras, parecendo “chumbo”.

E₁: No sete, a gente vai colocar o pedaço de isopor. No oito, a gente vai colocar a gasolina. No nove, a gente vai colocar a areia, que é o último “ingrediente”.

E₁: E o nosso experimento é basicamente isso. Daí depois, a gente tem que analisar cada um dos tubos, como ele ficou, e falar qual dissolveu e qual não dissolveu.

E₁: Primeiro eu vou mostrar os da água. No tubo 1 eu tinha talco. Ele não dissolveu tão bem. Mas se eu tivesse colocado em menor quantidade, ele teria se dissolvido melhor. No tubo um com a acetona, ele dissolveu.

E₈: Tapa o dedo e “chacoalha”. Você pode fazer isso porque é talco, se fosse ácido, aí o negócio complica.

E₁: Se eu “chacoalho”, mistura bem, mas depois ele desce, ficando no fim do tubo.

E₁: O segundo é o sal de cozinha. Na água ele dissolveu bem, porém restou um pouco ao fundo. Se eu tivesse colocado em menor quantidade, ele iria se dissolver melhor.

E₈: Se continuar mexendo, será que não dissolve?

E₁: Se eu colocar mais água, dissolve.

E₁: No três, que é o açúcar, ele dissolveu bem na água e na acetona não se dissolveu.

E₁: O quatro, que é o sulfato de cobre, na água ele não dissolveu. Dá pra ver que ele dissolve, porque a água fica com um aspecto mais azul, mas, sobra no fundo. Não sei se eu colocasse em menor quantidade ele iria dissolver.

E₈: Hum? Mas ele dissolve na água.

E₈: Professora. Daquela vez, no experimento do primeiro ano, dissolveu. Por que na água normal não dissolve?

P: E aí, E₁?

E₁: Eu não sei porque.

P: A pergunta do E₈ foi mais ou menos assim: Será que não dissolve ou ele dissolveria, ou você que colocou, como você disse... Uma quantidade a mais. Qual seria a sua explicação?

E₁: Eu acho que tanto na água quanto na acetona eles dissolvem bem. Só que eu coloquei demais, por isso não dissolveu.

E₁: No cinco, é o ... É o álcool. Tanto na acetona quanto no álcool ele se dissolveu bem, misturou bem.

E₁: No seis, é o iodo. E na água ele não dissolve tão bem. Tipo, ele dissolve um pouco a cor, não sei porque... Mas ele não dissolve. Continua a ter umas pedrinhas no fundo. Na acetona ele dissolve muito bem. Até parece sangue.

E₁₀: Até parece aquele remédio que limpa machucado.

E₁: É! No sete, a gente colocou o isopor. Na água ele não dissolve. Dá pra ver o pedaço inteiro dele aqui ainda.

E₁₀: O que é isso?

E₁: Isopor.

E₁: Na acetona ele dissolve, ele “derrete”. Isso é muito legal.

E₁: No tubo oito, temos a gasolina. Na água ela não dissolve. Temos a formação de duas, ou três fases. A água, uma fase mais branca e o óleo. Na acetona a gasolina dissolve.

E₁: No nove, a gente tem a areia. Não dissolve na água e nem na acetona. No máximo a areia “dissolve a sujeira mesmo”.

P: Então, quem foi o soluto e o solvente desse experimento que vocês fizeram? Tente explicar.

E₁: O solvente é o que eu uso para dissolver. No caso, é a água e a acetona que a gente usou para colocar os outros materiais, para ver qual seria o tipo de “reação”. Tipo, a gente colocou a água pra dissolver e a acetona pra dissolver também. Aí seria isso.

P: E quais materiais se dissolvem melhor em água e por que vocês acham que se dissolvem melhor em água?

E₁: Eu acho que o açúcar e o sal foram os que melhores dissolveram. O álcool também. O álcool é mais líquido. Ele tem uma “densidade” e, tem a mesma característica que a água. Então por isso, eles tipo... Dissolvem bem.

E₁: E o açúcar e o sal, porque o nível, a densidade deles é mais fácil, mais fácil para dissolver, por causa das características deles.

P: Você acha que é a densidade E₁? Só a densidade influencia nesse processo? É um dos fatores que influencia na solubilidade? Teria mais algum fator que poderia estar influenciando para que um solubilize e o outro não?

E₁: Não sei também. Eu acho assim.

P: E quem solubilizou melhor o isopor?

E₁: A acetona. Com certeza.

P: E o sulfato de cobre?

E₁: Acho que a água.

P: Tem alguma explicação a acetona ter sido melhor para o isopor e a água para o sulfato de cobre?

E₁: Eu acho que porque a acetona é mais ácida, e ela consegue tipo derreter o isopor, talvez. E eu não sei o porquê... Para o sulfato de cobre, ter derretido, ops... “dissolvido” melhor na água.

P: E você tá falando sempre que cada material, alguns você acha que você colocou a mais, outros que você colocou a menos. Mas se você tivesse colocado uma quantidade maior em todos os tubos, o que você acha que poderia acontecer?

E₁: Eu acho que alguns não dissolveriam. Tipo esse aqui, eu coloquei acho que um pouco a mais. Se eu tivesse colocado mais ainda, não teria dissolvido. O talco não teria dissolvido também.

E₁: Tipo, água e talco chega até a misturar bem. Mas depois ele tipo, desce e fica tudo no final. Eu acho que se eu tivesse colocado mais, não dissolveria.

P: Mas e daí, como você saberia quanto seria o ideal de colocar, já que você falou: “Ah, eu coloquei muito, agora eu coloquei pouco”. Como você saberia o que seria esse pouco ou esse muito?

E₁: Não tem uma medida certinha. Por exemplo, em alguns momentos eu coloquei tudo que tinha aqui. Em outros, eu coloquei só a pontinha.

E₁: Tipo, do iodo e do sulfato de cobre, eu coloquei bastante, tipo... Eu sabia que era meio que um exagero.

P: Então se você colocasse em menor quantidade, todos iriam solubilizar ou não?

E₁: Não. Mas eu acho que, eles iriam solubilizar melhor, porque não teria tanta dificuldade para dissolver.

P: E qual fator então pode estar influenciando nesse processo?

E₁: A quantidade.

P: E se eu utilizasse em todos os experimentos em vez de água a temperatura ambiente né, que foi o que vocês utilizaram, se eu utilizasse água quente?

E₁: Daí ajudaria a dissolver melhor.

P: Por?

E₁: Por causa que a temperatura iria ser mais alta. Porque... porque... Ah é difícil responder..., mas a água quente ajuda a dissolver melhor. Tipo, açúcar e sal em água quente, claro que vai “dissolver” melhor.

P: Mas por quê?

E₁: Eu não sei porque.

P: Em comparação com água fria e água quente, a água quente dissolve melhor, mas por que dissolve melhor na água quente?

E₁: Não sei.

P: Alguém quer trazer alguma sugestão, alguma colocação do experimento? Alguma pergunta?

E₉: As partículas elas ficam mais separadas, fica mais fácil quando a temperatura é maior.

E₁: As partículas, no caso os “materiais” ficariam melhor, tipo...

P: Foi isso que você quis dizer?

E₉: É.

P: Alguém acha que tem outro fator que influencia nisso?

P: Perguntas para o grupo referentes ao primeiro experimento?

P: Vamos ver, conforme ele foi fazendo, ele foi executando e tentando explicar.

P: Ficou alguma dúvida, algo que vocês não entenderam ou que eles não conseguiram explicar?

E₈: O experimento que você fez, tem alguma coisa a ver com a polaridade?

E₁: Eu não sei. Acho que deve ter. Eu não lembro do conceito.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos do Estudante: A primeira ação realizada por E₁ foi a de buscar os materiais, dispondo-os sobre a bancada da frente, local este onde seria realizado o experimento. Em seguida, a professora distribuiu alguns roteiros experimentais para os demais estudantes, para que eles tivessem conhecimento da atividade que o colega realizaria ali na frente. De modo a não perder tempo, o estudante E₂ foi enumerando cada um dos tubos de ensaio (sistemas), pois o experimento era um pouco extenso. Assim sendo, E₂ guiou suas ações no sentido de auxiliar o E₁ durante a montagem dos referidos sistemas. O estudante E₁ resolveu fazer suas ações juntamente com o discurso verbal-oral. Logo de início, o estudante havia esquecido o nome químico do sal, o sulfato de cobre. Rapidamente ele segurou o procedimento em mãos, a fim de lembrar o nome do referido sal. E₁ teve o cuidado de deixar todos os materiais virados de frente para os demais colegas presentes no laboratório. Enquanto ele apresentava os materiais que seriam utilizados, apontava em direção a cada um deles.

Houve uma ligeira confusão na fala do estudante, em relação aos

solventes utilizados. Ele se referiu a água e ao álcool como solvente. Contudo, rapidamente ele retificou sua fala, dizendo que os solventes foram a água e a acetona. E₁ começou a pipetar a água e a acetona, de modo a transferir o volume de 5 mL para os devidos tubos de ensaio. Enquanto E₁ realizava as transferências de volume, seus colegas observavam atentamente. Até este ponto da experimentação, E₁ não mencionou a quantidade adicionada dos outros materiais. A única coisa que E₁ comentou até aqui foi o que seria adicionado a cada um dos sistemas. E₁ procurou duas pipetas limpas para fazer a adição do álcool e da gasolina.

E₂ e E₃ seguraram os sistemas ao alto, para que o restante da turma pudesse melhor visualizar os resultados. Por fim, E₁ lembrou de realizar as agitações após montados todos os sistemas. Lembrando que a ação de agitar os sistemas foi constantemente lembrada pela professora, quando a mesma atividade experimental foi realizada pelo G₁, na semana anterior. O estudante tampou com o dedo o “bocal” do sistema, de modo a realizar bruscos movimentos para cima e para baixo ao agitá-los.

Ao apresentar aos colegas o que estava sendo adicionado no sistema cinco, E₁ mostrava relativa dúvida ao que foi acrescentado. Para ter certeza do que foi adicionado ao sistema, o estudante colocou o nariz sobre o mesmo, afirmando depois, ser o álcool.

Durante a adição do isopor aos sistemas contendo água e acetona, os estudantes E₂ e E₃, em um breve momento de distração, acabaram esbarrando nos demais sistemas, derrubando-os sobre a bancada. Os três estudantes ficaram desconcertados por alguns minutos, devido à falta de atenção e comprometimento para com a atividade. A reação dos demais estudantes foi primeiramente de estranheza. Em seguida, muitos despontaram gargalhadas por alguns segundos. Depois de alguns instantes, o estudante retomou suas gesticulações, finalizando assim a atividade.

Análise referente ao Episódio: Apesar de somente as ações do estudante E₁ estarem sendo analisadas, os colegas E₂ e E₃ o auxiliaram, devido a atividade ser extensa. A gesticulação manifestada pelo estudante (E₁) ao dispor todos os materiais na bancada de forma ordenada, com os rótulos virados para os demais colegas, enquanto realizava o gesto dêitico direcionado a cada um dos sistemas de forma articulada com a sua fala, nos mostrou uma maior familiaridade com a atividade

realizada. Com isso, E₁ conseguiu identificar corretamente todos os materiais que seriam utilizados, posto que foi a segunda vez que ele realizou este experimento, o que era esperado. E₁ apresentou uma maior desenvoltura ao manipular a pipeta, externalizando assim um maior domínio e entendimento acerca do instrumento de trabalho. No momento em que E₁ realizou as adições dos solutos a cada um dos sistemas formados, este não aparentou dar qualquer importância ao fato de quanto de soluto iria ser adicionado. O estudante, até então, não havia mencionado para os demais colegas as quantidades adicionadas a cada um dos sistemas. Sua ação mostrou-se inadequada, posto que os outros estudantes ali presentes não tinham conhecimento da atividade proposta. Com isso, foi notabilizado que E₁ agiu por muitas vezes, mecanicamente, sem se preocupar com o ambiente ao seu entorno.

E₁ manipulou corretamente a pipeta para a transferência de cada um dos líquidos. Contudo, uma inconstância manifestou-se em suas gesticulações, isto é, apesar de ter todo um cuidado em utilizar pipetas diferentes para diferentes líquidos, E₁ executou todas as transferências diretamente do frasco reacional. Sua gesticulação se mostrou antagônica, pois, ao imergir a pipeta diretamente no frasco reacional, existia o risco de contaminação do restante da solução. O estudante, durante suas falas, ao utilizar palavras como **“Ingrediente”** e **“Derrete”**, sempre fazia um movimento de aspas no ar e para a câmera. Uma possível explicação para isso, retomando a própria funcionalidade das aspas em um texto, que é destacar determinada parte da fala ou da escrita. Ambas as terminologias utilizadas por E₁ mostraram-se incorretas, do ponto de vista científico do conteúdo trabalhado.

Sempre ao falar, E₁ utilizava bastante as mãos, no sentido de conferir intensidade do seu discurso e suas ações. Assim sendo, o estudante no decorrer da manifestação de seu gesto, conseguiu enfatizar o fenômeno da dissolução. Este tipo de gesto é denominado gestos de ação. O estudante manifestou também, no decorrer da atividade, vários gestos dêiticos. Em certo momento da atividade, E₁ realizou a agitação de modo incorreto, sendo devidamente advertido por um de seus colegas de que sua ação poderia ter ocasionado um acidente. As explicações do estudante para os fatos observados mostram-se desorganizados e pouco relevantes do ponto de vista científico, o que nos deu indicativos de que ele não conseguiu se apropriar adequadamente do conteúdo proposto. Como já mencionado anteriormente, muitas das falas do estudante nos dava indícios de que o momento instrucional sala de aula e laboratório didático afiguraram não serem relacionáveis.

O estudante também não estabeleceu relações com o fato de que a água e gasolina, areia e água, acetona e areia, acetona e sulfato de cobre, não formavam sistemas solúveis em nenhuma proporção, portanto, elas não poderiam ser consideradas soluções verdadeiras. Equivocadamente, E₁ reconheceu que talco e água, sulfato de cobre e acetona se misturavam e que a acetona e talco não se misturavam. Cientificamente falando, o que acontece é o oposto. Em um primeiro momento, o talco parece se solubilizar na água, sob agitação. Todavia, quando em repouso, a mistura começa visivelmente a formar duas fases, o que caracteriza um sistema heterogêneo. O talco é um material com características hidrofóbicas, portanto insolúvel em água. O sulfato de cobre é insolúvel no solvente acetona, com isso, forma com ele um sistema heterogêneo.

Em determinado momento, E₈ questionou E₁ de que se ele continuasse agitando o sistema contendo água + sal de cozinha, iria realmente dissolver. Rapidamente, E₁ procedeu ações no sentido de agitar com maior intensidade o sistema. Contudo, o resultado se manteve, isto é, não solubilizou completamente. Por fim, E₁ comentou que o referido sistema apresentava sal em excesso ao fundo, e que ele acabou não se atentando a quantidade adicionada. Percebe-se que, inicialmente, houve um impasse entre seus dizeres verbais e as gesticulações denotadas pelo estudante até o momento. Todavia, ao mostrar verbalmente que a quantidade era sim um fator importante e que influi na solubilidade dos materiais, o estudante manifestou compreensão no tocante ao assunto. Após uma reflexão de sua ação, E₁ conseguiu entender qual a origem da falha cometida por ele. Mesmo tentando explicar aos colegas suas ações errôneas no tocante a formação de corpo de fundo do sistema sulfato de cobre + água e água + sal, em nenhum momento E₁ correlacionou os fatos ao conceito de coeficiente de solubilidade, isto é, a existência de um limite (quantidade máxima) de soluto que pode se dissolver em uma dada quantidade de solvente.

Alguns momentos de descuido e falta de destreza por parte de E₁, causaram situações de tensão, como por exemplo, a quebra de algumas vidrarias e o derrubar de alguns sistemas que estavam na bancada. A ação indevida denotada pela falta de atenção no ambiente laboratorial poderia ter proporcionado um acidente mais sério. Um outro equívoco manifestado por E₁ diz respeito ao uso indevido da palavra “**Reação**”, palavra esta utilizada entre aspas pelo estudante durante sua fala. O fenômeno da solubilidade não está associado a formação de reações, na maioria das

situações, ou seja, nessa atividade não houveram evidências ou mudanças químicas, mas sim físicas, devido ao fato de não serem formados nem produzidos novas substâncias ou materiais.

Ao utilizar incorretamente o termo “**Derretido**” em uma de suas explicações, E₁ rapidamente corrigiu o termo pela palavra “**Dissolução**”. O mecanismo de autocorreção utilizado por E₁ evidenciou que o estudante conseguiu entender que as palavras não eram sinônimas. Apesar disso, ao tentar explicar o que aconteceu com o isopor quando em contato com a acetona, o estudante manifestou uma visão de senso comum, ao dizer que o ácido tem a função de derreter. Contudo, o caso vai mais além, pois o estudante, por meio do gesto de modo, acaba se apropriando indevidamente da ideia (afirmação) de que a acetona é ácida, sendo por este motivo que ela “**Derrete**” o isopor. A acetona é um solvente orgânico, pertencente ao grupo das cetonas, e apresenta pH quase neutro. Por esse motivo, os dizeres do referido estudante de que a acetona era ácida e embasado em ideias de senso comum de que as espécies ácidas corroem ou derretem outros materiais, mostrou-se infundada e completamente equivocada.

Ao ser indagado pela professora acerca do fator quantidade, o E₁, na tentativa de poder explicar seu posicionamento para a professora, segurou em mãos os sistemas contendo água + sulfato de cobre e água + talco, realizando um gesto dêitico em direção aos referidos sistemas. Em todos os momentos que E₁ tentava exemplificar algum sistema, ele o conduzia em mãos, no intuito de mostrá-los aos demais colegas. A manifestação do gesto dêitico foi uma característica muito evidente no E₁. Ainda se tratando da indagação proferida pela professora no tocante a quantidade, o estudante acertou ao comentar que caso fossem adicionadas quantidades menores de referido material, isso nem sempre facilitaria o processo de dissolução, isto é, ele mostrou entender que tanto a natureza do soluto/solvente quanto o coeficiente de solubilidade, eram importantes para prever a quantidade máxima a ser adicionada. Dessa maneira, E₁ mostrou compreensão de que a quantidade era um fator que influi na solubilidade, entretanto, suas gesticulações estavam na contramão de seu pensamento, ou seja, em nenhum momento durante o realizar de suas ações experimentais, o estudante se ateve a estabelecer uma medida padrão para todos os sistemas.

A maior parte das respostas do estudante E₁ se iniciavam pela seguinte sentença: “**Eu acho...**”. Pode-se inferir a partir daí que o estudante não

denotou convicção e segurança em suas respostas, isto é, o estudante embasou-se em impressões não científicas e “achismos” exacerbados. E₁ passou a ideia de que algumas de suas gesticulações foram impulsivas, sem ao menos tentar relacionar o assunto com conhecimentos anteriores. O estudante ainda apresentou uma forte tendência a generalizações, pois ainda sustentava o discurso de que o aumento da temperatura sempre propendia a facilitar o processo de dissolução. Na Figura 16, apresentada na sequência, expomos a manifestação do gesto de ação e gesto dêitico pelo estudante E₁.

Figura 16 – *Frame* à esquerda: gesto de ação por E₁, *frame* à direita: gesto dêitico por E₁.



Fonte: A própria autora.

3.3.2 As Interações Verbais, Descrição e Análise do E₁ Referente ao Experimento A₂

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional Laboratório Didático II: Experimento A₂

E₁: Nesse experimento aqui, a gente vai ver quase a mesma coisa. Tipo, o “derretimento” do M&M.

E₁: Aqui a gente tem a água quente... Não... A água a temperatura ambiente o óleo e o álcool.

E₁: Primeiro a gente coloca os M&M's ao mesmo tempo.

E₁: 1, 2, 3 ... E aí a gente espera pra ver qual vai dissolver melhor.

P: Vocês estão conseguindo ver o M&M?

P: Não esqueçam de agitar um pouquinho.

E1: Então, aqui a gente já consegue ver claramente que a água conseguiu “dissolver” a crosta do M&M.

E1: Se você olhar bem, vai ficar só uma coloração cinza. Porque tipo, tem o corante em volta e tipo assim, mais uma camada cinza, o chocolate dentro. E o “corante” dissolve mais rápido, melhor.

E1: No outro ... No óleo e no álcool eles não dissolvem. Eles continuam iguais.

E1: E fica assim, porque na aula passada, a gente terminou o experimento e continuou tudo do mesmo jeito, não mudou. Só na água mesmo que muda.

E1: Vocês conseguem ver que tem chocolate ali dentro? Até a camada cinza já “derreteu” mais. Só restou mesmo o chocolate.

P: Perguntas do experimento? Dessa primeira parte?

E14: Por que com a água ele dissolve mais fácil?

E1: Por causa que a água... Porque é solvente universal.

P: Mas nem tudo a água solubilizou, no experimento anterior deles. Então qual seria uma explicação?

P: Você falou que sai uma camadinha né?

E1: Sim.

P; E o que você acha que tem nessa camadinha, que pode estar se misturando com a água e se solubilizando com a água?

E1: O açúcar. Tem o corante e o açúcar. O açúcar ajuda a dissolver melhor.

P: Agora vamos passar para a segunda parte do experimento.

E1: A segunda parte do experimento é parecida só que, ao invés da água, do óleo e do álcool, é a água.

P: A água está a uma temperatura boa. O termômetro está marcando 50°C.

E1: Agora eu vou acrescentar esses três M&M's em cada um dos recipientes, simultaneamente.

E1: 1, 2, 3 ... Aqui, temos o frasco em temperatura ambiente, no segundo, água quente e no terceiro, água gelada.

P: Não esquece de agitar um pouco.

E1: A gente consegue perceber que na água quente, o M&M ficou todo dissolvido. Só ficou a “crostinha cinza” em volta. Na água a temperatura ambiente, também dissolveu bem, porém, na água quente dissolveu muito mais rápido. Na água gelada demora bem mais. Se vocês observarem, não tem quase nada dissolvido. Tem bastante corante em cima do M&M ainda.

P: O que deve ser revestido esse M&M, esse confeito?

E₁: Ele é feito de açúcar e corante. Eles ajudam a derreter melhor.

P: O que vocês poderiam tentar explicar, já que você falou que é formado por açúcar e corante, em relação a água, óleo e álcool? Como você poderia explicar sobre essa dissolução? Já que vocês estão falando que é açúcar e corante.

E₁: Ele só dissolveu na água.

P: Tenta colocar uma explicação plausível para isso.

E₁: Pelo mesmo motivo da outra, do açúcar e das partículas que não conseguiram se separar no óleo e no álcool.

P: A gente viu na aula que tem fatores que influenciam nessa solubilidade. Quais devem ser os fatores que estão influenciando na solubilidade do experimento, seja no óleo ou nesses três da água?

E₁: A temperatura é o que afeta mais. E no outro caso, as partículas, a temperatura também... Mas acho que... Não sei se o óleo ou se o álcool tivesse quente poderia afetar também, mas eu acredito que afetaria. Mas, então... Eu acredito que seja só a temperatura mesmo.

P: E de acordo com o que vocês fizeram no experimento, como que seria, digamos, a curva de solubilidade? Como vocês fariam... Como seria a curva do M&M em água? Desenhe no quadro para os colegas.

E₁: De todos os sistemas, ou só pra ilustrar?

P: Como vocês acham que seria o comportamento da curva? E o eixo dos gráficos, desenha certinho.

E₁: No começo o M&M estaria tipo aqui... Seria o M&M (açúcar, totalmente sólido) e água... Ajuda a dissolver melhor. Na água quente seria mais rápido, a curva seria antes e na água gelada, a curva seria depois. E eu acho que tipo assim, que o gráfico seria assim por causa da temperatura mesmo.

P: Perguntas para o E₁, sobre o experimento do M&M?

P: Vocês estão de acordo com o gráfico dele?

Demais estudantes: Sim.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos do Estudante: E₁ devolveu os materiais referentes ao experimento A₁ que não seriam mais utilizados e começou a preparar a sua bancada para a realização do experimento A₂. Os estudantes E₂ e E₃ auxiliaram E₁ na montagem do aparato experimental. E₁ estipulou

adicionar 75 mL de água nos béqueres. O estudante lembrou de colocar a mesma quantidade de água, óleo e álcool nos três béqueres. De forma a não perder tempo, E₁ já colocou a água sob aquecimento, utilizando o sistema foguero + tela de amianto + tripé. Lembrando que a água sob aquecimento, dizia respeito a segunda parte do experimento.

O estudante fez o ajuste da quantidade de líquido que deveria ser acrescentado a cada um dos sistemas, à altura dos olhos. Contudo, ao fazer a transferência dos líquidos para o béquer, E₁ não utilizou a pipeta. O estudante apenas apanhou o frasco onde se localizavam os líquidos, fazendo a transferência direta para o béquer. Em seguida, ele colocou todos os sistemas em cima de folhas sulfites em branco, e as enumerou, porém, em momento algum ele explicou o que significavam as folhas em branco, e muito menos teve sua ação questionada pelos colegas. No começo do experimento notou-se que E₁ entrou em contradição, pois organizou e preparou todo o aparato experimental corretamente no início e posteriormente, confundiu a primeira parte do experimento com a segunda parte. Rapidamente E₁, ao perceber que algo estava errado, realizou uma brusca ação, ao encostar o nariz no béquer para poder ter certeza do que estava contido no recipiente. E₁ pediu a ajuda de E₂ e E₃ para que eles adicionassem os M&M's ao mesmo tempo em cada um dos sistemas.

Ao retirar a água sob aquecimento do fogo, E₁ utilizou uma pinça de madeira. Entretanto, a pinça escorregou de suas mãos e o béquer com a água quente, caiu sobre toda a bancada. Os três estudantes (E₁, E₂ e E₃) rapidamente, limpam a bancada e remontaram o aparato experimental. De forma a auxiliar E₁, a professora o ajudou a colocar novamente o sistema sob aquecimento. A professora então imergiu um termômetro digital dentro do sistema em aquecimento, de modo a verificar se a água atingiu uma temperatura elevada.

Em um segundo momento de descuido, E₃ esbarrou em um dos béqueres que estavam sobre a bancada, ocasionando a quebra da vidraria. Na segunda parte do experimento, E₁ ao se referir ao sistema contendo água em distintas temperaturas, com o auxílio de E₂ e E₃, levantou os sistemas para o alto, de modo que os outros estudantes pudessem observar o fenômeno da dissolução do açúcar.

Análise do Episódio: Devido ao fato do estudante já ter realizado a atividade, ele mostrou maior agilidade, desenvoltura na montagem do aparato

experimental, na organização e disponibilização dos materiais sobre a bancada e no adiantar do procedimento, como por exemplo, ao preparar o sistema para aquecer a água, ação esta necessária somente na segunda parte do procedimento. Mediante essa série de gesticulações apresentadas por E₁, acreditamos, num primeiro momento, que a explicação mais condizente para suas ações relaciona-se a correta interpretação dos dizeres da ficha procedimental.

Mesmo não utilizando uma pipeta para fazer a transferência do líquido para o béquer, o estudante ajustou mais ou menos o volume, colocando o béquer sobre a bancada, de modo a realizar o ajuste de menisco a altura dos olhos, minimizando a propagação de eventuais erros. Conquanto, não se pode afirmar com certeza se a correta gesticulação manifestada por E₁ foi consciente ou não. O estudante denotou também em certo momento da experimentação, confusão com a cronologia procedimental. A isto pode estar relacionado o fato do estudante ter se antecipado ao processo de aquecimento da água, ainda no desenvolver da primeira parte da atividade.

Durante certo momento da atividade, o estudante levou o béquer ao nariz, em um brusco movimento, com o intuito de identificar o que havia naquele sistema. A gesticulação manifestada por E₁ foi incorreta, pois dependendo do conteúdo do béquer, poderia ocasionar a irritação dos olhos ou nariz do estudante. O mais correto a se fazer, quando não se tem certeza do que está contido em referido sistema ou frasco, seria utilizar as mãos para sentir o odor da substância (realização de movimentos ondulatórios com as mãos, a fim de trazer o cheiro mais próximo ao nariz). Foi possível verificar mais uma vez que o estudante não utilizou em suas explicações palavras referentes ao conteúdo, como por exemplo, soluto, solvente, mistura homogênea, dentre outras. A questão do porquê era importante agitar, adicionar M&M's da mesma cor e ao mesmo tempo aos sistemas, não foram explicadas por E₁ ou questionadas por nenhum dos colegas que estavam presentes do laboratório.

O estudante mostrou-se mais uma vez desatento, e sua falta de destreza provocou a queda de um béquer com água quente sobre a bancada. Sua ação poderia ter provocado uma séria queimadura. Mesmo com o termômetro na bancada, E₁ não manifestou interesse ou curiosidade em saber quais as temperaturas da água nos três sistemas, o que seria uma ação esperada, posto que, o fator a ser trabalhado na segunda parte da atividade era a temperatura. No que concerne ao

revestimento do chocolate, E₁ respondeu corretamente que ele era feito de açúcar e corante. Em muitos momentos de sua fala, ele fez uso constante dos gestos dêitico e de ação, enquanto realizava movimentos circulares com a mão (fazendo alusão ao revestimento externo do confeito) de forma articulada com o verbal. Todavia, no decorrer de sua fala, o estudante utilizou indevidamente o termo “**Derreter**” para se referir ao fato de que o açúcar presente no confeito, quando em contato com a água, sofria o processo de dissolução.

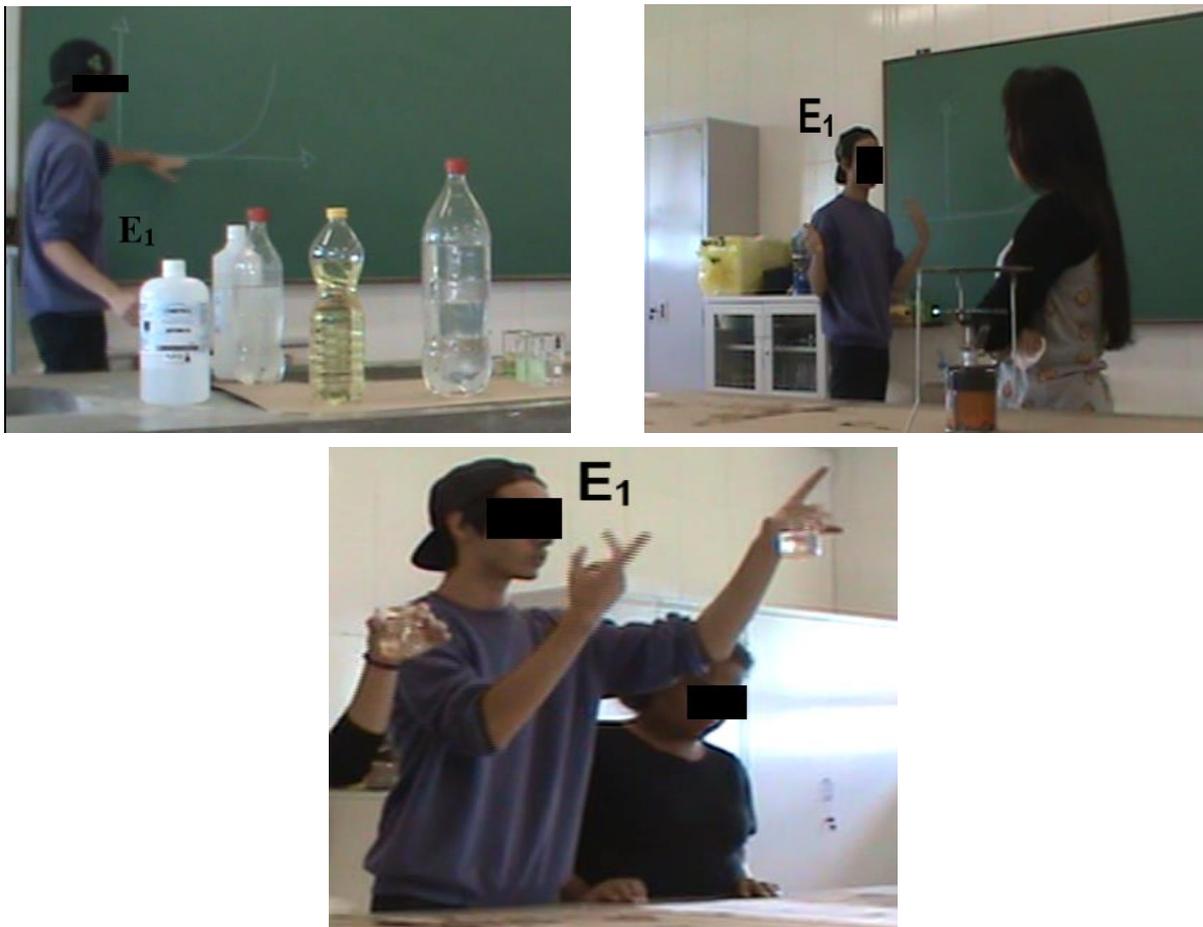
Em muitos momentos, durante suas falas, o estudante, ao se referir a algum dos sistemas em particular, sempre fazia uso do gesto dêitico. Durante a primeira parte do experimento, ele agitou um pouco mais todos os três sistemas, na tentativa de mostrar aos demais colegas que o processo de solubilização ocorria rapidamente e com o passar do tempo, ele não mais se alterava. Ficou bem evidente que o estudante não conseguiu explicar cientificamente quase nenhuma de suas ações e tampouco, as questões presentes ao final da ficha procedimental. As explicações de E₁ apresentaram-se muito resumidas e quase sem fundamentação científica. Ao ser questionado por E₁₄ do porquê o chocolate solubilizou melhor em água, E₁ mais uma vez, recorreu a uma ideia de senso comum, generalizando assim a ideia de que a água é sempre considerado o “solvente universal”. A explicação do estudante mostrou-se incorreta, posto que cientificamente falando, a intensidade das ligações que formam a molécula de água e a molécula de açúcar, são as responsáveis pela solubilização do confeito.

O estudante se referiu ao fato do açúcar não se dissolver no álcool e óleo como “**As partículas do açúcar que não conseguiram se separar no óleo e no álcool**”. A fala do estudante mostrou-se correta, pois, juntamente com sua fala, ele utilizou um gesto de ação e modelagem com as mãos, no intuito de desvelar aos colegas que as moléculas do açúcar se quebravam, o que nos leva ao pressuposto de que ele, conscientemente ou não, entendeu de que o processo de dissolução consistia no rompimento entre as moléculas do açúcar. Porém, a frase proferida por ele mostrou-se confusa e o estudante não conseguiu ir adiante com sua explicação. O fato científico por detrás envolvido, é a solvatação, que consiste no rompimento das ligações do soluto (açúcar) e a posterior interação deste com o solvente.

Na tentativa de argumentar como se daria a dissolução do açúcar em água, E₁ fez uma sequência de gesticulações com as mãos (afastando-as e aproximando-as). Por fim, quando a professora solicitou que E₁ mostrasse o

comportamento gráfico referente a dissolução do açúcar em água, mediante a representação gráfica (gesto de ação) no quadro e com a utilização do gesto dêitico, ele acertou como seria a curva de solubilidade esperada. Contudo, ele não apresentou as variáveis dos eixos X e Y, o que torna o gráfico incompleto em informações. Verbalmente, o estudante comentou que com o aumento da temperatura, a dissolução seria facilitada. Percebe-se que verbalmente o estudante não conseguiu manifestar seu pensamento corretamente, e isso deu margem a seguinte interpretação: o estudante teve dificuldade no tocante a parte matemática, isto é, em relacionar qual seria a variável dependente (eixo Y) e a independente (eixo X), e dessa forma, ele não obteve êxito ao fazer a conversão da representação gráfica para a verbal oral. Os *frames* referentes a manifestação dos gestos dêitico e de ação por E₁, são encontrados na Figura 17. E₁, apenas com o movimento das mãos, mostrou que com o aumento da temperatura, a dissolução foi facilitada, porém, verbalmente ele não conseguiu manifestar o seu pensamento corretamente, ao realizar o gesto dêitico em direção ao quadro.

Figura 17 – *Frame* à esquerda: gesto dêitico por E₁, *frame* à direita: gesto de ação por E₁, *frame* abaixo: gesto de ação por E₁.



Fonte: A própria autora.

3.3.3 As Interações Verbais, Descrição e Análise do E₈ Referente ao Experimento B₁

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional

Laboratório Didático II: Experimento B₁

E₈: Então, esse é o primeiro experimento da folhinha.

E₈: Esse primeiro experimento envolvia pegar esses materiais, e fazer quatro tipos de misturas nele.

E₈: As misturas são: água e óleo; água e vinagre; gasolina e vinagre; sal de cozinha e água.

P: Vocês que não fizeram esse experimento, conseguiram pegar?

Demais estudantes: Sim, conseguimos.

E₈: Em três dos tubos eu coloquei água. Agora eu vou colocar é... O que vai talvez, solubilizar.

E₈: Em um tubo que tem água eu vou colocar o óleo, no outro o vinagre e no outro, o sal.

E₈: E no último béquer... Quero dizer, tubo de ensaio... Eu vou colocar gasolina e vinagre.

E₈: Na primeira questão, tinha que prever qual era o grau de solubilidade deles, pra ver qual a gente achava que ia solubilizar e qual a gente achava que não iria.

E₈: A gente colocou que água e óleo não iria solubilizar; água e vinagre ia; gasolina e vinagre ia e sal de cozinha e água ia.

E₈: A gente acertou... A água e o óleo ficaram em duas fases... Eles não misturaram.

E₈: Água e o sal eles misturaram. Tipo, tem muito pouco sal tipo... Mas é só mexer que ele some.

E₈: Água e vinagre também eles não... Eles misturaram.

E₈: E a gasolina e o vinagre, eles ficaram em duas fases.

E₈: A primeira questão que tinha era, se era possível prever a solubilidade dos materiais.

E₈: A gente respondeu que não, porque... A gente não poderia saber porque... A gente não teria a estrutura dos componentes, então, sem olhar a gente não ia saber se eles iriam ou não se misturar.

E₈: A segunda questão: Por que alguns materiais se solubilizam e outros não?

E₈: A gente pegou a teoria da polaridade, porque os materiais polares, eles tendem a misturar com polares e os apolares, tendem a misturar com apolares.

E₈: Então... Aí atrás na folha, tem as moléculas deles e aqui... As três primeiras elas são polares, porque dá pra ver que elas são "diferentes" assim. Foi isso, meio que eu entendi.

E₈: E os apolares, as moléculas são iguais, estão vendo... E eu acho que é isso.

P: Alguma pergunta gente?

P: E₈, qual a necessidade de se fazer um experimento desses? Pra que a gente faria um experimento desse, assim no dia-a-dia ou sei lá em casa? Pra que serviria esse experimento?

E₈: Pra saber talvez como... Se a gente vai fazer uma receita, você não vai fazer uma receita só com água e óleo, você não vai saber que eles não vão ser homogêneos. Geralmente, o que a gente usa em casa é tudo homogêneo.

P: E qual seria a conclusão desse experimento que você fez com água e óleo, água e vinagre, gasolina e vinagre e sal de cozinha e água?

E₈: Que? Como assim?

P: Uma conclusão que você pode tirar desse experimento, dessas misturas aí que você fez?

E₈: Que elementos polares, a maioria deles não se misturam com apolares. Eles sempre vão tipo, polar com polar e apolar com apolar.

P: Você disse que a maioria, então temos alguns que podem ser que dissolvam, misturem? Que sejam solúveis, mesmo um sendo polar e o outro apolar?

E₈: Hidróxido de sódio e a gordura da margarina. Porque eles são apolar e o outro polar... Então, com a elevação da temperatura, eles se misturam.

P: Alguém tem mais alguma questão?

Descrição da Gesticulação e dos Gestos do Estudante: Os estudantes ajudaram na limpeza da bancada para a continuidade das atividades experimentais. A primeira ação realizada pelo E₈ foi cobrir a bancada com papel e em seguida, ele colocou os materiais que seriam utilizados em sua bancada. A segunda ação do estudante consistiu em identificar os sistemas, com o auxílio de uma caneta esferográfica e em seguida, colocou as pipetas que seriam utilizadas, devidamente ao lado dos seus respectivos reagentes líquidos. Com um gesto dêitico, o estudante apontou para cada um dos materiais, enquanto os anunciava verbalmente.

A professora se aproximou rapidamente do estudante, para ver se realmente não faltava nada sobre a bancada. O estudante iniciou o processo de pipetagem dos reagentes líquidos, porém, enquanto realizava sua ação, ele não mencionou as quantidades que seriam transferidas para os sistemas. Após a montagem de todos os sistemas, o estudante fez a agitação manual dos mesmos. No momento em que apresentava os resultados, E₈ levantava cada um dos sistemas ao alto, de forma a facilitar a visualização dos demais colegas.

Análise do Episódio: A gesticulação realizada por E₈ em cobrir a bancada com papel foi adequada, pois assim, além de manter a bancada mais organizada, o estudante evitou possíveis derramamentos de material sobre a bancada, como aconteceu com os experimentos realizados por E₁. Aqui o estudante obteve uma postura mais cuidadosa e científica com a atividade proposta. Sincrônico a isso, a postura adotada pelo estudante ao fazer a apresentação dos materiais

mediante a utilização de gestos dêiticos mostrou-se correta, pois, isso conferiu uma maior familiaridade e desenvoltura do estudante para com os materiais utilizados.

O mesmo equívoco manifestado quando realizado o experimento em grupo (G₂), foi realizado pelo estudante E₈. Em outras palavras, o estudante em sua previsão disse que sal de cozinha e água eram solúveis e mesmo assim, continuou a acrescentar mais água do que o cloreto de sódio ao sistema. Isto é, ele confundiu o componente I e o componente II, e as respectivas quantidades a serem adicionadas de cada um. Em concomitante com sua fala, o estudante usou bastante as mãos no sentido de afirmar e intensificar o que estava sendo dito. Com isso, tivemos a manifestação de gestos de ação por parte de E₈, uma vez que suas mãos estavam engajadas em um padrão de ação com a ação referenciada (acrescentar água e cloreto de sódio ao sistema).

Ainda em relação as perguntas, o estudante manteve a mesma fala do grupo, da semana anterior, de que não era possível prever a solubilidade sem saber a estrutura dos componentes. A resposta do estudante foi correta, porém, incompleta, como já foi comentado nas análises referentes ao grupo G₂.

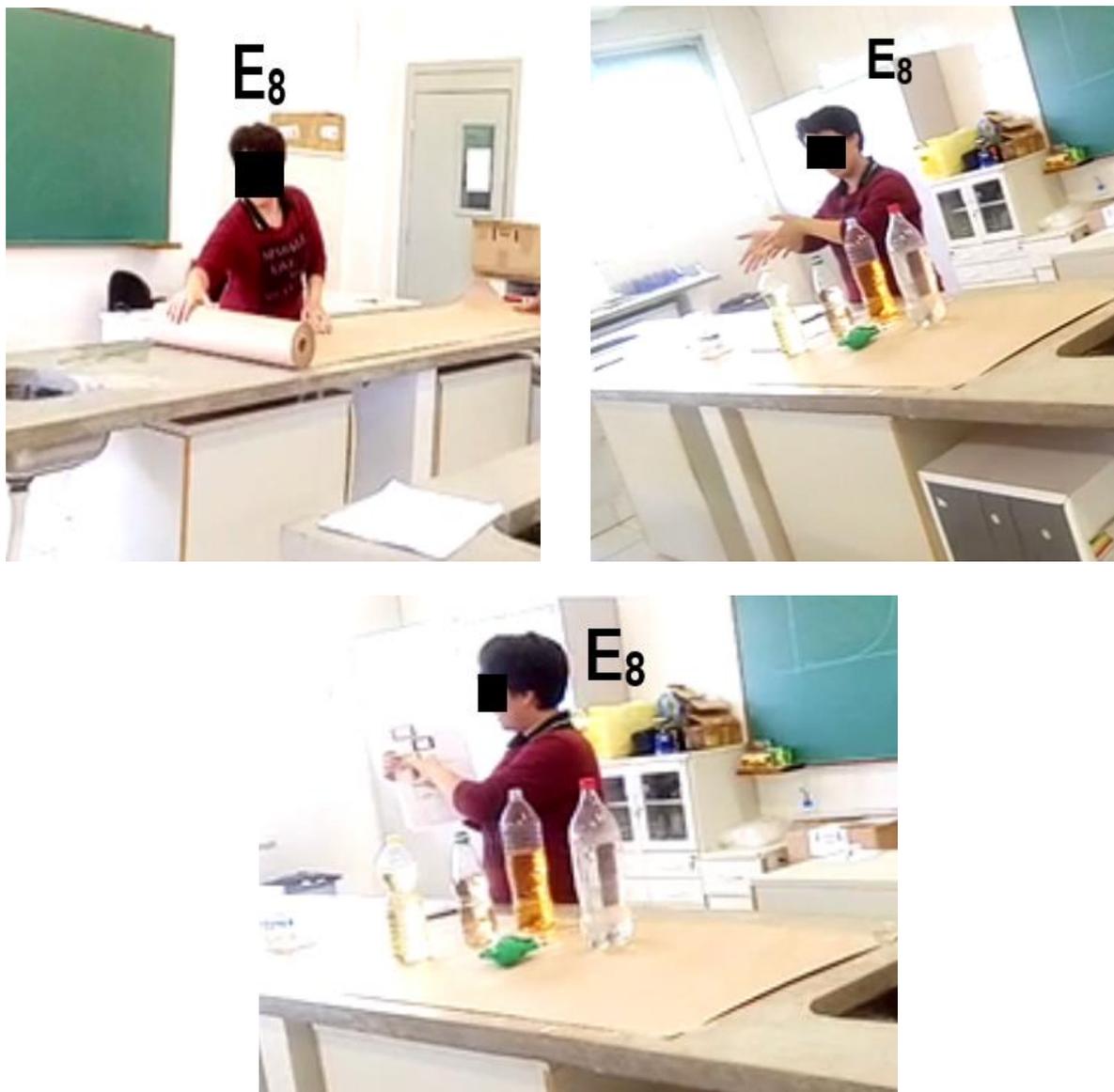
Ao se referir à questão da polaridade das moléculas, o estudante se dirigiu até a imagem das estruturas, disponível na folha e, por meio do gesto dêitico, apontou para as três primeiras. O estudante fez então um comparativo de que as estruturas da gasolina e do óleo apresentavam repetições, isto é, eram iguais, e por esse motivo, elas eram apolares. Já as moléculas de água, vinagre e cloreto de sódio, apresentavam polos positivos e negativos, e também átomos diferentes em sua constituição. A frase utilizada por E₈ para explicar a questão dois, era que na teoria da polaridade, os materiais polares tendiam a se misturar com polares e apolares com apolares. A inclusão do termo “**Tendem**” na fala do estudante, denotou um maior cuidado com a não generalização da frase “semelhante dissolve semelhante”.

Um outro fator ligado a polaridade da molécula e que não foi comentado pelo estudante, foi a questão da eletronegatividade, e o tipo de ligação que origina a substância. Nesse sentido, o estudante apresentou dificuldade em entender estes dois aspectos submicroscópicos. Um outro fato que pôde ser evidenciado, foi que o estudante pareceu não compreender que determinadas substâncias apresentavam caráter parcialmente polares ou apolares. É como se para ele as substâncias apresentassem características totalmente polares ou apolares.

Em relação ao questionamento da professora de qual a necessidade em se fazer o experimento, E₈ relacionou a pergunta com o exemplo cotidiano do preparo de receitas. O exemplo do estudante se fez pertinente e adequado, pois, quando preparamos receitas, é importante saber as quantidades a serem adicionadas. Nesse instante, E₈ utilizou as mãos para indicar a divisão entre dois grupos distintos, isto é, que existiam substâncias polares (movimento das mãos para um lado) e apolares (movimento das mãos para o outro lado). Com isso, tivemos a manifestação de um gesto performativo, posto que mostram a ação discursiva que o falante assumiu. Ele também afirmou que, geralmente, o que se utiliza em casa são soluções, isto é, misturas homogêneas. De modo a complementar o raciocínio de E₈, inúmeros são os exemplos cotidianos de misturas homogêneas, em que a quantidade tem influência direta sobre a solubilidade. Dentre os exemplos podemos citar a massa de um bolo, o perfume, um café com açúcar, o detergente e a farinha de trigo.

No que se refere ao último questionamento da professora de qual seria a conclusão tirada pelo estudante após o término do experimento, o mesmo concluiu que na maioria dos casos os materiais polares se misturavam com polares e os apolares com os apolares. Por fim, ele acabou proferindo em um de seus exemplos que o hidróxido de sódio e a gordura da margarina eram um polar e o outro apolar, respectivamente, sendo este um caso que foge à regra “semelhante dissolve semelhante”. Até o referido instante, a ideia do estudante mostrou-se adequada, contudo, ele cometeu um equívoco conceitual ao dizer que era a elevação da temperatura a responsável pela solubilidade entre os dois materiais. Deveras, nesse exemplo, outros fatores envolveram esse exemplo dado pelo estudante, como a formação de uma reação química e os tipos de ligações envolvidas, por exemplo. Deste modo, o último exemplo proferido por E₈ não seria o mais condizente para esta atividade experimental. Na Figura 18 que segue, trazemos um exemplo de gesticulação, gestos performativo e dêitico, denotados por E₈.

Figura 18 – *Frame* à esquerda: gesticulação de E₈, *frame* à direita: gesto performativo por E₈, *frame* abaixo: gesto dêitico por E₈.



Fonte: A própria autora.

3.3.4 As Interações Verbais, Descrição e Análise do E₁₆ Referente ao Experimento B₂

Episódio referente às interações verbais pertencentes ao momento instrucional Laboratório Didático II: Experimento B₂

P: Pessoal... Esse é o segundo experimento da folha que vai ser realizado... Quem vai ser o representante do grupo vai ser o E₁₆.

P: Então você vai explicar o material que você vai utilizar, como vocês está fazendo, explicando o experimento pra gente.

E₁₆: O nosso experimento é referente a ... É simular um ralo de pia entupido.

E₁₆: Pra isso a gente vai precisar da garrafa. A gente cortou ela, fazendo a simulação de um ralo, e coloca a margarina pra simular uma gordura que está entupindo enfim o ralo.

E₁₆: A função da margarina no experimento é obstruir a passagem do líquido, no caso. E pra, no caso a gente concluir o experimento, a gente vai precisar da soda cáustica, que vai ser... É uma substância polar, que inclusive vai acabar fazendo com que a gordura se torne mais fluída pra acabar desentupindo o ralo.

E₁₆: É... Então, o hidróxido de sódio vai... vou começar a fazer já o experimento... O hidróxido de sódio quando misturado com a água, acho que eu coloquei um pouco... A gente vai misturar o hidróxido de sódio na água, pra ficar uma mistura mesmo.

P: Você não quer tentar colocar um pouquinho de água antes, pra ver se não vai passar?

E₁₆: Sim.

P: Porque ele explicou que não passava, mas não mostrou... Coloca um pouquinho, só pra gente ver se realmente não passa.

E₁₆: A água fica na camada de cima da margarina, não deixando descer para a parte debaixo.

E₁₆: E agora eu misturei o hidróxido de sódio, a soda cáustica com a água e vou colocar ... Enfim na margarina.

E₁₆: No caso a soda cáustica, o E₈ tinha falado em relação de polar com polar e apolar com apolar. Esse aqui é um polar, no caso. É uma das exceções que ele tinha falado. Por ela ser corrosiva, ela acaba corroendo a gordura e, faz com que ela se torne mais "fluída".

E₁₆: Daqui a pouco começa a descer, é o que importa.

E₁₆: Na dois: Explique o que acontece com a margarina ao entrar em contato com o hidróxido de sódio.

E₁₆: O hidróxido de sódio abre canais na margarina, a fim de passar... A fim do hidróxido de sódio passar por elas.

E₁₆: A gente vê aqui na margarina da garrafa, que ela não tava... Como se fossem tipo uns buraquinhos. É por esses buraquinhos do lado que estão descendo o hidróxido de sódio.

E₁₆: Na aula passada foi tão rápido.

E₈: Vocês não colocaram muita margarina?

E₁₆: Não. Tá igualzinho... Semana passada a gente colocou até mais margarina do que isso.

E₁₆: Deve ser porque hoje eu estou fazendo sozinho.

E₁₆: Vai ficar forte.

E₈: Ei diabo verde. O diabo verde as vezes não ajuda né. Nem o diabo quer ajudar.

E₈: Eu tenho uma pergunta a fazer: Por que não pode colocar o dedo no hidróxido de sódio?

P: Por que será?

E₁₆: É pra eu responder isso? Ele tá indo tipo pra lá, porque ele já tá diminuindo em cima.

E₈: Dá pra ver daqui que tá diminuindo em cima. Semana passada ficou assim também?

E₁₆: Não. Na aula passada ele desceu muito rápido. Ele abriu os canais aqui já.

P: Você conseguiria explicar porque está acontecendo isso hoje e semana passada isso não aconteceu?

E₈: Será que foi a quantidade de margarina?

E₁₆: Não. A quantidade de margarina não interfere. Na aula passada tinha bem mais. Não sei se é porque eu coloquei mais da substância. E por causa de eu ter colocado um pouco de água antes, pode ter deixado a substância mais fraca, ou algo assim? Não?

E₁₆: É que semana passada a gente, a gente não colocou água. A gente colocou direto.

E₈: A gente colocou água, não foi?

E₁₆: Lembra que o de vocês... Porque a nossa desceu só a água. Ficou bem limpo aqui embaixo. O de vocês caiu tudo.

E₁₆: Ó... Ele tá abrindo caminhos... Olha aqui do lado. Mas até agora não desceu nada. Mas tá diminuindo aqui em cima. Eu coloquei...

E₁₆: Parece tipo... Que de cima para baixo não está descendo direito...

P: Vamos lá. Vamos tentar ajudar o E₁₆ aí na explicação gente.

P: Só tá solubilizando a parte de cima. Se vocês conseguirem vir até aqui, dá pra visualizar um pouco melhor né. Já tá ficando bem mais claro aqui em cima. Tentem ajudar o E₁₆ porque...

P: Tá vendo que tá ficando mais claro em cima?

E₁₆: Ele tá dissolvendo tipo a margarina em cima, mas ela não tá fazendo igual semana passada, que ela descia e corroía tipo... Fazer todos os canais.

E₁₆: Ela tá meio que tipo, limpando de forma que “uniforme”. Ele tá descendo tipo assim, e não abrindo os caminhos como ele tava fazendo na aula passada.

E₁₆: Mas de qualquer forma, o experimento seria para ele acabar corroendo a margarina e limpar os caminhos. Uma hora ou outra, isso vai acontecer.

P: É, a margarina tá da mesma forma que tava na semana passada?

E₁₆: Tá.

P: Mesma temperatura provavelmente?

E₁₇: Não. Ela tá um pouco derretida. Aquela semana ela não tava tão derretida. Talvez por isso que esteja descendo mais rápido... Tipo, descendo ao invés de abrir os caminhos.

E₁₇: Na aula passada ela tava tipo assim... Mais consistente.

E₁₆: É. E aqui ó... Daqui de cima, tipo... Posso tentar tirar com a espátula pra mostrar galera ou eu falo pra galera vir aqui?

E₁₆: Porque dá pra ver daqui de cima que tá subindo a margarina, tipo uns pedacinhos pequenos assim... Não sei se vocês conseguem ver daqui.

E₈: Dá pra ver porque tá mais transparente a margarina.

P: Isso. Como se ela tivesse dissolvendo. A parte de cima dissolveu né, já.

P: É. A explicação do fenômeno qual que é mesmo E₁₆?

E₁₆: A explicação do fenômeno é por conta do hidróxido de sódio, ser polar. Porém, ele é muito... Ele é corrosivo e, a margarina é pura gordura.

E₁₆: Vamos dizer assim... E a gordura não é polar. E por ele ser corrosivo, ele acaba deixando a gordura mais, como eu posso dizer ... mais... Fluída.

P: Tá. Então, o que E₈ falou do outro experimento, ela falou que polar dissolvia com polar e apolar dissolvia com apolar.

E₁₆: Sim. Com algumas exceções. E a exceção seria o hidróxido de sódio ser corrosivo demais.

P: A função da margarina você explicou mesmo... É?

E₁₆: A função da margarina é para obstruir o caminho, pra entupir o ralo.

P: Margarina é um tipo de óleo né, que você falou?

E₁₆: Um tipo de gordura.

P: E será que na minha casa, já que você falou que está simulando um ralo de pia né... A gente não entope com margarina, mas, com o que entope geralmente os canos?

E₁₆: Óleo da panela. O óleo que saí da panela.

P: Você lembra algum caso assim, é... Além dessa questão da polaridade que você está falando né, que foi um fator que influenciou pra que essa gordura comece a se solubilizar. Você tem um outro fator, que pode estar influenciando aí nessa solubilidade?

E₁₆: Eu acho que... A temperatura, talvez? Alguma coisa assim?

P: Temperatura. E aí, o que vocês acham? Ela tá influenciando?

E₈: O hidróxido de sódio ele começa a esquentar.

E₁₆: Sim. Começa a esquentar.

E₈: Ela faz uma reação exotérmica.

P: Explica novamente.

E₁₆: A temperatura não acaba influenciando por conta da soda mesmo... A reação é exotérmica... Tipo... Quando eu estava segurando isso aqui... Isso aqui estava quente.

P: Então, ela é uma reação exo?

E₁₆: Sim.

P: A reação exo, iria influenciar colocar água quente aí em cima?

E₁₆: Não.

P: Por quê?

E₁₆: Porque a reação exotérmica libera calor. Eu acho que é isso.

P: Então não vamos conseguir ver essa água descer.

E₁₆: Uma hora ela tem que descer. Ó, aqui dá pra ver bem, uma hora ou outra, ele vai descer por completo. Hoje está demorando.

E₁₆: Desceu. Amém.

E₈: Viu, era só dar uma mexida.

P: Você poderia... Já que é você que está explicando então E₁₆, tem duas estruturas lá na folha do experimento né. Você conseguiria me explicar qual a relação dessa substância com a parte solúvel e da parte insolúvel?

E₁₆: Como?

P: Você conseguiria me explicar o que seria ou quem seria essa substância insolúvel e o que seria essa figura 2, essa substância solúvel?

E₁₆: A estrutura insolúvel seria a margarina e a solúvel seria a água misturada com o hidróxido de sódio.

P: Alguém tem alguma pergunta pra ele? Todo mundo entendeu tudo? Certeza absoluta?

E₁₇: Agora tá caindo ó.

E₁₆: Tipo, na primeira aula, aconteceu isso que tá acontecendo aqui ó, limpou bem o caminho. Eu acho que agora é que o experimento está certo. Da vez passada não.

P: Olha lá. Ele chegou a conclusão de que agora está certo e da vez passada não.

E₁₆: Porque agora ele está dissolvendo por partes. Ele tá dissolvendo tipo inteiro.

P: E da outra vez, foi direto.

E₁₇: Ficou parecendo aqueles queijos furadinhos, semana passada.

E₁₆: Tipo, na vez passada ele desceu muito rápido. O hidróxido de sódio, ia ficar tudo aqui, e não iria dissolver.

P: Isso mesmo.

Descrição da Gesticulação e dos Gestos do Estudante: A primeira ação do E₁₆ foi colocar sobre a bancada os materiais que seriam utilizados. O estudante montou o sistema e preparou a solução de hidróxido de sódio e água. Até aqui, E₁₆ realizava suas gesticulações, sem contar aos colegas o que estava sendo feito. Após a montagem do aparato experimental, o estudante segurou o sistema em mãos e, utilizando um gesto dêitico, apresentou os materiais utilizados no experimento para os demais colegas. O estudante pegou o béquer contendo a solução e agitou com o auxílio de uma espátula. Contudo, até o momento, o E₁₆ não comentou com os colegas porque estava realizando tal ação.

Antes do início do experimento, E₁₆ acrescentou, vagarosamente, um pouco de água sobre o sistema. Em seguida, o estudante despejou lentamente a solução sobre sistema. Alguns minutos após adicionar a solução, o sistema ainda não apresentava sinais de desobstrução, fato este contrário ao ocorrido na semana anterior, quando o sistema desentupiu rapidamente. O estudante, por alguns segundos, mostrou-se inquieto, ficando parado de frente para o sistema de modo a observar atentamente e entender o porquê ainda não havia começado a ocorrer a vazão do sistema. E₁₆, então, preparou mais solução (hidróxido de sódio e água), para tentar resolver o seu problema. Novamente, E₁₆ adicionou lentamente uma parte da

nova solução sobre o sistema. Em suas explicações, o estudante utilizou inúmeras vezes o gesto dêitico em direção ao sistema montado.

O estudante gesticulou de forma a girar o sistema de frente para a professora e os demais colegas, para que todos pudessem melhor observar a ocorrência do fenômeno. Nesse momento, a professora se aproximou do aparato experimental para melhor visualizar o que estava sendo narrado pelo E₁₆. Ambos ficaram parados alguns instantes de frente para o sistema, observando-o atentamente.

O estudante realizou um movimento em declínio com as mãos, a fim de mostrar que a margarina teria que dar passagem para a solução. Em determinado fragmento de sua fala, o estudante utilizou várias vezes a palavra “**ele**” para se referir ao hidróxido de sódio. No entanto, na ausência de uma palavra para formalizar o seu raciocínio, E₁₆ olhou em torno do laboratório na tentativa de procurar ou buscar algo que remetesse a palavra que lhe escapou do pensamento. Por fim, o estudante conseguiu encontrar a palavra, sendo ela “**Fluída**”. Ao segurar a solução, E₁₆ gesticulava bastante com as mãos, juntamente com sua fala.

Outra vez o estudante girou o sistema em direção aos colegas, de modo a mostrar que ele demorou um pouco a desentupir. Nesse momento, ocorreu a desobstrução do sistema. Em seguida, o E₁₆ pegou uma espátula e apontou para o sistema.

Análise do Episódio: Antes de iniciar a atividade, E₁₆ adicionou água ao sistema, com a intenção de mostrar aos colegas que a situação primeira do experimento era de obstrução total. O estudante corretamente comentou que o intuito do experimento era simular um ralo de pia entupido e que a margarina representava a gordura que acabava obstruindo a pia. Em vários momentos, durante sua fala, E₁₆ gesticulava bastante com as mãos e utilizou vários gestos dêiticos em direção ao sistema, com o intuito de intensificar suas explicações e fazer os colegas prestarem atenção. O estudante, durante sua explicação, afirmou que o hidróxido de sódio era uma substância polar e que ela ia fazer a gordura ficar mais “**Fluída**”, fazendo com que o ralo desentupisse. Quanto ao fato de que o hidróxido de sódio apresentava polos, o E₁₆ estava correto. Em determinado instante de sua explicação, E₁₆ desenhou pequenos buracos com as mãos no ar, para explicar que o hidróxido de sódio “**Abria os canais**” na margarina, e, em seguida, adicionou mais um pouco de solução ao

sistema. O movimento de declínio com as mãos, realizada pelo estudante, foi adequada, dado que ele queria mostrar aos colegas que a margarina teria que dar passagem para a solução. Neste pequeno fragmento, tivemos a manifestação de distintos gestos, sendo eles: dêitico, de modelagem (mãos utilizadas como modelo para explicar o que acontecia com a margarina), de ação (mãos estão engajadas num padrão de ação) e descrição figurativa (ao esboçar o sistema no ar).

No entanto, a palavra **“Fluída”** está mais relacionada a algo que corre como líquido, espontâneo, o que não foi bem o caso. Devido ao fato da ocorrência de uma ligação química exotérmica, a palavra fluída não seria a mais adequada a se utilizar, posto que, após o término da reação, ocorreu a formação de uma substância (sal orgânico) solúvel tanto em água quanto em gordura. Indo um pouco mais além em relação ao conceito científico, que o foco deste trabalho pretende, tivemos a ocorrência de uma hidrólise alcalina de lipídios (triglicerídeos, no caso a gordura) mediante a adição de uma base forte (NaOH). Este episódio acarretou na manifestação de gestos de modo e de partição, pois, além do estudante fazer o uso de uma hipótese/afirmação para interpretar o que estava acontecendo, ele tentou inserir componentes lógicos, de modo a pontuar a sua explicação. Acreditamos que a manifestação destes gestos independa se a lógica utilizada por E₁₆ foi conceitualmente correta ou não, desde que para o estudante a referida lógica faça sentido.

A gesticulação utilizada por E₁₆ ao fazer as adições da solução sobre o sistema de forma lenta foi correta, visto que o seu processo de desobstrução dá-se de forma mais lenta. Com isso, ao fazer as adições vagarosamente, o estudante teve todo o cuidado em não derramar a solução na bancada, conseguindo melhor observar o que estava acontecendo. O E₁₆ utilizou uma das falas do E₈, durante a realização do experimento B₁, para comentar acerca da questão da polaridade. O comentário do estudante, contudo, foi incorreto, pois ele afirmou que o fato do hidróxido de sódio (polar) conseguir tornar a gordura (apolar) mais **“Fluída”**, se relacionava ao fato dele ser corrosivo.

O estudante nos deu indícios de que ele sabia que estava acontecendo algo no sistema, entretanto, ele se baseou em impressões e no conhecimento popular ao invés do conhecimento acerca do conteúdo, ao dizer que o hidróxido de sódio corroía a gordura. Parece-nos que o E₁₆ conscientemente não conseguiu compreender, ao menos até este momento, que estava ocorrendo uma

reação química no sistema, isto é, a quebra da molécula de gordura quando em contato com o hidróxido de sódio. Nesse momento podemos predizer que o estudante não apresentava em sua estrutura cognitiva elementos suficientes que o fizessem se apropriar do conceito de transformações químicas e conseqüentemente, de características que atestam a existência de reações químicas. Assim, o estudante, mais uma vez com base em suas impressões, manifestou gestos de modo (ao enfatizar o que estava acontecendo por meio de uma assertiva incorreta) e de partição (ao pontuar distintos componentes, que para ele, eram lógicos). Como a concentração de hidróxido de sódio era pequena (diluído em água), não era possível a corrosão da gordura ou do ralo de pia.

O estudante percebeu que o experimento estava demorando mais tempo do que na semana anterior, para desobstruir. Ele se mostrou inquieto e empenhado em entender, formulando várias hipóteses (gestos de modo), acerca do que poderia estar acontecendo com o sistema em questão. Conscientemente, o estudante dessa vez preparou uma solução mais concentrada que a anterior, contudo, ele não comentou isso com os demais colegas. O estudante novamente gesticulou com as mãos juntamente com a fala, de modo a indicar a formação de uma camada mais espessa, devido ao acúmulo de água na superfície da margarina. Sucedeu-se aqui, a manifestação de gestos de ação e de modelagem por E₁₆. Algumas palavras mencionadas pelo estudante foram gesticuladas por ele, entre aspas, de forma a intensificar o que estava sendo proferido.

A inquietação e a curiosidade são características desejáveis no campo científico, sendo notórias no estudante E₁₆. O estudante começou a se lembrar de que na semana anterior, quando foi realizado o experimento B₂ pelo seu grupo (G₃), somente a água escoou até a parte debaixo da garrafa, enquanto que o do grupo G₂ passou pelo gargalo da garrafa tanto partes da margarina, quanto a água. Durante uma tentativa de traçar um comparativo entre o que aconteceu na semana passada, quando foi realizado o experimento B₂ nos grupos G₂ e G₃, o estudante gesticulou com as mãos no ar, ao explicar que no grupo G₂ a margarina desceu junto com a solução de hidróxido de sódio e água, e que a do seu grupo não aconteceu assim. Nesse momento, tivemos a ocorrência de gestos de modelagem (utilizar as mãos como modelo para sua explicação) e de descrição figurativa (esboçar o sistema no ar) por parte do E₁₆.

Os comparativos realizados pelo estudante foram pertinentes e condizentes, uma vez que ele estava à procura de respostas concretas. O estudante observou corretamente que, primeiramente, só a parte de cima da margarina conseguiu se solubilizar com a solução, e algum tempo depois, ela começou a interagir de forma mais intensa por entre a gordura, passando assim por ela. O estudante, com a utilização de uma espátula, retirou um pouco da margarina suspensa no líquido, de forma a mostrar que realmente acontecia a quebra das moléculas de gordura, isto é, a solubilização da gordura.

Contudo, apesar do empenho do estudante em tentar explicar cientificamente o ocorrido, este deixou a desejar conceitualmente. Foi evidente que seus pensamentos estavam sempre envoltos por dúvidas, e isto o impedia de relacionar o conteúdo com a prática. Quando a professora questionou E₁₆ de qual outro fator, além da polaridade, que influenciava na solubilidade da gordura, este respondeu que a temperatura era um outro fator. Neste momento, ele relacionou o fato de que no momento em que ele preparou a solução no béquer foi possível notar a liberação de calor (dissolução exotérmica), pois o béquer ficou quente. Essa narrativa realizada pelo estudante da liberação de calor pela solução, é uma evidência de reação química. Nota-se aqui um impasse conceitual, posto que, primeiramente, o estudante disse que a temperatura interferiu na solubilidade da gordura e depois, ele disse que quando preparou a solução, o béquer esquentou. Por se tratar de uma reação exotérmica, fornecer energia na forma de calor, nesse caso, não vai interferir (favoravelmente) em uma maior solubilização da gordura. Em outras palavras, a adição de água quente no sistema não iria facilitar a sua solubilidade. Neste momento, o E₈ comentou a formação de uma reação exotérmica. Com isso, somente neste ponto da aula foi que algum estudante levantou a questão da ocorrência de uma reação química.

O estudante, ao tentar relacionar as estruturas disponíveis na folha do experimento com o conteúdo abordado, se confundiu ao dizer que a margarina era a parte insolúvel e a água com o hidróxido de sódio, a parte solúvel. Assim sendo, o produto formado pela reação, apresenta características de afinidade tanto com a água, quanto com a gordura, e isso é que leva à desobstrução do sistema.

Por fim, o estudante fez um comparativo do experimento realizado pelo seu grupo e por ele individualmente, apontando com espátula para o fundo da garrafa pet, a fim de mostrar que o hidróxido de sódio na semana anterior ficou todo

depositado no fundo da garrafa (sem dissolver), devido ao fato de ter descido muito rapidamente. O estudante corretamente chegou à conclusão de que desta vez o experimento foi realizado de maneira adequada, isto é, a solubilização do sistema ocorreu por partes. Já na semana anterior, a solução conseguiu atingir rapidamente somente alguns pontos, formando “**Buracos**” na margarina e depois disso, a solução se depositou toda ao fundo da garrafa, cessando a solubilização do sistema. Na figura 19, trouxemos como ilustração a manifestação de gestos de descrição figurativa, de ação e de modelagem pelo E₁₆.

Figura 19 – *Frame* à esquerda: gesto de descrição figurativa por E₁₆, *frame* à direita: gesto de ação por E₁₆, *frame* abaixo: gesto de modelagem por E₁₆.



Fonte: A própria autora.

Ao correlacionarmos o momento sala de aula com os experimentos realizados nos momentos laboratório didático I e II, algumas observações importantes puderam ser evidenciadas. No momento sala de aula, os estudantes integrantes do G₁ (E₁ ao E₇) quase não se manifestaram ou fizeram-se participativos verbalmente, durante as discussões referentes à revisão do conteúdo. Já os estudantes do grupo G₂ (E₈ ao E₁₅) e G₃ (E₁₆ ao E₂₂) mostraram-se bem mais participativos verbalmente no decorrer das aulas teóricas. Com isso, podemos depreender que os estudantes que denotaram maior interatividade em sala de aula, também se sobressaíram verbal e gestualmente no decorrer das atividades experimentais, com destaque aos estudantes E₈ e E₁₆ que escolheram ser os representantes de seus grupos, no momento laboratório didático II. Concluímos assim, que os estudantes dos grupos G₂ e G₃ deram indícios de uma melhor apropriação conceitual do conteúdo do que os estudantes pertencentes ao grupo G₁.

Com o intuito de culminar as análises que avivaram essa investigação, trazemos breves comparativos entre o momento laboratório didático I e II. Ao fazer um apanhado geral, tivemos como hipótese inicial de que a realização das atividades experimentais referentes ao momento laboratório didático II proporcionariam uma melhor apropriação científica, procedimental, além de reestruturações cognitivas. Todavia, esse fato não se mostrou constituir em uma assertiva. Em relação as atividades realizadas em grupos, pudemos observar que os estudantes se ajudaram em muitos momentos, o que é uma característica importante que permeia o ambiente científico. Os grupos apresentaram fortes tendências a generalizações, e não conseguiram relacionar em muitos momentos o conteúdo com suas observações experimentais. Além do mais, a falta de atenção, destreza e a utilização de gesticulações incorretas, como a exemplo, pipetar diretamente do frasco e colocar o nariz sobre os sistemas, nos fazem concluir que os estudantes necessitam reorganizarem-se cognitivamente em relação a conceitos pioneiros, sem os quais a aprendizagem do conteúdo Solubilidade torna-se dificultosa.

Por outro lado, alguns estudantes apresentaram conhecimento instrumental (manuseamento correto de uma pipeta) e cotidiano com os materiais utilizados. Outros estudantes mostraram-se organizados e preocupados com a montagem correta do aparato experimental, assim como assumiram características de liderança em seus grupos, o que se constitui em uma outra característica importante para a ciência. Prontamente, as atividades realizadas individualmente nos

mostraram, por exemplo, que essencialmente os mesmos resultados puderam ser evidenciados. Com relação a manifestação de gestos e gesticulações, juntamente com a verbalização sobre o ambiente empírico, podemos inferir a manifestação de inúmeras gesticulações apropriadas e inapropriadas, sendo de diversas origens, isto é, de natureza conceitual, procedimental e no tocante a trocas representacionais. Em relação à manifestação dos gestos instantâneos, identificamos ao longo dessa investigação, todos os gestos propostos por Kendon (2004).

Uma outra observação oriunda de nossas análises, foi que os estudantes pareceram interiorizar o conteúdo, porém, sem muito significado. Podemos atribuir tal inconsistência ao conhecimento assistemático (senso comum), isto é, que não apresenta uma organização prévia ou investigação por detrás, conhecimento este muito arraigado na estrutura cognitiva dos estudantes. Outros fatores que colaboraram para as inconsistências encontradas nesta pesquisa, atrelam-se a generalizações em demasia no tocante ao conteúdo solubilidade; falta de atenção; não articulação entre os momentos sala de aula e laboratório; trocas e/ou integrações representacionais indevidas, ou seja, devido ao fato dos estudantes não estarem acostumados a re-representar um mesmo conceito sob diversos modos ou formas. Em outras palavras, a grande maioria dos estudantes não foram ensinados e conseqüentemente, inseridos na cultura da diversidade representacional.

Ao retomarmos nossa atenção ao terceiro objetivo proposto nesta pesquisa, evidenciamos a existência de perspectivas teóricas distintas, dentro do campo da semiótica, que buscam compreender a relação existente entre os gestos e a verbalização manifestados por estudantes. Em outras palavras, em alguns episódios dos momentos instrucionais laboratório didático I e II, constatamos que os estudantes utilizaram o gesto somente para facilitar e sustentar o seu discurso. Já em outros momentos, os gestos foram utilizados momentaneamente na falta de uma palavra. Houve situações em que a fala e o gesto foram utilizados conjuntamente para manifestar aspectos referentes a apropriação do conteúdo por parte dos estudantes e, conseqüentemente, revelar o que eles estavam pensando. Também, houve episódios em que foi possível evidenciar, como a citar, durante a articulação verbal de E₁, que o gestual foi utilizado inconscientemente, porém corretamente, enquanto ele realizava as transferências de um líquido para o béquer, de modo a fazer o ajuste do menisco a altura dos olhos. Já em outros casos, existiu uma contradição entre a fala e os gestos manifestados pelos estudantes. Com isso, podemos inferir que estas

perspectivas não foram em si excludentes, ao se considerar um ambiente instrucional como o laboratório didático, espaço este de grande diversidade cultural.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação procurou mostrar a viabilidade de se prestar atenção às gesticulações e aos gestos externalizados por estudantes, juntamente ao discurso verbal, com a finalidade primeira de utilizar tais ferramentas analíticas como instrumentos para perscrutar se os significados dos conceitos científicos foram adequadamente interiorizados.

As gesticulações, os gestos, as interações verbais oral e escrita dos estudantes foram descritas e analisadas, no sentido de propiciar informações pertinentes que contribuam com a área educacional. Outra característica vinculada ao modo representacional gestual (comunicação não verbal) está associada à sua potencialidade mediante a realização de atividades empíricas, isto é, a intrínseca relação entre o compreender e o saber fazer. Após a implementação desse estudo, conseguimos alinhar um panorama geral e concluir que nossos objetivos iniciais, assim como a questão problema e norteadora, foram granjeados.

Retomando o primeiro objetivo proposto (descrever e analisar quais as divergências de aprendizagem de estudantes do Ensino Médio no tocante ao conteúdo solubilidade, mediante os modos representacionais verbal e gestual), conseguimos trazer as descrições e análises pormenorizadas de todos os episódios ocorridos tanto em sala de aula (momento sala de aula) quanto no laboratório de química (momento laboratório didático I e II). Ao referimo-nos ao momento sala de aula, podemos inferir, em linhas gerais, que cada um dos oito episódios apresentados buscou abordar um assunto diferente dentro do conteúdo programático proposto. O estilo de aula promovido pela professora mediante questionamentos forneceu um ambiente agradável e propício para o diálogo, o qual incitou e guiou a atenção dos estudantes a serem participativos nas aulas. Os discursos verbais manifestados pelos estudantes foram intensos, fazendo com que a pesquisadora, de antemão, concluísse que os estudantes de modo geral, conseguiram se apropriar positivamente do conteúdo Solubilidade.

Como pudemos observar, ainda se tratando do momento sala de aula, muitos estudantes não conseguiram se apropriar corretamente de determinados assuntos, em um primeiro momento. Contudo, isso não impediu que os mesmos continuassem em busca de uma reconstrução conceitual. Uma outra característica marcante nos recortes trazidos neste estudo, foi que alguns estudantes se

apropriaram do equívoco conceitual cometido pelo colega, na tentativa de buscar uma outra explicação condizente para o que estava sendo abordado naquele momento.

Com relação ao segundo objetivo (buscar indícios de quais as maiores dificuldades encontradas pelos estudantes, se existentes, quando estes saem da sala de aula e adentram o laboratório de química), buscamos e encontramos as maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes no que diz respeito ao conteúdo químico proposto, quando estes deixam a sala de aula e se dirigem ao ambiente empírico. Ao fazer alusão ao momento laboratório didático I, percebeu-se que os grupos, de um modo geral, mostraram dificuldade em relacionar o conteúdo trabalhado, com suas observações experimentais. Uma outra característica bem acentuada nos três grupos no decorrer das atividades experimentais, foi o trabalho realizado em sistema de cooperação e colaboração. Corroborando a assertiva anterior, tivemos episódios em que alguns estudantes não conseguiram, em primeira instância, interpretar os dizeres da ficha procedimental ou se familiarizar com o correto manuseio da pipeta.

No decorrer das ações dos grupos, foi possível depreender que muitas das gesticulações não se fizeram condizentes com as regras básicas de segurança no laboratório. A título de exemplo, alguns integrantes dos grupos levaram os sistemas diretamente ao nariz, agitaram soluções de forma brusca, fizeram as adições de solutos sólidos com a mesma espátula e a pipetagem de líquidos diretamente do frasco reacional. Um outro resultado revelado em nossas análises, foi uma forte tendência dos grupos a limitarem suas explicações a generalizações do tipo “semelhante dissolve semelhante”, o aumento da temperatura sempre favorece a solubilidade e, o sistema água – sal ser solúvel em quaisquer proporções. Alguns estudantes ainda utilizaram termos inapropriados em suas explicações científicas, como no caso, as palavras derreter e dissolver. Já em outros grupos, foi possível observar que os estudantes não conseguiram se apropriar e estabelecer relações entre os resultados experimentais obtidos, com as estruturas dos materiais disponíveis na ficha procedimental.

No que tange o momento laboratório didático II, trouxemos como conjectura inicial que, por tratar-se da segunda vez em que os estudantes estariam inseridos no laboratório para realizar determinada atividade experimental, boa parte dos equívocos fossem superados, havendo assim a reconstrução de alguns conceitos pelos estudantes aqui analisados. Contudo, o cenário final desse estudo, mostrou-se na contramão. Os estudantes E₁, E₈ e E₁₆, em geral, manifestaram desatenção no que

condiz a montagem do aparato experimental, não se atentaram a adicionar uma quantidade fixa do soluto para uma melhor observação dos resultados, persistiram em generalizar situações e utilizaram indevidamente palavras e ideias, como sinônimas e facilitadoras do processo de solubilização dos materiais. Ao traçar um paralelo entre os momentos laboratório didático I e II, concluímos que praticamente os mesmos equívocos ainda puderam ser evidenciados.

Dispondo nossa atenção ao terceiro e quarto objetivos (entender qual a dinâmica estabelecida nessa pesquisa, quando da integração dos gestos e a verbalização no laboratório e, utilizar as categorias propostas por Kendon (2004) para identificar os gestos manifestados pelos estudantes no decorrer das atividades experimentais), observamos e encontramos distintas dinâmicas estabelecidas entre os gestos e a verbalização ao longo desta pesquisa, como já discutido anteriormente. Identificamos e analisamos nesse estudo, a manifestação de distintos gestos, de acordo com a categoria implementada por Kendon (2004). O gesto dêitico foi o único a ser expandido nos ambientes sala de aula e laboratório. Todos os três tipos de gestos pragmáticos e os quatro tipos de gestos referenciais foram denotados nesse estudo.

Por fim, no que concerne a questão norteadora dessa investigação (quais os equívocos (falhas) e acertos manifestados por estudantes do Ensino Médio acerca dos conceitos de solubilidade, à luz de suas interações verbais e gestuais), conseguimos apresentar e responder o problema de pesquisa mediante todas as análises por nós realizadas no decorrer desta dissertação. Ao comentar acerca do momento laboratório didático, percebeu-se a manifestação de muitos gestos em ações, isto é, gesticulações no sentido de perscrutar o caminho cognitivo dos estudantes. Constatamos que a base para os acertos dos estudantes fundamentou-se principalmente no trabalho colaborativo e cooperativo desenvolvido no decorrer das atividades. As intervenções realizadas pela professora em vários momentos também ocasionaram episódios de um melhor entendimento por parte daquele indivíduo que precisou ser assistido.

Em relação aos equívocos manifestados, podemos inferir em linhas gerais que, para que se tenha um bom entendimento do conteúdo de solubilidade, conhecimentos anteriores, como por exemplo, tipos de soluções existentes, ligações químicas, polaridade das moléculas e transformações químicas, fazem-se essenciais. Os resultados provenientes de nossa investigação mostraram que a maioria dos

estudantes não possuem esses repertórios conceituais muito bem organizados em sua estrutura cognitiva. Por fim, também evidenciamos falhas ao realizar trocas representacionais do verbal oral para o verbal escrito; verbal oral para o gestual e do verbal oral para o modelo gráfico.

Devemos entender, após findada as análises referentes a essa pesquisa, que o caminho cognitivo percorrido pelos estudantes no decorrer da realização de atividades experimentais, tem mais valia que o resultado final alcançado. Por fim, esperamos que os estudiosos e preocupados com a Educação Química, principalmente do Ensino Médio, entendam acerca das dificuldades e potencialidades que o conteúdo Solubilidade pode proporcionar tanto para os estudantes como para os professores.

Ao assumir uma perspectiva de observadores, consideramos e entendemos que seria pertinente a realização de uma breve entrevista com os três estudantes representantes de seus respectivos grupos, antes e após a experimentação individual, com o intuito de conhecer um pouco mais a respeito de seus conhecimentos referentes ao conteúdo solubilidade. Com o término da pesquisa, uma das ações pretendidas pela pesquisadora inclui a devolutiva dos resultados alcançados, tanto para a professora da turma, quanto para os estudantes que se interessarem. Acreditamos também que, ao final das atividades desenvolvidas, a professora e a pesquisadora, a partir de uma roda de conversa, isto é, sem tantas formalidades, poderiam ter discutido alguns dos pontos mais problemáticos acerca do conteúdo solubilidade, manifestados pelos estudantes. Devido à falta de tempo hábil para o andamento da pesquisa, essa ação não foi possível, porém, nada impede a sua realização em um futuro próximo.

Sabemos que alguns professores se preocupam e já utilizam a gesticulação e outras linguagens não verbais em seu processo de ensino, contudo, as muitas adversidades provenientes do dia a dia das salas de aula, fazem com que estes hajam na incerteza, devido à falta de tempo hábil para se programar, o que acaba por intrinchar a compreensão que os sinais corporais manifestados pelos estudantes estão a comunicar. Todavia, seria interessante que a própria formação profissional dos professores dispusesse de uma maior atenção e valorização dos significados que as comunicações não verbais e a diversidade representacional podem de um modo geral ocasionar. Esperamos que esta dissertação tenha contribuído, mesmo que minimamente, para que outros professores, por meio de

estratégias multimodais, possam corrigir, redirecionar suas ações didáticas e prestar mais atenção às linguagens não verbais presentes cada vez mais nas salas de aula, de modo a acompanhar se seus estudantes conseguiram ou não fazer a reconstrução apropriada do conteúdo científico abordado.

Uma ressalva importante que deve ser levada em consideração, é que esta pesquisa realizou-se no contraturno. Desse modo, a pesquisadora e a professora conseguiram redistribuir os estudantes em grupos menores no laboratório didático, com o intuito de melhor captar os momentos audiovisuais dos estudantes. Consequentemente, tal ação corroborou as análises da pesquisadora. Caso esta investigação seja utilizada por algum outro pesquisador ou professor em aulas regulares, seria necessário fazer algumas readequações na estratégia inicial.

Considerando que os estudantes já haviam estudado os conteúdos químicos discutidos nessa investigação, atentamos para o fato de que seria possível realizar uma análise semelhante com estudantes que estejam vendo pela primeira vez o conteúdo solubilidade. Contudo, algumas adaptações seriam necessárias como por exemplo, o pesquisador realizar uma devolutiva dos resultados obtidos (mediante a videogravação das aulas), de forma com que os estudantes juntamente com o professor, em um segundo momento, discutam o porquê de tais resultados terem se manifestado. Por conseguinte, seria possível ao professor, corrigir posturas, atitudes e conceituações errôneas, antes de avançar com o ensino do conteúdo solubilidade.

Esta investigação ancora-se no fato de ser adaptável e utilizável a todas as ciências. O docente ao ter conhecimento do referencial da diversidade representacional e com o auxílio da tecnologia, como a citar, a videogravação, em um segundo momento, juntamente com os estudantes, poderá identificar e conversar acerca dos contratempos e dificuldades transcorridos. Uma possível continuidade desta investigação consistiria na criação de um instrumento de análise próprio, servindo como base para categorizar a fala, escrita, gestos e as gesticulações dos estudantes, de modo a entender qual o nível de apropriação científica em que os mesmos se enquadram, no que concerne ao conteúdo solubilidade.

Ao encerrar desta pesquisa, concluímos que sua contribuição no contexto da educação científica transcende a possibilidade de averiguar conceituações errôneas por parte dos estudantes. Nossa proposta apontou para uma característica própria às atividades experimentais que faz com que o modo representacional gestual se difira dos demais modos. Enfim, os gestos, a gesticulação

e as interações verbais, contribuem não só como instrumento para o professor investigar como se deu a apreensão do conhecimento científico pelo estudante, como fizemos ver, mas acima de tudo, quando integrados à atuação empírica, torna-se essencial para o desenvolvimento do conhecimento científico. Parafraseando a ideia contida no trabalho de Laburú, Silva e Zômpero (2015), o esquadrinhar conceitual incorpora também, saber utilizá-los com sucesso em situações reais, o que por sua vez resultam em “gestos em ação”.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College, Columbia University, 1994. p. 47-59.
- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, New York, v. 33, n. 2-3, p. 131-152, set. 1999.
- _____. The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. In GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (Eds.), **Visualizations: Theory and Practice in Science Education**. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2008. p. 191-208.
- AIREY, J.; LINDER, C. A disciplinary discourse perspective on University science learning: achieving fluency in a critical constellation of modes. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 46, n. 1, p. 27-49, jan. 2009.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org). **Questões atuais no Ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 53-60.
- ARZARELLO, F.; PAOLA, D.; ROBUTTI, O.; SABENA, C. Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 97-109, mar. 2009.
- AZEVEDO, L. L.; MARTINS, P. C.; MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L.; SÁ, E. F.; MORO, L.; PEREIRA, R. R. Recursos de expressividade usados por uma professora universitária, **Distúrbios da Comunicação**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 777-789, dez. 2014.
- BAKHTIN; M. M. **Problemas da poética de Dostoiévski**. 4. ed. São Paulo: Forense – Universitária, 2008.
- BAKHTIN, M. M.; HOLQUIST, M.; EMERSON, C. **Speech Genres and Other Late Essays**. Austin: University of Texas Press, 1986.
- BARGALLÓ, C. M.; I AYMERICH, M. I.; BLANCH, M. E. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 371-386, 2003.
- BAROLLI, E.; LABURÚ, C. E.; GURIDI, V. M. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010.
- BLOWN, E.; BRYCE, T. G. K. Conceptual coherence revealed in multi-modal representations of astronomy knowledge. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 32, n. 1, p. 31-67, 2010.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRESSEM, J.; LADEWIG, S. H. Rethinking gesture phases articulatory features of gesture movement? **Semiotica**, Berlim, v. 184, n. 1-4, p. 53-91, 2011.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Ideias dos Alunos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, p. 37-41, maio, 2008.

CARVALHO, A. M. P.; GIL PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2005.

CHANDLER, D. **Semiotics for Beginners**. 3. ed., França: Routledge, 2017.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Injuí: Editora Unijuí, 2000.

CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.

CORRAZE, J. **As comunicações não verbais**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Santiago de Cali: Universidad del Valle, 2004.

EBENEZER, J. V.; ERICKSON, G. L. Chemistry students conceptions of solubility: a phenomenography. **Science Education**, New York, v. 80, n. 2, p. 181-201, abr. 1996.

ECO, U. **O signo**. 3. ed., Lisboa: Editorial Presença, 1985.

_____. **Tratado geral de semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 4. ed. 2003.

ECHEVERRIA, A. R. **Dimensão Empírico-Teórica no Processo de Ensino: aprendizagem do Conceito Soluções no Ensino Médio**. 1993. Tese (Doutorado de Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

_____. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 3, p. 15-18, maio. 1996.

EDWARDS, L. D. Gestures and conceptual integration in mathematical talk. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 127-141, mar. 2009.

EYSENCK, M. W.; KEANE, M. T. **Psicologia cognitiva: um manual introdutório**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de

interações intermoleculares e conceitos afins. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p. 20-23, ago. 2008.

FELDMAN, D. **Ajudar a ensinar**: relações entre didática e ensino. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALVAN, P.; KESSLER, J.; BELL, J.; KATZ, D.; DISPEZIO, A.; LIT, J.; TASKER, R.; EUBANKS, D.; WISNIEWSKI, J. **Middle School Chemistry**: big ideas about the very small. 2016. p. 438-458. Disponível em: <<http://www.middleschoolchemistry.com/pdf/MiddleSchoolChemistry.pdf>> Acesso em: 25 mai. 2017.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências**: para o Ensino Fundamental. São Paulo: Ática, 2003.

GEHLEN, A. **Man**: his nature and place in the world. New York: Columbia University Press, 1988.

GOLDE, M. F.; McCREARY, C. L.; KOESKE, R. Peer Instruction in the General Chemistry Laboratory: Assessment of Student Learning. **Journal of Chemical Education**, Easton, v. 83, n. 5, p. 804-810, maio. 2006.

GOLDIN-MEADOW, S.; BEILOCK, S. L. Action's influence on thought: the case of gesture. **Perspectives on Psychological Science**, v. 5, n. 6, p. 664-674, dez. 2010.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no Ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R. (Org); MANCUSO, R. (Org). **Educação em ciências**: Produção de Currículos e Formação de Professores. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

GUIRAUD, P. **A linguagem do corpo**. São Paulo: Ática, 2001

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

_____. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in Science Education: foundations for the Twenty-First Century. **Science Education**, New York, v. 88, n. 1, p. 28-54,

dez. 2004.

JAIPAL, K. Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: a multimodal semiotics discourse analysis. **Science Education**, Hoboken, v. 94, n.1, p. 48-72, jan. 2010.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 12. ed. Lisboa: Papirus Editora, 2008.

KASTENS, K. A.; AGRAWAL, S.; LIBEN, L. S. Research in science education: the role of gestures in geoscience teaching and learning. **Journal of Geoscience Education**, Northfield, v. 56, n. 4, p. 362-368, set. 2008.

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

KIM, M.; RÖTH, W. M.; THOM, J. Children's gestures and the embodied knowledge of geometry. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Penang, v. 9, n. 1, p. 207-238, fev. 2011.

KLEIN, T. A. S. **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa de biotecnologia por alunos do Ensino Médio**. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 161-178, 2016.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e Múltiplas Representações, Aprendizagem Significativa e Subjetividade: três referenciais conciliáveis da Educação Científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. **Educação científica: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico**, Londrina: EDUEL, 2005.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 7-33, 2016.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; ZÔMPERO, A. F. Significados de eletrostática interpretados por meio da gesticulação de estudantes. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 851-867, 2015.

LABURÚ, C. E.; ZÔMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 7-24, abr. 2013.

LEITES, L. M.; BERNARROCH, B. A.; PALACIOS, F. J. P. Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 26, n. 2, p. 153-175, 2008.

LEMKE, J. L. **Multiplying Meaning**: visual and verbal semiotics in scientific text. 1998. Disponível em: <<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/mxm-syd.htm>>. Acesso em: 13 mai. 2017.

_____. **Teaching all the languages of science**: words, symbols, images, and actions. 2003. Disponível em: <<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

LEMO, I. S. A comunicação não-verbal: um estudo de caso. **UNirevista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 1-12, jul. 2006.

LIMA, M. E. C. C.; BARBOZA, L. C. Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 21, p. 39-43, mai. 2005.

LUNARDELLI, R. A. S.; MEIRELLES, J. C. G. A linguagem não verbal e a contação de histórias na perspectiva do projeto palavras andantes. **Informações e Profissões**, Londrina, v. 3, n. 1-2, p. 66-92, jan/dez, 2014.

MASCHIETTO, M.; BUSSI, M. G. B. Working with artefacts: gestures, drawings and speech in the construction of the mathematical meaning of the visual pyramid. **Journal of Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 143-157, mar. 2009.

MORAES, R. Mergulhos discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: GALIAZZI, M. C.; FREITAS, J. V. (orgs.) **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. Ijuí: UNIJUI, 2005, p. 85-114.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Universidade de Brasília, 1999a.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999b.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

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**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2016.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné, Episteme y Didaxis - TED**, v. 30, p. 111-125, 2011.

O'BYRNE, B. Knowing more than words can say: using multimodal assessment tools

to excavate and construct knowledge about wolves. **International Journal of Science Education**, London, v. 31, n. 4, p. 523-539, mar. 2009.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADROS, A. L. Uma reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 23-30, fev. 2009.

PADILHA, J. N.; CARVALHO, A. M. P. Gestos e palavras utilizados pelos alunos do ensino fundamental em uma aula de conhecimento físico. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. **Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008, p. 1-12.

PALACIOS, F. J. P. Uso (y abuso) de la imagen em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 1, p. 13-30, 2006.

PEIRCE, C. S. **The Essential Peirce**. Bloomington: Indiana University Press, 1992.

PEREIRA, R. R.; MORTIMER, E. F.; MORO, L. Os Gestos Recorrentes e a Multimodalidade em Aulas de Química Orgânica no Ensino Superior. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. Especial 1, p. 43-54, jul. 2015.

PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 24-37, jan-jun. 2004.

PIMENTA, S. G; GHEDIN, E. (orgs). **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

PING, R.; GOLDIN-MEADOW, S. Gesturing saves cognitive resources when talking about nonpresent objects. **Cognitive Science**, Norwood, v. 34, n. 4, p. 602-619, maio. 2010.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, fev. 2006.

RADFORD, L. Gestures, speech, and the Sprouting of signs: a semiotic-cultural approach to students' types of generalization. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 5, n. 1, p. 37-70, 2003.

_____. Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of the mathematical meanings. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 111-126, mar. 2009.

_____. Reaction to part III On the cognitive, epistemic, and ontological roles of artifacts. In: GUEUDET, G.; PEPIN, B.; TROUCHE, L. (Ed). **From Text to 'Lived' Resources**. Nova York: Springer, 2012, p. 238-288.

RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 91-95, mar. 2009.

ROTH, W. M. Gestures: their role in teaching and learning. **Review of Educational Research**, Washington, v. 71, n. 3, p. 365-392, set. 2001.

ROTH, W. M.; LAWLESS, D. Scientific investigations, metaphorical gestures, and the emergence of abstract scientific concepts. **Learning and Instruction**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 285-304, 2002.

ROTH, W. M.; WELZEL, M. From activity to gestures and scientific language. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 38, n. 1, p. 103-136, jan. 2001.

SÁ de, L. V.; NETO, H. S. M. Uma proposta experimental para o Ensino do Conteúdo de Solubilidade. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012, Salvador. **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**. Salvador: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ), 2012, p. 1-8.

SANGIOGO, F. A.; WOYCIECHOSWSKY, R.; ROSA, S. A.; MALDANER, O. A. Transformações Químicas e seus Efeitos Energéticos: compreensões de Estudantes da Licenciatura de Química e do Ensino Médio. In: **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba: UFPR/DQ, 2008.

SANGIOGO, F. A.; ZANON, L. B. Mobilização de linguagens e pensamentos necessários à compreensão de modelos de estruturas submicroscópicas em aulas de ciências. In: **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - Enpec**. Florianópolis, 2009.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Comunicação e Semiótica**. São Paulo: Hacker, 2004.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

SALVADEGO, W. N. C. **A atividade experimental no Ensino de Química: uma relação com o saber profissional do professor da escola média**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

_____. **Interpretação das gesticulações de estudantes no laboratório de química baseada na semiótica de Peirce**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma análise das relações do saber profissional do professor do ensino médio com a atividade experimental no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 216-223, ago. 2009.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, n. 1, p. 41-62.

SÉRÉ, M. G. La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n.3, p. 357-368, 2002.

SHIBLEY Jr, I. A.; ZIMMARO, D. M. The influence of collaborative learning on students attitudes and performance in an introductory chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, Easton, v. 79, n. 6, p. 745-748, jun. 2002.

SILVA, M. F. **Metáforas para subsidiar o processo discursivo dialógico e de autoridade no ensino de ciências** - uma aplicação no tema preservação da água. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

SILVA, L. M. G.; BRASIL, V. V.; GUIMARÃES, H. C. Q. C. P.; SAVONITTI, B. H. R. A.; SILVA, M. J. P. Comunicação não-verbal: reflexões acerca da linguagem corporal. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 4, p. 52-58, ago. 2000.

SOLOMON, J. The Laboratory comes of age. In: LEVINSON, R. (Ed.) **Teaching Science**, London/ New York: Routledge, 1994, p. 7-21.

STEINBRING, H. What makes a sign a mathematical sign? An epistemological perspective on mathematical interaction. **Education Studies in Mathematics**, New Jersey, v. 61, n. 1-2. p. 133-162, 2006.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, v. 37, n. 3, p. 313-331, jul. 2007.

TIBERGHIE, A.; VEILLARD, L.; Le MARÉCHAL, J. F.; BUTY, C.; MILLAR, R. An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. **Science Education**, Hoboken, v. 85, n. 5, p. 483-508, set. 2001.

VERANI, C. N.; GONÇALVES, D. R.; NASCIMENTO, M. G. Sabões e detergentes como tema organizador de aprendizagens no ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p. 15-19, nov. 2000.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

_____. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Learning junior secondary science through multi-modal representations. **Electronic Journal of Science Education**, Georgetown, v. 11, n. 1, p. 87-107, 2006.

WHITE, R. T. The link between the laboratory and learning. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 18, n. 7, p. 761-774, 1996.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Ficha experimental da atividade A₁ realizada no Laboratório de Química.

Experimento A1

Materiais: talco; isopor; sal de cozinha; açúcar; água; gasolina; iodo; sulfato de cobre; álcool; areia; acetona; colher; tubos de ensaio, pipeta.

Procedimento: Colocar 5mL de água em cada um dos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos materiais em cada um dos tubos de ensaio, com exceção da acetona. Agite um pouco cada um dos tubos de ensaio. Repita o procedimento anterior, com a acetona ao invés da água. Anote a solubilidade de cada material. Também podem ser anotadas outras observações que o grupo achar pertinente no desenvolvimento dessa atividade.

Questões a serem pensadas:

- 1) Identifique os solutos e os solventes presentes nessa atividade. Explique sua resposta.

- 2) Quais materiais se dissolveram melhor em água? Por quê?

- 3) Quais materiais se dissolveram melhor no removedor de esmaltes? Por quê?

- 4) Que solvente solubilizou melhor o isopor? E o sulfato de cobre? Por quê?

- 5) O que acontece se adicionarmos uma quantidade maior de cada material, em seus respectivos tubos de ensaio?

- 6) O fato de se utilizar água quente interfere nos resultados apresentados? Por quê?

Fonte: Experimento adaptado de Galvan et al. (2016).

APÊNDICE B

Ficha experimental da atividade A₂ realizada no Laboratório de Química.

Experimento A2

Materiais: M&M; béqueres; folha de papel branco; água a temperatura ambiente; água quente; água fria; óleo; álcool; pipeta.

Procedimento:

- Despejar em três béqueres distintos, água a temperatura ambiente, óleo e álcool. Posicionar a folha branca embaixo de cada um dos béqueres. Colocar um M&M (da mesma) cor em cada um dos respectivos béqueres simultaneamente. Agite um pouco cada recipiente. Observe durante cerca de 1 minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.
- Despejar água fria, água a temperatura ambiente e água quente em béqueres distintos, de modo que a quantidade de água seja suficiente para cobrir o M&M. Colocar os três recipientes sobre o papel branco. Com a ajuda de seus colegas, coloque 1 M&M da mesma cor no centro de cada béquer ao mesmo tempo. Agitar um pouco cada recipiente. Observe durante cerca de 1 minuto e faça as anotações que considerarem pertinentes.

Questões a serem pensadas:

- 1) O revestimento do M&M é constituído pelo quê? (um M&M pode ser quebrado para que o grupo possa discutir). O que você e seu grupo poderiam inferir sobre a dissolução do M&M na água, óleo e álcool? Explique.

- 2) Quais são as variáveis presentes neste experimento, e como você e seu grupo podem controlá-las?

- 3) A partir do conhecimento do grupo sobre o tema que foi trabalhado, faça uma previsão e explique como seria a curva de solubilidade do material que reveste o M&M, no processo de dissolução do M&M.

Fonte: Experimento adaptado de Galvan et al. (2016).

APÊNDICE C

Ficha experimental da atividade B₁ realizada no Laboratório de Química.

Experimento B1

Materiais: água; gasolina; sal de cozinha; óleo; vinagre e pipeta.
Procedimento: Primeiro observe a tabela abaixo e preveja o grau de solubilidade.

Componente I	Componente II	Solúvel (Sim ou Não?)
Água	Óleo	
Água	Vinagre	
Gasolina	Vinagre	
Sal de cozinha	Água	

Preveja o grau de solubilidade dos materiais mencionados na tabela acima.

Agora, colocar 5mL de cada um dos componentes (I) nos tubos de ensaio. Em seguida, adicionar uma pequena quantidade de cada um dos componentes (II). Agite um pouco cada um dos tubos de ensaio.

As previsões do grupo antes da realização do experimento são condizentes com os resultados após a realização do experimento? Justifique, com base nas estruturas dos materiais, suas conclusões.

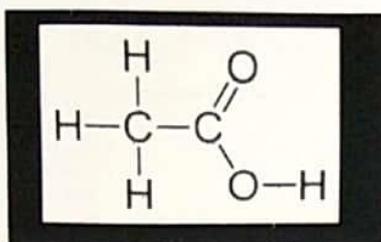
Questões a serem pensadas:

- 1) Sempre é possível prever a solubilidade de dois materiais? Por quê?

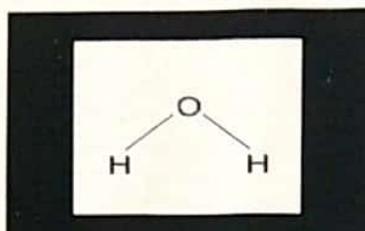
- 2) Por que alguns materiais são solúveis e outros não?

- 3) Para o grupo, qual a explicação para a necessidade de se fazer o experimento?

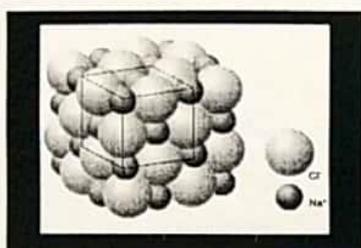
Fonte: Experimento adaptado de Sá e Neto (2012, p. 4-5).



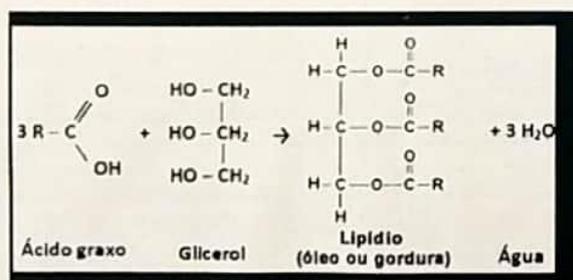
(Estrutura do Ácido Acético, mais popularmente conhecido como "vinagre")



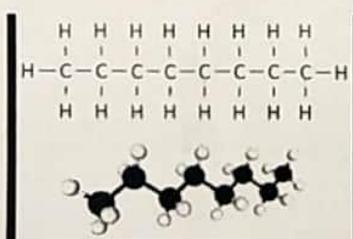
(Estrutura da Água)



(Estrutura do Cloreto de Sódio, mais popularmente conhecido como "sal de cozinha")



(Estrutura do Óleo ou Gordura)



(Estrutura do Octano, constituinte da Gasolina).

Fonte: Experimento adaptado de Sá e Neto (2012, p. 5-6).

APÊNDICE D

Ficha experimental da atividade B₂ realizada no Laboratório de Química.

Experimento B₂

Materiais: Garrafa de refrigerante pet; tesoura; margarina; pastilhas de hidróxido de sódio; béquer; colher e água.

Procedimento:

- Corte a parte superior da garrafa PET (logo acima do rótulo da embalagem). Inverter a parte superior da garrafa e encaixar na parte superior simulando um ralo de pia;
- Colocar uma quantidade considerável de margarina no gargalo da garrafa, para que fique totalmente preenchida;
- Acrescentar água e observar se está vazando. Caso haja vazamento, acrescentar mais margarina até a total interrupção do vazamento, de modo que a água fique acumulada;
- No béquer, acrescentar água e em seguida, acrescentar algumas colheres do hidróxido de sódio.
- Despejar a solução na garrafa junto com a água e aguardar alguns minutos. Observar o fenômeno ocorrido e fazer suas anotações.

Questões a serem pensadas:

- 1) Qual a função da margarina nesse experimento, em termos científicos. Explique?

- 2) Explique o que acontece com a margarina ao entrar em contato com o hidróxido de sódio?

- 3) O que aconteceu com a "simulação da pia de cozinha"? Explique cientificamente o fenômeno ocorrido.

$$\begin{array}{c}
 \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \\
 | \\
 \text{CH}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \\
 | \\
 \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3
 \end{array}$$

Figura 1: Estrutura da substância insolúvel

$$\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{16}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$$

Figura 2: Estrutura da substância solúvel

Fonte: Experimento adaptado de Sá e Neto (2012, p. 5-6).

APÊNDICE E

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de participação dos estudantes na pesquisa, aceito pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Análise dos gestos em ação de estudantes do Ensino Médio em aulas experimentais de Química”

Prezado (a) Senhor (a):

Gostaríamos de convidar o adolescente sob sua responsabilidade para participar da pesquisa **“Análise dos gestos em ação de estudantes do Ensino Médio em aulas experimentais de Química”**, a ser realizada em **“Instituto Federal do Paraná**

. O objetivo da pesquisa é **“observar os gestos em ação dos estudantes como mecanismo auxiliar para interpretar os significados apropriados de determinado conceito de Química”**. A participação do adolescente é muito importante e ela se daria da seguinte forma: **o procedimento consta com a gravação de áudio e vídeo dos estudantes durante aulas experimentais a serem realizadas no laboratório de Química.**

Esclarecemos que a participação do adolescente é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a) solicitar a recusa ou desistência de participação do adolescente a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo ao adolescente. Esclarecemos, também, que as informações do adolescente sob sua responsabilidade serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do adolescente. **Os registros de áudio e vídeo que serão coletados terão destino particular e exclusivo da pesquisadora, para análise, de modo a manter o anonimato de cada estudante participante. Estes registros serão armazenados pela pesquisadora por um período de dois anos, para eventuais necessidades de análises desses dados.**

Esclarecemos ainda, que nem o (a) senhor (a) e o adolescente sob sua responsabilidade pagarão ou serão remunerados (as) pela participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente da participação.

Os benefícios esperados são: **tornar o momento instrucional significativo e diferenciado para o estudante. Quanto aos riscos, por esta pesquisa envolver a gravação de áudio e vídeo, existe a possibilidade do estudante não querer participar deste estudo. Assim sendo, ele estará ausente durante essas aulas.**

*Termo de Consentimento Livre Esclarecido apresentado, atendendo, conforme normas da Resolução 466/2012 de 12 de dezembro de 2012.

Informamos que esta pesquisa atende e respeita os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente- ECA, Lei Federal nº 8069 de 13 de julho de 1990, sendo eles: à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária. Garantimos também que será atendido o Artigo 18 do ECA: "É dever de todos velar pela dignidade da criança e do adolescente, pondo-os a salvo de qualquer tratamento desumano, violento, aterrorizante, vexatório ou constrangedor."

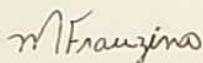
Caso o (a) senhor (a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar **Maysa de Fátima Moraes Frauzino**,

e e-mail:

ma.mfrauzino@gmail.com, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor (a).

Telêmaco Borba, 09 de março de 2017.



Maysa de Fátima Moraes Frauzino

_____ (NOME POR EXTENSO DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE DA PESQUISA), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo com a participação **voluntária** do adolescente sob minha responsabilidade na pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

*Termo de Consentimento Livre Esclarecido apresentado, atendendo, conforme normas da Resolução 466/2012 de 12 de dezembro de 2012.

Assentimento Livre e Esclarecido do Adolescente

_____ (NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE
DA PESQUISA), tendo sido totalmente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa,
concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____