Mikeas Silva de Lima

Letramento Gráfico no Ensino Superior de Química

Dissertação apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de concentração: Química Analítica e Inorgânica

Orientadora: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

Exemplar Revisado

O exemplar original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca do IQSC-USP

São Carlos – SP

2019

Ao nordestino.

AGRADECIMENTOS

“Em verdade, em verdade vos digo: aquele que crê em mim, esse também fará as obras que eu faço, e as fará maiores do que estas; porque eu vou para o Pai”

João 14:2

A Deus, por ter me proporcionado chegar até aqui, por nunca me abandonar e me permitir ser quem eu sou.

A minha família: meus pais, Severino Lima e Jacinta Lima, meu irmão, Naamã Lima e minha avó, Júlia Costa. Não há um dia que eu não sinta a falta de vocês. Obrigado por confiarem e por, mesmo à 2168 quilômetros de distância, cuidarem de mim. Toda vitória que eu alcançar, também é uma vitória de vocês.

A professora Dr^a Salete Linhares Queiroz, pela orientação e por me desafiar e me incentivar a dar o melhor de mim desde o primeiro e-mail trocado!

Aos amigos, Nathália Rodrigues, Iago Bezerril, Lucas Ramon, Jordano Lourenço, Célio Rodrigues, Isabela Lira, Fellipe Freire e Pedro Augusto, pela amizade verdadeira que encontrei em vocês e apoio incondicional. Eu escolhi vocês para também serem minha família.

Ao meu companheiro, Vitor Massarotto, por sempre me incentivar e me compreender. Sem você, meus dias em São Carlos não teriam sido tão fáceis e coloridos como são.

Aos meus tios, Edilaine Rodrigues, Genildo Ribeiro e Maria Custódio, e às minhas primas, Gabriela Souza e Karla Jordânia, que me acolheram calorosamente sempre que eu precisava me sentir em família.

Ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC, em especial à Daniela Alexandrino, Erasmo Moisés e Patrícia Cabral, por todos os momentos de aprendizagem, os quais enriqueceram não apenas o meu conhecimento científico, como também o espiritual e o humano.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“We are born naked, and the rest is just drag”

RuPaul

RESUMO

A linguagem científica é multimodal, isto é, faz uso de diversos modos de comunicação para o desenvolvimento do conhecimento científico. Entre eles, e de particular interesse para esta pesquisa, se encontram as inscrições, as quais se encaixam nos modos visuais de comunicação e são as representações visuais materiais elaboradas inerentemente durante o fazer científico, tais como gráficos, fotografias, tabelas, equações, mapas, esquemas etc. Dada a importância das inscrições, tanto para a comunicação científica, quanto para o ensino de ciências, e a sua forte presença em livros didáticos e na sala de aula, o fato de diversos estudantes apresentarem dificuldades no seu uso e interpretação chamou a atenção de alguns educadores, os quais têm voltado seus estudos para entender os fatores que interferem na produção de leituras adequadas de inscrições e elaboração de propostas que desenvolvam o letramento gráfico dos alunos. Esse seria o conhecimento relativo para lidar com os modos visuais de comunicação, em especial as inscrições. Nessa perspectiva, o presente trabalho investiga a extensão do letramento gráfico de estudantes de Bacharelado em Química em uma disciplina de comunicação científica durante a realização de exposições orais produzidas a partir de artigos originais de pesquisa. As obras de Wolff-Michael Roth e colaboradores foram adotadas como referencial teórico durante a análise, a qual se consistiu em: classificar as funções das inscrições na exposição oral em decorativa, ilustrativa ou complementar; descrever a produção de sentidos a partir das leituras de inscrições, utilizando um Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições; e classificar os tipos de leituras de inscrições em leitura competente, transparente ou problemática. Observa-se que a produção de sentidos se relaciona com a função da inscrição, em que inscrições decorativas e ilustrativas requerem uma participação mais ativa da audiência. Já as complementares dependem mais dos recursos semióticos disponibilizados pelo aluno expositor. A partir disso, a interpretação das inscrições pode ser descrita em termos de elementos e processos do Modelo, o que revela se o que foi disponibilizado era adequado ou não para a produção de sentidos. Em relação à extensão do letramento gráfico dos grupos investigados, um deles se encontra na dimensão analítica, na qual os alunos veem e utilizam as inscrições prioritariamente como dados científicos. É notável também o amplo contato com diversos tipos de inscrições e o desenvolvimento de diversas habilidades relacionadas ao letramento gráfico. Os dois demais grupos se encontram na dimensão elementar, na qual os alunos utilizam e veem inscrições prioritariamente como ilustradores do conhecimento científico, com um contato restrito com os diversos tipos de inscrição, assim como, o desenvolvimento inadequado de habilidades relacionadas ao letramento gráfico e uma produção de sentidos que não revela o papel das inscrições para a ciência. A leitura competente foi predominante em todas as apresentações, o que era esperado e adequado, devido ao contexto e situação comunicativa da exposição oral. Foi possível ainda identificar um novo tipo de leitura de inscrições, denominada leitura competente inversa. Ademais, o trabalho contribui com o delineamento de ações que promovem o letramento gráfico e com aportes teóricos para a inclusão da discussão dessa temática nos cursos de formação docente.

Palavras-chave: Inscrições. Letramento gráfico. Exposição oral. Comunicação científica. Química.

ABSTRACT

Scientific language is multimodal, that is, it makes use of several modes of communication to develop scientific knowledge. Among them, and of particular interest for this research, are the inscriptions, which fit into the visual modes of communication and are the material visual representations created inherently in scientific tasks, such as graphs, photographs, tables, equations, maps, schemes, etc. Given the importance of the inscriptions both for science communication and science teaching, as well as their strong presence in textbooks and the classroom, the fact that students find it difficult to use and interpret them has drawn the attention of educators, who have focused their studies on understanding the factors that interfere in producing adequate readings of inscriptions and drawing up proposals that develop students' graphicacy. This would be the relative knowledge to deal with visual modes of communication, especially inscriptions. In this perspective, this study investigates the extent of Chemistry undergraduates' graphicacy in a science communication course, while giving oral presentations produced from original research articles. Researches carried out by Wolff-Michael Roth *et al.* was adopted as a theoretical reference during the analysis, which consisted of: classifying the functions of the inscriptions in oral presentations into decorative, illustrative or complementary; describing the production of meanings from the inscription readings using a Semiotic Model to the Reading of Inscriptions; and classifying types of inscription readings into competent, transparent, or problematic reading. It can be observed that the production of meanings is related to the function of the inscription, which decorative and illustrative ones require a more active participation from the audience. The complementary ones depend more on the semiotic resources offered by the student giving the presentation. Based on this, interpreting the inscriptions can be described in terms of the elements and processes of the Model, which reveals whether or not what was made available was adequate for the production of meanings. Concerning the extent of the graphicacy of the groups investigated, one of them can be found in the analytical dimension, in which the students see and use the inscriptions as scientific data. It is worth mentioning the wide range of contact with several types of inscriptions and the development of various skills related to graphicacy. The other two groups are in the elementary dimension, in which the students use and see the inscriptions primarily as illustrators of scientific knowledge, having restricted contact with the various types of inscription. In this case, the development of few skills related to graphicacy and a production of meanings can be observed that does not reveal the role of inscriptions for science. Competent reading was predominant in all presentations, which was expected and appropriate due to the context and communicative nature of the oral presentation. A new type of reading for inscriptions was identified called reverse competent reading. In addition, this study contributes to designing actions that promote graphicacy, as well as theoretical contributions to include the discussion of this theme in teacher training courses.

Keywords: Inscriptions. Graphicacy. Oral presentation. Science communication. Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – <i>Continuum</i> com diversos tipos de inscrições relacionados à espectroscopia de absorção atômica.	31
Figura 3.2 – Gráfico de concentração vs tempo para uma reação $A \rightleftharpoons B$.	35
Figura 3.3 – Concepção tríade de signo.	38
Figura 3.4 – Gráfico de concentração vs tempo para uma reação genérica.	39
Figura 3.5 – MSLI de Roth e Bowen (2001).	42
Figura 3.6 – Gráfico que demonstra a variação das taxas de natalidade e mortalidade, de acordo com a densidade populacional.	44
Figura 3.7 – Espectro de absorção na região do infravermelho do 1-hexino.	47
Figura 3.8 – Distância percorrida por dois veículos com diferentes velocidades.	49
Figura 4.1 – Etapas da sequência didática aplicada na disciplina CELCII.	53
Figura 5.1 – Animação utilizada na UA-5 da EO-G1.	71
Figura 5.2 – Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem na UA-5 da EO-G1.	73
Figura 5.3 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G1.	84
Figura 5.4 – Mapa georreferenciado de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem na UA-5 da EO-G2.	104
Figura 5.5 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G2.	109
Figura 5.6 – Porcentagens de ferro distribuído nas frações do sedimento do rio Cachoeira.	132
Figura 5.7 – Dendrograma de análise de cluster agrupado pelos resultados das amostras de sedimento coletadas no período seco.	134
Figura 5.8 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G3.	137
Figura 6.1 – <i>Slide</i> da UA-5 da EO-G1.	148
Figura 6.2 – Adaptações realizadas pelo G1 na tabela que apresenta a concentração (mg kg^{-1}) dos metais pseudototais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.	156

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G1.	63
Tabela 5.2 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G2.	93
Tabela 5.3 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G3.	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Artigos da seção <i>Relatos de Sala de Aula</i> da revista Química Nova na Escola, no período 1995 a 2017, que trazem de forma explícita atividades com inscrições, e quais inscrições foram produzidas ou utilizadas pelos alunos.	25
Quadro 3.1 – Funções de inscrições em uma EO.	37
Quadro 4.1 – Artigos selecionados e distribuídos entre os grupos.	52
Quadro 4.2 – Normas de transcrição adotadas.	56
Quadro 4.3 – Exemplo de UA com identificação de processos do MSLI.	57
Quadro 4.4 – Exemplo de UA que apresenta a identificação dos tipos de leituras.	58
Quadro 5.1 – UA-2 da EO-G1.	66
Quadro 5.2 – UA-3 da EO-G1.	67
Quadro 5.3 – UA-6 da EO-G1.	69
Quadro 5.4 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G1.	70
Quadro 5.5 – Processos do MSLI na UA-8 da EO-G1.	74
Quadro 5.6 – Processos do MSLI na UA-10 da EO-G1.	76
Quadro 5.7 – Processos do MSLI na UA-11 da EO-G1.	78
Quadro 5.8 – Processos do MSLI na UA-13 da EO-G1.	82
Quadro 5.9 – Tipos de leituras na UA-8 da EO-G1.	86
Quadro 5.10 – Tipos de leituras na UA-12 da EO-G1.	87
Quadro 5.11 – Tipos de leituras na UA-13 da EO-G1.	88
Quadro 5.12 – Tipos de leituras na UA-5 da EO-G1.	89
Quadro 5.13 – UA-9 da EO-G2.	96
Quadro 5.14 – UA-11 da EO-G2.	97
Quadro 5.15 – UA-12 da EO-G2.	97
Quadro 5.16 – UA-4 da EO-G2.	99
Quadro 5.17 – Processos do MSLI na UA-4 da EO-G2.	100
Quadro 5.18 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G2.	102
Quadro 5.19 – Processos do MSLI na UA-6 da EO-G2.	105
Quadro 5.20 – Processos do MSLI na UA-9 da EO-G2.	107
Quadro 5.21 – Tipos de leituras na UA-9 da EO-G2.	111
Quadro 5.22 – Tipos de leituras nas UA-7 da EO-G2.	112
Quadro 5.23 – Tipos de leituras nas UA-5 da EO-G2.	113
Quadro 5.24 – UA-5 da EO-G3.	119

Quadro 5.25 – UA-14 da EO-G3.	121
Quadro 5.26 – UA-15 da EO-G3.	122
Quadro 5.27 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G3.	124
Quadro 5.28 – Processos do MSLI na UA-6 da EO-G3.	125
Quadro 5.29 – Processos do MSLI na UA-13 da EO-G3.	128
Quadro 5.30 – Processos do MSLI na UA-14 da EO-G3.	131
Quadro 5.31 – Processos do MSLI na UA-15 da EO-G3.	133
Quadro 5.32 – Processos do MSLI na UA-16 da EO-G3.	135
Quadro 5.33 – Tipos de leituras nas na UA-14 da EO-G3.	139
Quadro 5.34 – Tipos de leituras na UA-15 da EO-G3.	139
Quadro 5.35 – Tipos de leituras na UA-5 da EO-G3.	141
Quadro 5.36 – Tipos de leituras na UA-16 da EO-G3.	142
Quadro 6.1 – Aspectos destacados durante a leitura da tabela na UA-11 da EO-G1.	150
Quadro 6.2 – UA-6 da EO-G1.	154

LISTA DE ABREVIATURAS

AAS	Espectroscopia de Absorção Atômica
CELCII	Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
EPE	Elementos do Processo de Estruturação
EPF	Elementos do Processo de Fundamentação
EO	Exposição Oral
EO-G1	Exposição Oral do Grupo 1
EO-G2	Exposição Oral do Grupo 2
EO-G3	Exposição Oral do Grupo 3
GPEQSC	Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC
IQSC	Instituto de Química de São Carlos
LCI	Leitura Competente Inversa
MSLI	Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições
PAE	Programa de Aperfeiçoamento do Ensino
PETAR	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
TEC	Concentração de Efeito Limiar
UA	Unidade de Análise
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Inscrições	18
1.2 Letramento gráfico	21
1.2.1 Dificuldades na interpretação de inscrições	22
2. OBJETIVOS	29
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS	31
3.1 Os tipos de inscrições	31
3.1.1 Fotografias	32
3.1.2 Desenhos icônicos e desenhos esquemáticos	34
3.1.3 Gráficos, tabelas e expressões algébricas	35
3.2 Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (MSLI) de Roth e Bowen (2001)	38
3.2.1 Concepções semióticas no MSLI	39
3.3 Tipos de leituras de inscrições	46
4. METODOLOGIA	51
4.1 Contexto da pesquisa	51
4.2 Coleta de dados	55
4.3 Análise dos dados	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.1 Análise da EO-G1	62
5.1.1 Processos do MSLI na EO-G1	70
5.1.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G1	85
5.1.2.1 Leituras transparentes na EO-G1	85
5.1.2.2 Leituras competentes na EO-G1	89
5.1.2.3 Leitura problemática na EO-G1	91
5.2 Análise da EO-G2	92
5.2.1 Processos do MSLI na EO-G2	100
5.2.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G2	110
5.2.2.1 Leituras transparentes na EO-G2	111
5.2.2.2 Leituras competentes na EO-G2	113
5.3 Análise da EO-G3	116
5.3.1 Processos do MSLI na EO-G3	123

5.3.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G3	138
5.3.2.1 Leituras transparentes na EO-G3	138
5.3.2.2 Leituras competentes na EO-G3	140
6. SÍNTESE COMPARATIVA: A EXTENSÃO DO LETRAMENTO GRÁFICO DOS GRUPOS G1, G2 E G3	145
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
REFERÊNCIAS	169
APÊNDICE A	177

1 INTRODUÇÃO

Entre tantos fenômenos naturais intrínsecos relacionados ao homem, como a reprodução e a produção de conhecimento, está a comunicação. Suas características variam de acordo com os grupos entre os quais ela se efetua. A comunicação científica é aquela realizada na comunidade científica e incorpora as atividades associadas à produção, disseminação e uso da informação, desde o momento em que o cientista concebe uma ideia para pesquisar, até o momento em que a informação acerca dos resultados é aceita como constituinte do estoque universal de conhecimentos. (GARVEY; GRIFFITH, 1979 apud MUELLER, 1995)¹. Entre algumas das principais funções da comunicação científica estão: responder questões específicas; por em prova a confiabilidade de novos conhecimentos; divulgar as principais tendências e áreas emergentes; e dar *feedback* para aperfeiçoamento da produção do pesquisador. (MUELLER, 1995).

A ciência contemporânea cresce de forma contínua e acelerada. Segundo relatório do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2016), no Brasil, foram titulados 2.584 doutores e 10.482 mestres no ano de 1996, já em 2014 foram titulados 16.729 doutores e 50.206 mestres. E, junto com o crescimento do número de cientistas, cresce a comunicação científica. Cruz (2010) mostra que o número de artigos publicados, no Brasil, saltou de 3.399, em 1995, para 14.486, em 2009. Esse crescimento depende da comunicação científica e de um conjunto de regras que devem ser respeitadas. Nessa perspectiva, concordamos com Mueller (1995, p. 64) ao afirmar que “a literatura de um assunto científico é tão importante para ele quanto a própria pesquisa, pois esta não estaria completa se seus resultados não fossem divulgados”.

A confiabilidade é uma das características que distingue o conhecimento científico do conhecimento popular. A comunicação científica se faz importante na obtenção dessa característica pois, além de utilizar uma rigorosa metodologia durante a pesquisa, é necessário que os resultados obtidos sejam confrontados e sujeitos à avaliação de outros cientistas. Nesse sentido, é desejável que toda pesquisa científica gere pelo menos uma publicação formal, que pode variar em formato, meio de veiculação, audiência e função. O processo de publicação é tão genuíno quanto a ideia que originou, o planejamento e a execução da pesquisa científica. (MUELLER, 1995).

¹GARVEY, W. D.; GRIFFITH, B. C. Communication and information process within scientific disciplines, empirical findings for psychology. In: GARVEY, W. D. **Communication: the essence of science; facilitating information among librarians, scientists, engineers and students.** Oxford: Pergamon, 1979. p. 127-147.

A comunicação científica não é importante somente para a produção do conhecimento em si, mas também para o ensino e aprendizagem de ciências. Segundo Mortimer (2010), aprender ciências significa aprender a linguagem científica. Tais processos são inseparáveis e a ciência seria como uma nova linguagem que o professor pretende ensinar a seus alunos. No processo de aprendizagem da linguagem científica é necessário, o reconhecimento de semelhanças e diferenças entre esta e a linguagem utilizada no cotidiano. Entre as semelhanças, pode-se citar a multimodalidade, ou seja, a utilização de diversos modos de comunicação para transmitir uma mensagem. Entre as diferenças, Mortimer (2010) cita algumas peculiaridades que distinguem a linguagem verbal científica da linguagem verbal cotidiana, como a frequente ausência de sujeito e a presença de processos de nominalização. Tais peculiaridades não surgiram em um momento específico, mas foram sendo estabelecidas durante o desenvolvimento científico, como um meio de registrar e ampliar o conhecimento. (MORTIMER; CHAGAS; ALVARENGA, 2016).

Nesse cenário, a capacidade de comunicação em linguagem científica se transforma em uma habilidade valiosa para quem se dedica à produção do conhecimento científico. No entanto, um trabalho mais sistemático com a comunicação científica não é discutido e realizado nas salas de aula de ciências, seja por falta de preparo dos docentes ou por falta de material que forneça fundamentos teórico-metodológicos para uma orientação que vise ao seu aperfeiçoamento. A abordagem das características dos gêneros científicos e de sua produção, geralmente, se reduzem a noções gerais acerca da busca de informação e da padronização de trabalhos acadêmicos. (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2015).

Oliveira e Queiroz (2008) verificam que tanto alunos de graduação, quanto de pós-graduação e professores percebem a importância da comunicação científica. Os autores tecem algumas considerações que servem para subsidiar propostas de trabalho de comunicação em linguagem científica de graduandos em química, como: a inserção dessas propostas desde o primeiro ano de curso, a abordagem de questões éticas vinculadas à comunicação científica e a inclusão de discussões sobre a comunicação científica no âmbito da formação de docentes de química. Os autores notam ainda o interesse dos graduandos em terem mais oportunidades de desenvolverem suas habilidades relacionadas à comunicação científica.

Para realizar e participar de momentos de comunicação científica durante sua carreira, o cientista irá fazer uso dos mais diversos gêneros textuais e discursivos, sejam eles escritos ou orais. Assim, é indispensável que o cientista em formação compreenda as características dos gêneros na comunidade científica e, em especial, as situações comunicativas em que eles se

realizam, para que, de fato, possa interiorizá-los como uma prática social e desenvolver a linguagem científica. (ROJO, 2006).

Nesse contexto, apresentações e exposições orais, palestras e seminários, entre outros gêneros que compõem a oralidade, são formas comuns de divulgação dos resultados de trabalhos científicos, seja em encontros científicos ou ao final de cursos de graduação ou pós-graduação para obtenção de título. A exposição oral (EO), antigamente, era considerada uma técnica e prática de ensino tipicamente acadêmica, ou seja, presente apenas em cursos de graduação e pós-graduação. Por influência do movimento Escola Nova, ela começou a ser difundida e empregada no ensino básico.

Hoje, embora bastante presente no meio educacional, a EO não se configura somente nessa esfera social. Empresários, categorias profissionais específicas, políticos, religiosos, entre outros grupos culturais, também fazem uso do referido gênero, o qual configura-se assim como um gênero oral público, no qual um expositor especialista dirige-se a um auditório, de maneira explicitamente estruturada, para lhe transmitir informações, lhe descrever ou explicar algum assunto. (DOLZ et al., 2004).

O desenvolvimento das habilidades de comunicação em linguagem científica está em pauta nos documentos curriculares brasileiros. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Ciências recomendam o desenvolvimento da competência *Representação e Comunicação*, a qual inclui habilidades como “traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas; compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual” (BRASIL, 1999, p. 39); “expressar-se oralmente com correção e clareza, usando a terminologia correta; produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões”. (BRASIL, 1999, p. 12).

Em relação ao ensino superior, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química recomendam que o graduado saiba “interpretar e utilizar as diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, símbolos, expressões); comunicar corretamente os projetos e resultados de pesquisa na linguagem científica, oral e escrita”. (ZUCCO; PESSINE; ANDRADE, 1999, p. 457). Apesar dessas recomendações e da EO estar bastante difundida atualmente nas práticas escolares, assim como outros gêneros que compõem a oralidade, não há à disposição dos professores de ciências uma quantidade considerável de estudos que forneçam fundamentos teórico-metodológicos para uma prática mais sistemática desse gênero nas salas de aula de ciências.

Ao avaliar os documentos curriculares nacionais, Freitas (2016) mostra que a oralidade não é tomada como objeto de ensino, com uma reflexão de suas especificidades, trabalhada a

partir de objetivos e necessidades de aprendizagem dessa modalidade. A oralidade, habitualmente, surge apenas como meio para a obtenção de outros saberes, ou para a avaliação do conhecimento dos alunos.

Outro ponto que também chama atenção, à luz da leitura dos documentos curriculares brasileiros, são as menções (neles presentes) de que o aluno deve desenvolver a capacidade de se expressar utilizando diferentes formas de representações. Como mencionado anteriormente, uma das características da linguagem científica é que ela é multimodal. Ao considerar que a linguagem científica faz uso de diversos modos de comunicação para transmissão do conhecimento científico, trabalhos apontam para, geralmente, três modos de comunicação: os modos verbais, os modos gestuais/acionais e os modos gráfico-visuais. (PICCININI; MARTINS, 2008; ALVES, 2011; QUADROS et al., 2012, SÁ et al., 2013).

O uso dos modos de comunicação gráfico-visuais na sala de aula e nos livros didáticos de ciências é notavelmente frequente. No esforço de transformar dados científicos em fatos para que os outros pesquisadores se convençam da importância do que fazem e da verdade que dizem, em concordância com Latour e Woolgar (1997), os cientistas precisam desenvolver habilidades de persuasão e de construção de representações desses fatos, como tabelas, fotografias, gráficos, equações etc. Dessa forma, a comunicação científica exige o conhecimento de como trabalhar com os modos visuais de comunicação e com as formas de representações citadas, as quais, a partir desse ponto, serão denotadas de inscrições. Em outras linhas, a comunicação científica exige do cientista habilidades de letramento gráfico. A partir disso, é apresentada, a seguir, a definição de inscrições e de letramento gráfico.

1.1 Inscrições

O termo inscrição, empregado originalmente por Latour e Woolgar (1997), vem nomear, antropológicamente e sociologicamente, **representações visuais materiais**, tais como gráficos, fotografias, mapas, diagramas, esquemas, tabelas e equações, inerentemente elaborados em laboratórios de pesquisa para retratar os objetos e fenômenos de estudo da ciência. Ainda, segundo esses autores, os aparelhos que transformam a matéria em documentos escritos são chamados de inscrites ou dispositivos de inscrição.

Roth e McGinn (1998) elencam algumas características das inscrições: já que são materializadas, inscrições podem ser transportadas de um local para outro sem que suas propriedades ou relações internas se modifiquem; são facilmente redimensionadas para produzir imagens maiores ou menores sem provocar mudanças nas suas relações internas;

podem ser sobrepostas umas às outras ou combinadas com elementos geométricos, criando assim inscrições em camadas; podem ser traduzidas em outras inscrições, que são novamente traduzidas, formando assim uma cascata ou *continuum* das inscrições. Tais características justificam a centralidade das inscrições na construção do pensamento científico.

Alves (2011) lista algumas funções que as inscrições podem cumprir, entre elas relacionar o mundo dos fenômenos e objetos com o mundo dos conceitos e teorias; servir de apoio à memória, já que registram dados e guardam informações; compartilhar e distribuir informações; elucidar padrões e regularidades, assim como a falta destes; organizar e coordenar conjuntos de dados coesamente e coerentemente; produzir previsões e tendências quantitativas de grandezas associadas aos fenômenos em estudo; descrever fenômenos e ilustrar conceitos os quais dificilmente seriam visualizados utilizando-se palavras.

Apesar de as inscrições serem ferramentas culturais criadas e utilizadas nas ciências naturais, seu uso não se restringe apenas à pesquisa científica no laboratório. (PAULA; ALVES, 2009). As inscrições estão intimamente relacionadas com a comunicação científica. De fato, a produção de um artigo científico, por exemplo, gira em torno da adaptação das inscrições utilizadas na pesquisa científica (PAULA; ALVES, 2009), na qual o papel da inscrição é evidenciar conclusões, assim como servir de matéria-prima na elaboração de justificativas, modelos e argumentos, que darão a confiabilidade necessária ao conhecimento produzido.

A respeito disso, Latour e Woolgar (1997) comentam que:

A noção de inscridor tem uma consequência essencial: ela estabelece uma relação direta com a ‘substância original’. As discussões sobre a propriedade da substância têm como foco o esquema ou a curva. A atividade que separa essas duas etapas e os processos – por vezes longos e caros – que elas desencadearam ficam ocultos quando se discute o significado dos dados obtidos. O diagrama final torna-se ponto de partida do processo sempre renovado de escrita dos artigos sobre a substância em questão. Nos escritórios são produzidos os artigos que comparam e opõem esses diagramas a outros que com eles se parecem, e aos que se encontram nos artigos já publicados. (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 45).

De forma similar, as inscrições estão fortemente presentes no ensino de ciências. Nessa perspectiva, Alves (2011) traz o termo *inscrições didáticas* para se referir àquelas inseridas no livro didático, que são as mesmas inscrições utilizadas na pesquisa científica, porém com moldes e propósito definidos para proporcionar educação em ciências, a partir da sua inclusão em textos com caráter pedagógico. Assim, as inscrições ganham a configuração de inscrição didática, já que o livro didático não é um gênero científico, mas sim um gênero composto por elementos dos gêneros científicos, cotidiano e didático. (BRAGA; MORTIMER, 2003).

De particular relevância para a química, também estão as inscrições que representam os objetos de interesse dessa ciência, tais como modelos moleculares, espectros, vidrarias de laboratórios etc., que são definidas por Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) como inscrições químicas. Segundo os autores, essas inscrições podem ser classificadas como: inscrições macroscópicas, que geralmente denotam os fenômenos que podem ser observados a olho nu; inscrições microscópicas, que denotam modelos baseados na teoria atomística da matéria; e inscrições simbólicas, que são as fórmulas moleculares e equações. Além disso, uma única representação também pode ser classificada em mais de uma categoria, como Mg, que pode simbolizar o átomo de magnésio (inscrição simbólica) ou a substância metálica (inscrição macroscópica).

O uso de inscrições químicas, modelos, metáforas e analogias como recursos didáticos é recorrente no ensino de ciências, pelo fato de auxiliarem o processo de construção e visualização de conceitos abstratos. Isso é impulsionado, ainda, pela tentativa de aproximar o cotidiano do aluno ao conteúdo em pauta na sala de aula, o que é importante para que este consiga associar o conhecimento adquirido no ambiente mencionado com possíveis aplicações no seu dia a dia.

É muito comum encontrar nos livros didáticos o uso de uma inscrição que representa algo familiar ao aluno para auxiliar no entendimento de outra inscrição não tão familiar, como o uso de bolas para representar átomos. No entanto, os estudantes podem assumir que moléculas funcionam semelhantemente a bolas, ou seja, que o mundo microscópico é uma miniatura do mundo macroscópico e, assim, não conseguir distinguir o mundo macroscópico do mundo microscópico, ou seja, os eventos microscópicos são tidos como fenômenos, ao invés de modelos. (HAN; ROTH, 2006).

Essa dificuldade dos estudantes é atribuída ao fato de a natureza das partículas subatômicas contradizer a intuição dos estudantes de visualização da matéria como contínua. A descontinuidade da matéria, junto ao conceito de vácuo, é um dos conceitos mais difíceis de serem aceitos pelos alunos. (HAN; ROTH, 2006). Assim, a invisibilidade das partículas força o uso de modelos, para que possamos “visualizar” o mundo microscópico. No entanto, o uso de forma equivocada e sem planejamento pode acarretar uma série de problemas. A inclusão, portanto, de discussões sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem de modelos científicos e do uso de inscrições químicas nos cursos de formação de professores se faz necessária.

Dada a importância das inscrições tanto para a ciência, quanto para o ensino de ciências, e sua forte presença em textos didáticos e salas de aulas, o fato de diversos estudantes do ensino médio ou do ensino superior apresentarem dificuldades no seu uso e interpretação é inquietante.

(ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). A partir disso, e com o advento da cultura visual, não é surpresa que educadores venham chamando atenção para que haja uma correta orientação em como ler, interpretar e avaliar as inscrições e as informações as quais os indivíduos são expostos. (DANOS, 2011).

1.2 Letramento gráfico

A expressão *letramento gráfico* deriva de diversos termos, como *graphical literacy*, *graphicacy* ou *graph sense*, entre outros, em inglês que, segundo Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), se referem ao conhecimento relativo que os estudantes devem desenvolver para que possam lidar diariamente com os modos de comunicação visuais, em especial as inscrições. Numa visão mais ampla, além de proporcionar uma leitura eficiente de inscrições, o letramento gráfico permite ao aluno questionar as relações de poder, os discursos e identidades produzidas e reproduzidas durante a construção e utilização das várias formas de representação visual. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

Destaca-se que o termo *letramento gráfico* encontra correlação com trabalhos brasileiros de ensino de química, a partir do termo letramento visual (FERREIRA; ARROIO, 2013). A diferença entre esses termos é que o último contém uma perspectiva mais ampla, já que considera o estudo de imagens estáticas, em movimentos e mistas, como por exemplo, vídeos, animações e até mesmo gestos realizados por um locutor durante o processo de comunicação, o que faz com ele seja tratado em áreas que transcendem o ensino de ciências. Já o letramento gráfico, na perspectiva de Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), se restringe às inscrições como representações não mentais e bidimensionais, e a relação icônica que estas estabelecem com o mundo dos fenômenos e objetos.

Pensando-se no próprio alfabeto, quando criado, cada letra era considerada uma imagem, ou seja, não havia distinção entre letras e imagens e assim o letramento e o letramento gráfico estavam fundidos. Construir uma sentença era apenas colocar imagens em uma ordem que fizesse sentido. (DANOS, 2011). Com o surgimento da impressão, os textos e as ilustrações se diferenciaram de forma que os modos verbais de comunicação (escrita e fala) foram considerados superiores nas práticas comunicativas, e figuras, gráficos, entre outros modos de comunicação visual, foram entendidos apenas como recursos ilustrativos. No entanto, a partir do entendimento da linguagem como um fenômeno multimodal, a relação entre os diversos modos se estreitou, de forma que cada um deles tem sua representatividade e importância no

fenômeno da comunicação. Algumas características e relações existentes entre esses modos serão explicitadas posteriormente.

Dessa forma, questionar o papel atribuído aos modos de comunicação visual é, além de indispensável, autêntico e legítimo para a compreensão em uma dimensão mais ampla do fenômeno de comunicação, em especial, a comunicação científica, já que letramento e letramento matemático não são mais suficientes para se comunicar efetivamente. Habilidades adicionais de manuseio de representações gráficas, que representam o desenvolvimento do letramento gráfico, também são necessárias aos estudantes. (STOKES, 2002).

Algumas habilidades referentes ao desenvolvimento do letramento gráfico listadas na literatura são: produzir e interpretar inscrições; traduzir determinados tipos de inscrições em outros tipos de inscrições; adequar inscrições a contextos diferentes daqueles em que foram concebidas; reconhecer que as inscrições não representam, em sua totalidade, a realidade; aplicar recursos semióticos e ferramentas matemáticas para proporcionar e direcionar a produção de sentidos; interagir com a inscrição de forma a manipulá-la mentalmente e concretamente; extrapolar, prever e inferir relações entre os dados presentes na inscrição; questionar e refletir sobre a forma como a inscrição foi construída; entre outras. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005; KELLER, 2008; OLANDE, 2014).

1.2.1 Dificuldades na interpretação de inscrições

Interpretar inscrições não é um processo simples, sendo este reportado em pesquisas como uma das maiores dificuldades encontradas pelos estudantes durante o manuseio das mesmas. (BOWEN; ROTH, 2002; ROTH, 2004; ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Segundo Roth (2002), as análises e pesquisas acerca da leitura e interpretação de gráficos têm sido conduzidas a partir de duas ênfases, que identificam as fontes de problemas durante o trabalho com inscrições. A primeira trata-se de uma aproximação que toma como ponto de partida as qualidades dos gráficos apresentados nos textos didáticos e na sala de aula. A segunda aproximação se concentra no papel da cultura e das experiências individuais no entendimento das inscrições, descrevendo seu uso como uma prática social.

Em relação à primeira aproximação, análises de como alunos interagem com inscrições presentes em livros didáticos e ambientes de ensino fornecem uma base para discutir as suas competências em diversas práticas científicas, incluindo as de uso e interpretação de inscrições, já que essas são as fontes primárias de encontro dos mesmos com as inscrições. As pesquisas

nessa abordagem revelam grandes problemas nas formas como estas são apresentadas nos textos ou durante as aulas.

Nass (2008) analisou os gráficos cartesianos presentes em livros didáticos brasileiros destinados ao ensino de química. O autor pôde verificar que muitos gráficos continham deficiências estruturais, como a falta de elementos informativos (legendas e rótulos), e até mesmo falta de escala; a maioria dos gráficos possuía apenas uma função ilustrativa, o que fomenta a perpetuação do pensamento de que estudar química significa memorizar fórmulas; a inclusão dos gráficos nos textos didáticos se dava quando os autores acreditavam que a inscrição explicaria o fenômeno em estudo de uma forma melhor que palavras, porém, esqueciam que para o aluno interpretar corretamente um gráfico é preciso que isso seja ensinado.

Bowen e Roth (2002) apontam que as inscrições presentes em artigos originais de pesquisa fornecem mais recursos para interpretação e são menos ambíguas do que as que aparecem em livros didáticos, sejam estes de ensino médio ou superior. Os autores verificam ainda que durante a adaptação de uma inscrição, de um artigo original de pesquisa para um texto didático, são realizadas mudanças que têm, na verdade, um elevado potencial para promoção de interpretações empobrecidas e deturpadas. Esses dados evidenciam que há uma lacuna na relação do texto didático com a inscrição, proporcionando, assim, dificuldades de interpretações pelos alunos.

Nessa perspectiva, Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) recomendam que os autores de inscrições devem atentar para as características da inscrição criada, assim como da sua inclusão em materiais didáticos. Por exemplo, em um gráfico, atentar para a utilização de legendas e rótulos, observar o esquema de cores e tamanhos de linhas, entre outros aspectos; em uma fotografia, observar o foco da imagem, a iluminação e a perspectiva. Para os autores, esses aspectos são usados como marcadores, que permitem aos leitores coordenarem a orientação da leitura para a produção adequada de sentidos, reduzindo e limitando a flexibilidade interpretativa das inscrições. Em relação a isso, Nass (2008) concorda com as recomendações anteriores e adiciona que os autores de livros didáticos devem abordar os aspectos sociais do gráfico, como o seu contexto de produção e aplicação, dando utilidade ao conhecimento transmitido na inscrição e assim conquistando a confiança do aluno e proporcionando um contínuo amadurecimento do seu letramento gráfico.

A segunda abordagem realizada nas pesquisas com interpretação de inscrições evidencia que as dificuldades apresentadas nesse processo advêm da falta de familiaridade do aluno com as práticas e atividades que envolvem inscrições, ou seja, existem lacunas de experiências participativas em práticas sociais, históricas e culturais de uso de inscrições. Essa perspectiva

traz o desenvolvimento do letramento gráfico, por meio da interação com as inscrições, como uma prática social.

Apesar do conceito de inscrições – representações visuais materiais – deixar de lado as representações visuais mentais, não significa que a perspectiva da prática social sugere que não existe nada de mental na leitura das inscrições. Mas ao contrário, na perspectiva da prática social, considera-se que qualquer modelagem interna de leitura é realizada somente após todas as práticas materiais concretas terem sido descritas e teorizadas. (POZZER-ARDENGHI; ROTH, 2010).

Ainda para Pozzer-Ardenghi e Roth (2010), tomar as inscrições como práticas sociais revela os melhores caminhos (práticas) para trabalhar a leitura de inscrições e o desenvolvimento de letramento gráfico a partir do uso de textos científicos e didáticos na sala de aula. Tais caminhos emergem da interação entre os membros de uma sociedade e as produções que essas interações elaboram, ou seja, se configuram como as práticas disponíveis aos membros da comunidade científica para o trabalho com as inscrições. Por exemplo, no referido contexto, temos a redação de um artigo ou de um relatório, a realização de uma EO, a apresentação de um pôster etc. que, ao serem levadas para a sala de aula, são denominadas por Roth e McGinn (1998) como abordagens práticas e autênticas para a promoção do letramento gráfico.

Dessa forma, as dificuldades em interpretação e compreensão de inscrições não devem ser visualizadas como um indício de deficiência cognitiva, mas, primeiramente, deve-se verificar as características visuais da inscrição e, em seguida, a falta de experiências, familiaridade e conhecimentos prévios do indivíduo com o tema e com práticas que põe em evidência atividades de leitura, interpretação, transformação e criação de inscrições. Essas atividades devem representar muito mais do que apenas a exposição exaustiva dos estudantes às inscrições, ou seja, deve ser realizado um trabalho que apresente para os alunos a importância das inscrições para a ciência e que os oriente a mudar o foco da compreensão da inscrição para a compreensão do fenômeno a partir da inscrição.

Em uma perspectiva antropológica, não é adequado esperar que os alunos sejam competentes em leitura e uso de inscrições após algumas poucas aulas sobre representação gráfica. Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) recomendam que o desenvolvimento do letramento gráfico deve ser parte integrante do ensino de ciências, em sua totalidade, e que as atividades propostas permitam aos alunos se envolverem continuamente com o letramento gráfico.

No entanto, percebemos que a realidade das práticas pedagógicas difundidas nos cursos básicos de ciências brasileiros está distante das propostas de atividades enunciadas anteriormente, que acabam privilegiando o acúmulo de conteúdo e a memorização de fórmulas, ou seja, o desenvolvimento de habilidades operacionais descontextualizadas. (REZENDE, 2015). Tais práticas dificultam a apropriação e compreensão das diferentes linguagens que constroem o conhecimento científico. A aplicação de atividades vinculadas ao uso de inscrições em apenas algumas disciplinas, como matemática ou física, também pode acarretar dificuldades de interpretação, já que ao se depararem com inscrições na aula de química ou geografia, por exemplo, os alunos necessitarão de conhecimentos específicos devido às diferenças interpretativas que as inscrições necessitam em cada disciplina. (BOWEN; ROTH, 2010).

Com o intuito de melhor compreendermos o estágio atual do desenvolvimento de práticas de letramento gráfico no contexto nacional, realizamos uma busca em um dos poucos periódicos específicos da área de educação em química no Brasil: a revista *Química Nova na Escola*. O período de busca abrangeu desde o seu início, em 1995, até 2017, tendo em vista a identificação de artigos, publicados na seção *Relatos de Sala de Aula*, que trouxessem em seu bojo práticas que colocavam os alunos em contato com as inscrições, ou seja, que fomentariam o desenvolvimento de letramento gráfico. Para tanto, foram lidos os títulos, resumos, e palavras-chave dos artigos, assim como, as sequências didáticas aplicadas durante as experiências neles relatadas, procurando radicais que faziam referência ao uso de inscrições, tais como *desenh'*, *tabela*, *mapa*, *gráfico*, *foto* e *image*'. O apóstrofo visa capturar possíveis flexões de gênero, número (por exemplo, gráfica, gráficos), entre outras, que possam ocorrer a partir de um mesmo radical.

A partir de uma análise de conteúdo dos 33 trabalhos localizados (Quadro 1.1), de um total de 129 que integram a seção ao longo do intervalo considerado, duas categorias emergiram: produção de inscrições (18 artigos), a qual contém os artigos cuja aplicação em ambiente de ensino inclui etapa na qual os alunos precisavam produzir inscrições; e uso direto de inscrições (20 artigos), a qual contém os artigos cuja aplicação em ambiente de ensino inclui etapa em que os professores forneciam inscrições para utilização por parte dos alunos. Cabe destacar que cinco trabalhos estavam presentes nas duas categorias mencionadas.

Quadro 1.1 – Artigos da seção *Relatos de Sala de Aula* da revista *Química Nova na Escola*, no período 1995 a 2017, que trazem de forma explícita atividades com inscrições, e quais inscrições foram produzidas ou utilizadas pelos alunos.

Referência Simples do Trabalho	Inscrição Produzida ou Utilizada
CASTILHO, D. L. et al. 9, 14-17, 1999.	Produção de representação do comportamento do ar dentro de um tubo com um balão na boca antes e depois de ser aquecido.

FERREIRA, R. M. H. et al. 13, 09-12, 2001.	Produção de tabelas com propriedades de preservativos. Uso de tabela com informações sobre doenças sexualmente transmissíveis no Brasil.
MARIA, L. C. S. et al. 17, 32-35, 2003.	Produção de tabela com observações de teste da chama com plásticos.
SILVA, R. M. G. 18, 26-30, 2003.	Produção de representação do ciclo da água, por meio de desenhos.
LOURENÇO, I. M. B.; RIBEIRO, E. M. F. 18, 22-25, 2003.	Produção de gráfico que mostrasse relação proporcional entre a massa e o número de objetos.
CORREIA, P. R. M. et al. 19, 19-23, 2004.	Uso de tabela proveniente de resultados experimentais.
ROCHA, J. R. C.; CAVICCHIOLI, A. 21, 29-33, 2005.	Produção de representação de substâncias químicas, por meio de desenhos.
NERI, A. L. P. et al. 23, 14-18, 2006.	Uso de tabela de solubilidade.
CURI, D. 23, 19-22, 2006.	Produção de tabela com resultados de atividades experimentais sobre polímeros.
SAMRSLA, V. E. E. et al. 25, 20-26, 2007.	Uso de fotografias de regiões montanhosas e vulcânicas.
FRANCO-MARISCAL, A. J.; CANO-IGLESIAS, M. J. 31(1), 31-33, 2009.	Uso de mapa do Brasil.
SANJUAN, M. E. C. et al. 31(3), 190-197, 2009.	Produção de tabela com resultados de atividades experimentais sobre oxidação do ferro. Uso de tabela com potenciais padrões de redução.
SILVA, D. R.; DEL PINO, J. C. 31(4), 257-264, 2009.	Produção de tabela de solubilidade.
CAVALCANTI, J. A. et al. 32(1), 31-36, 2010.	Uso de fotografia de criança nascida com má formação congênita, devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos.
RUA, E. R.; SOUZA, P. S. A. 32(2), 95-100, 2010.	Uso de mapas da região da Baía de Guanabara, na cidade do Rio de Janeiro – RJ.
RESENDE, D. R. et al. 32(3), 151-160, 2010.	Produção de representação, por meio de desenhos, que explicassem a origem do álcool no vinho de laranja e a interação do açúcar com a água quente e fria.
RIBEIRO, E. M. F. et al. 32(3), 169-175, 2010.	Produção de gráfico que mostrasse a variação de oxigênio dissolvido ao longo de um rio.
SOUZA, F. L.; MARTINS, P. 33(1), 19-24, 2011.	Uso de gráfico do volume de produção de biogás em biodigestores.
SCAFI, S. H. F.; BIAJONE, J. 33(3), 168-177, 2011.	Produção de esboço de um circuito elétrico, por meio de desenho. Uso de tabela de correlação entre calor liberado e temperatura, e tabela com opções de carga explosiva de detonação.
FRAGAL, V. H. et al. 33(4), 216-222, 2011.	Uso de fotografias de bicicletas.
LACERDA, C. C. et al. 34(2), 75-82, 2012.	Produção de representação de substâncias químicas, por meio de desenhos.
SILVA, S. C.; ABREU, D. G. 34(3), 131-135, 2012.	Uso de gráficos para representação da degradação dos alimentos.
SATURNINO, J. C. et al. 35(3), 174-181, 2013.	Uso de fotografia de materiais que contém determinados elementos químicos.
MENDONÇA, M. F. C. et al. 36(2), 108-118, 2014.	Produção de representação, por meio de desenhos: para a substância água; do trajeto da água da estação de tratamento de água até as residências; de água potável e de não potável. Uso de fotografias de uma fonte de água localizada no entorno da escola.

SOUZA, G. P. et al. 36(3), 200-210, 2014.	Uso de imagens, inclusive fotografias, extraídas da ferramenta Google Imagens™.
ROSA, M. F. et al. 37(1), 35-43, 2015.	Produção de desenho e fotografia de uma cena criminal. Uso de fotografias e tabelas relacionadas à ciência forense.
SOUZA, P. V. T. et al. 37(2), 120-124, 2015.	Uso de tabela com valores de densidade.
OLIVEIRA, J. S. et al. 37(4), 285-293, 2015.	Uso de gráfico de curva de solubilidade.
SILVA, M. A. N.; QUADROS, A. L. 38(1), 40-46, 2016.	Uso de fotografias de situações diárias que podem ou não alterar a composição da atmosfera; de gráficos da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais acerca da composição do ar em Belo Horizonte.
SILVA, N. S. et al. 38(2), 141-148, 2016.	Produção de representação, por meio de desenho, de um recipiente com gás hélio usando os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.
CRUZ, A. A. C. et al. 38(2), 167-172, 2016.	Uso de tabela representativa de gel da eletroforese.
BARRETO, B. S. J. et al. 39(1), 52-58, 2017.	Produção de representações de células eletroquímicas, por meio de desenhos.
OLIVEIRA, B. R. M. et al. 39(3), 277-285, 2017.	Produção de tabela com informações acerca do chocolate.

Dentre as inscrições produzidas pelos alunos, destacaram-se as tabelas e as representações de fenômenos ou artefatos por meio de desenhos, em seis e dez trabalhos respectivamente, enquanto que dentre aquelas oferecidas pelo professor sobressaíram-se as tabelas e as fotografias, em oito e sete trabalhos, respectivamente. Os gráficos, em contraponto, não encontraram espaço considerável em nenhuma das duas situações e o seu emprego foi pequeno, estando presente em apenas dois trabalhos na primeira categoria, e quatro trabalhos na segunda, de forma restrita a, praticamente, um único tipo, o gráfico de linha.

Poucas iniciativas apontam contribuições para o desenvolvimento do letramento gráfico. Uma delas é descrita a seguir: no trabalho de Ribeiro, Maia e Wartha (2010), após entender sobre a composição, fabricação e ação do sabão e detergente, os alunos realizaram um procedimento simples para determinação do oxigênio dissolvido em amostras de água do rio Cachoeira, em Ilhéus, BA. Os resultados expressos em gráfico foram discutidos em sala de aula, causando um impacto, pois somente a partir da construção da inscrição foi que os alunos perceberam a sua responsabilidade para com a preservação do meio-ambiente, já que esta evidenciava que o oxigênio dissolvido caía significativamente ao atravessar o centro urbano.

A abordagem realizada por esses autores se alinha com as perspectivas de Roth e McGinn (1998), os quais indicam que as inscrições poderiam ser incluídas no ensino de ciências a partir de abordagens práticas e autênticas, de forma que os estudantes possam entender que a habilidade de se comunicar via inscrições não é apenas construir gráficos e tabelas a partir de

um conjunto de dados. Quando inseridas em uma sequência de processos, que os levem a pensar em termos de inscrições, a natureza e o propósito delas para a ciência tornam-se mais claros para os alunos, facilitando a criação e compreensão das mesmas. (WU; KRAJCIK, 2006; LUNSFORD et al., 2007).

Dessa forma, a presente pesquisa se insere no contexto de investigação de como ocorre o tratamento das representações visuais e o desenvolvimento das habilidades de se comunicar utilizando inscrições em meio à comunicação científica, em especial, durante a realização de EO. Pretendemos, assim, contribuir para a expansão dos aportes teórico-metodológicos que podem ajudar na reavaliação das atividades de ensino-aprendizagem empreendidas em cursos de ciências que visam o desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico. O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é verificar qual a extensão do letramento gráfico de estudantes do primeiro ano do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), matriculados na disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II (CELCII). Para isso, serão investigadas as interações dos estudantes com as inscrições em práticas culturais científicas autênticas que, neste trabalho, se configuram como EO. A partir desse objetivo geral, temos os seguintes objetivos específicos:

I. verificar as funções das inscrições nas apresentações orais;

II. mapear nas EO dos alunos a presença de elementos que evidenciam a forma como se deu a produção de sentidos durante a leitura de inscrições, tomando como fundamentação teórica o Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (MSLI) de Roth e Bowen (2001);

III. identificar os tipos de leituras de inscrições realizados durante a EO, elencados por Roth (2002), buscando os fatores que influenciam na forma como os estudantes abordam as inscrições durante a EO.

O alcance dos objetivos visa o oferecimento de respostas para os seguintes questionamentos, que se constituem nos problemas de pesquisa deste trabalho: a) como ocorre a produção de sentidos a partir das inscrições durante a realização da EO? b) em qual extensão se dá o letramento gráfico dos alunos a partir da realização de EO?

O MSLI de Roth e Bowen (2001) e os tipos de leituras de inscrições, segundo Roth (2002), serão detalhados no capítulo de *Referenciais Teóricos*, a seguir.

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

A seguir, são apresentados os referenciais teóricos para o entendimento e tratamento das questões de pesquisa delineadas. Baseando-se nas obras do cientista Wolff-Michael Roth e colaboradores, aprofunda-se o conceito de inscrição, abordando os tipos de inscrições e suas funções. Delineia-se também um modelo de leitura de inscrições, que carrega perspectivas da semiótica social, no sentido que inscrições são consideradas uma matriz de sinais e o contexto social em que elas são produzidas influencia na sua significação. Trata-se também dos tipos de leitura de inscrições.

3.1 Os tipos de inscrições

A seleção de um tipo de inscrição para inserção em determinado texto se relaciona com os tipos de informações (visuais, numéricas, conceituais etc.) a serem representados. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Os fenômenos científicos podem ser representados por diversos tipos de inscrições. Segundo Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), as diferentes inscrições se estendem ao longo de um *continuum*, distribuído entre inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos e inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias. Tais mundos dialogam entre si, já que os conceitos e teorias devem sua existência aos fenômenos e objetos, e, reflexivamente, vice e versa. A Figura 3.1 apresenta um *continuum* com os diferentes tipos de inscrições (fotografia, ícone, esquema, gráfico e expressões algébricas) associados à espectroscopia de absorção atômica.

Figura 3.1 – *Continuum* com diversos tipos de inscrições relacionados à espectroscopia de absorção atômica.

Fonte: Autoria própria.

Alves (2011) chama atenção para o termo *continuidade*, o qual não se refere à continuidade entre os tipos de inscrições, mas à interseção invisível entre o mundo dos fenômenos e objetos e o mundo dos conceitos e teorias. Entre os tipos de inscrições que constituem a Figura 3.1 não existe continuidade, supondo que “há rupturas necessárias à

construção dos mundos possíveis que dão sentido a inscrições mais abstratas e que permitem a transição entre inscrições”. (ALVES, 2011, p. 31). Isso influencia no manuseio das inscrições pelos alunos, já que a demanda cognitiva envolvida no uso e na leitura varia de acordo com cada tipo de inscrição.

Quanto mais próxima da extremidade do mundo dos fenômenos e objetos a inscrição estiver, como fotografias, mapas e desenhos icônicos, menor é o nível de abstração e maior a quantidade de informação contextualizada e detalhes que ela pode apresentar, assim como maior a semelhança da inscrição com o que ela representa. Os esforços de leitura requeridos estão relacionados à identificação das semelhanças icônicas entre a inscrição e os objetos e fenômenos representados. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Pelas características enunciadas, tais inscrições são ditas como específicas, e tal especificidade vai se perdendo à medida que avançamos no *continuum* e as inscrições vão se tornando mais generalizadas.

Na direção do mundo dos conceitos e teorias, as inscrições, como gráficos, tabelas e equações, não possuem, ou possuem pouca semelhança com os fenômenos que elas representam, ou seja, o nível de abstração e informações contidas na inscrição aumenta. Ao se desprenderem de um contexto específico, as inscrições podem estar ligadas a diversos contextos, ou seja, elas se tornam generalizadas. Uma fotografia de um rio representa um rio específico, mas o desenho icônico de um rio pode representar qualquer rio.

Assim, uma leitura mais sofisticada é necessária, já que quanto mais informação acumulada em uma mesma inscrição, mais potente e resistente à desconstrução ela é. Essa resistência é fruto do trabalho científico aplicado para a construção de inscrições dentro de uma cultura e contexto, que faz com que uma fotografia ou um gráfico sejam tomados como uma evidência ou como uma correlação entre duas variáveis, respectivamente. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Discutiremos, a seguir, os tipos de inscrições empregados na Figura 3.1, entre outras, a fim de apresentar suas características e funções.

3.1.1 Fotografias

As fotografias encarregam-se, geralmente, de representar a “realidade”, de forma que a linguagem verbal não conseguiria ou conseguiria, porém de forma diferente. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005; LEMKE, 2005). Ao utilizar as aspas no termo realidade queremos lembrar que, apesar de bastante próximas do mundo dos fenômenos e objetos e das nossas experiências sensíveis, as fotografias são pontos congelados sob alguma perspectiva, ou seja, não são a realidade.

Com o avanço da tecnologia, muitos estudantes são familiarizados com fotografias. No entanto, instruções apropriadas sobre como ler e analisar tais inscrições, em especial dentro da comunicação científica, não são levadas até os estudantes, fazendo com que as fotografias sejam tidas como autoevidentes pelos mesmos, o que fomenta o seu uso como inscrições decorativas. A autoevidência das fotografias advém do seu caráter eidético, ou seja, a alta semelhança que estas contêm com os objetos que representam, o que faz com que a natureza de um objeto que foi construído desapareça ao leitor. (POZZER; ROTH, 2003).

Segundo Pozzer e Roth (2003), é comum as fotografias apresentarem diversos elementos, fazendo com que algumas ferramentas sejam necessárias para orientar a leitura e restringir a criação de significados, como o foco e a perspectiva durante a captura da imagem, assim como o uso de legendas, e até mesmo o texto verbal que a acompanha. A partir disso, os autores elaboraram a seguinte classificação para as fotografias em um texto didático:

- função decorativa, quando as fotografias geralmente não são mencionadas no texto verbal escrito;
- função ilustrativa, quando a inscrição serve de exemplo;
- função explicativa, quando a fotografia amplia a compreensão do que está sendo abordado; e
- função complementar, que contém informações que não estão disponíveis no texto verbal escrito.

A legenda da fotografia desempenha um papel importante em cada uma dessas funções. Na função decorativa, as fotografias geralmente não apresentam legenda. Na função ilustrativa, a legenda nomeia o que está sendo representado. Na função explicativa, a legenda, além de nomear, também explica e classifica o fenômeno representado. E, por fim, na função complementar, as informações da legenda da fotografia complementam as informações do texto verbal. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

A fotografia presente no *continuum* da Figura 3.1 representa um fotômetro de chama, equipamento utilizado para realizar, principalmente, análises que envolvem espectroscopia de absorção atômica (AAS, do inglês, *Atomic Absorption Spectroscopy*). Nesse aparelho a amostra é aspirada pelo nebulizador, e, ao entrar em contato com a chama, os analitos nela presente são atomizados. Os átomos do analito são excitados, por meio da absorção de uma radiação específica, emitida por uma fonte de luz. A radiação remanescente segue para o detector, que contabiliza a diferença quantitativa entre a radiação que chegou e a radiação emitida. Certamente, a fotografia não consegue representar os fenômenos descritos, já que sua maioria

ocorre em nível microscópico. Para visualizar melhor o processo descrito acima, é necessária outra forma de representação, diferente da fotografia.

3.1.2 Desenhos icônicos e desenhos esquemáticos

Os desenhos icônicos, ou ícones, são representações um pouco menos contextualizadas que as fotografias, já que, apesar da semelhança existente com o fenômeno que eles representam, tal não é mais em relação a um fenômeno particular, como uma fotografia faz. Ou seja, os ícones apresentam certa generalização, possibilitando maior contextualização. O aumento da generalização à medida que caminhamos em direção ao mundo dos conceitos e teorias se evidencia quando, por exemplo, ornitólogos mostram que é mais fácil classificar pássaros utilizando um guia feito por desenhos, que representam pássaros de uma maneira mais geral, do que utilizando um guia feito por fotografias, que representam pássaros mais específicos e contêm um plano de fundo cheio de detalhes. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

A ampliação dos contextos disponíveis de uma fotografia para um ícone é devida à eliminação do foco e da perspectiva no momento da construção do desenho, ou seja, detalhes gratuitos são eliminados, pondo em evidência apenas as características importantes do objeto ou fenômeno a ser representado. (ALVES, 2011).

Os desenhos esquemáticos, ou esquemas, ao simplificarem algum objeto ou processo (GUO, 2004 apud ALVES, 2011)², são considerados como completamente abstratos em relação aos seus referentes. O alto nível de abstração dos desenhos esquemáticos, ocasionalmente, pode requerer o uso de legendas internas, para restringir as possibilidades interpretativas da inscrição. Desenhos esquemáticos, assim como ícones, são muito úteis para representar entidades como átomos, moléculas, radiação eletromagnética, entre outros, próprios ao mundo dos conceitos e teorias.

Ao lado da fotografia, o desenho icônico, na Figura 3.1, põe em evidência as principais partes que compõem o fotômetro de chama: nebulizador, chaminé com a chama, e a parte computacional do aparelho, que controla a emissão de radiação e detecta quanto de radiação foi absorvida pela amostra. No entanto, por ainda se assemelhar com o fotômetro, o desenho não consegue trazer uma melhora substancial à visualização de como ocorre a AAS, o que só é possível por meio do esquema, que representa os processos que ocorrem dentro do fotômetro

²GUO, L. Multimodality in a biology text book. In: O'HALLORAN, K. L. (ed.) **Multimodal Discourse Analysis: systemic functional perspectives**. London: Continuum, 2004. p. 196-219.

de chama mediante símbolos, substituindo os componentes do processo e mostrando o caminho da radiação emitida, fenômeno não tão possível de se observar na fotografia e no desenho icônico.

3.1.3 Gráficos, tabelas e expressões algébricas

Os gráficos, bastante utilizados em diversos gêneros textuais e práticas sociais, possuem um nível de abstração muito maior que as fotografias, os ícones, desenhos esquemáticos e mapas, mas são menos abstratos que as equações. Quantidades e relações matemáticas podem ser expressas por uma infinidade de opções gráficas, como gráficos de linhas e números, gráficos de barras, pictogramas, histogramas, gráficos circulares, entre outros, cada um servindo para alguma finalidade específica.

A produção de um gráfico deve levar em conta diversos aspectos e elementos gráficos, como cor da linha, plano de fundo, legendas, grandezas, unidades, entre outros, que auxiliam o processo de leitura e interpretação e restringem a criação de significados, já que a abstração que os gráficos possuem é maior que a de fotografias, ícones e esquemas. De fato, as relações entre as grandezas exibidas em um gráfico não apresentam nenhuma semelhança com os fenômenos que eles representam, sendo assim, associar a forma da curva do gráfico com uma possível situação real que envolve o contexto do gráfico provoca erros muito comuns.

Por exemplo, o gráfico da Figura 3.2 representa a variação da concentração dos componentes de uma reação genérica $A \rightleftharpoons B$ com o tempo. Ao atingir o equilíbrio, A continua se transformando em B na mesma velocidade que B se transforma em A, de forma que suas concentrações não variam mais, como pode ser visualizado no gráfico. Como apenas a variação das concentrações de A e B até se tornarem constante está representada na inscrição, e não a reação entre os componentes, muitos alunos consideram que os reagentes estão inertes no equilíbrio.

Figura 3.2 – Gráfico de concentração vs tempo para uma reação $A \rightleftharpoons B$.

Fonte: Autoria própria.

O referido erro ocorre, ocasionalmente, quando elementos e aspectos gráficos que auxiliam o processo de leitura não são evidentes ao leitor. Para criar, o que Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) chamam de disposição perceptiva, que é a predisposição a identificar tais elementos, os autores recomendam práticas de leitura e interpretação de gráficos, em que o leitor utilize esses elementos para identificar o contexto no qual o gráfico foi produzido.

O gráfico, na Figura 3.1, transmite a relação numérica existente entre a absorbância e a concentração da amostra, mas tal gráfico não é necessariamente associado apenas à AAS, mas também a outras técnicas, como a espectroscopia de absorção na região do UV-Vis. Percebe-se assim que os gráficos dificilmente carregam o contexto em que foram produzidos, ou seja, eles são ditos arbitrários.

Tabelas constituem um conjunto de dados numéricos cuja disposição está de acordo com uma classificação específica. São inscrições cujo processo de leitura e interpretação, devido à forma como são esquematizadas, dividem alguns aspectos com o modo de comunicação escrita, por serem lidas, geralmente, de cima para baixo, e da esquerda para direita, assim como, com o modo visual, por não possuir um caminho de leitura totalmente linear e todos os dados estarem disponíveis de uma só vez ao leitor.

Existe uma confusão entre o que se configura como tabela e o que se configura como quadro. Neste trabalho adota-se a seguinte definição: tabela é uma “forma não discursiva de apresentar informações, das quais o dado numérico se destaca como informação central”. (IBGE, 1993, p. 9). Sua principal função é permitir a comparação entre dados. Já os quadros se distinguem das tabelas pelo seu conteúdo, que é mais esquemático e descritivo, ao invés de estatístico, ou seja, são compostos predominantemente de palavras e não de números. (CUENCA et al., 2017). A partir disso, entende-se que os quadros são rearranjos do texto verbal escrito, ou seja, não serão tomados como inscrições, e, portanto, não fizeram parte da análise empreendida nesta pesquisa.

Atualmente, com ajuda de softwares, construir uma tabela é uma tarefa relativamente simples. Porém, essa facilidade não significa garantia de que ela também seja interpretada facilmente. A tabela, como uma organização semiótica, precisa produzir um sentido, e isso depende da relação entre os dados apresentados, levando em conta alguns critérios, tais como arredondamentos, espaços para favorecer a percepção etc.

No *continuum* da Figura 3.1 não encontramos uma tabela, porém o gráfico apresentado pode ter sido construído a partir de uma tabela que relacionava a concentração com a absorbância. Ou seja, gráficos e tabelas estão intimamente ligados, no sentido de que gráficos podem tornar visíveis as relações existentes em um conjunto de dados numéricos de uma tabela.

A expressão algébrica é um tipo de inscrição de uso mais restrito à comunidade científica, ocupando nela um papel central, como veículo para expressar as correlações estabelecidas pelas produções científicas. (GARBI, 2007). A ótica dos cientistas acerca das equações é tão poderosa que “criam, no contexto de uma ideologia determinista, a esperança de antecipar e controlar os fenômenos em uma escala nunca antes permitida”. (ALVES, 2011, p. 45). Porém, na ciência escolar, o papel das expressões algébricas se subtrai, de forma a serem encaradas como entidades a serem decoradas, utilizadas de forma mecânica e descontextualizadas, e por fim esquecidas.

Duas equações estão representadas no *continuum* da Figura 3.1. A primeira é a lei de Beer-Lambert, que relaciona a quantidade de luz absorvida com alguma propriedade da amostra, como por exemplo, a concentração. (ATKINS; PAULA, 2006). A segunda relaciona o comprimento de onda da fonte de luz com a energia necessária para excitar os elétrons dos átomos durante a análise. Tal equação foi deduzida teoricamente por Einstein ao propor que a luz é constituída por partículas (ou pacotes) de energia bem definidas, chamadas de fótons. (EINSTEIN, 1095). Pelas suas características, tais expressões algébricas conseguem se desconectar totalmente do contexto particular do fotômetro de chama, podendo assim ter aplicação em outras situações.

Baseados na premissa de que as inscrições assumem diferentes funções de acordo com o gênero textual no qual estão inseridas, e de acordo com a classificação apresentada anteriormente para as fotografias em um texto didático (POZZER; ROTH, 2003), foram elaboradas as seguintes funções para as fotografias em uma EO, ilustradas no Quadro 3.1. Tal classificação também pode ser estendida aos outros tipos de inscrições, tais como ícones, esquemas, diagramas, gráficos etc.

Quadro 3.1 – Funções de inscrições em uma EO.

Função	Descrição
Decorativa	Pode aparecer em qualquer momento da EO, mas, geralmente, não são citadas pelo apresentador.
Ilustrativa	São utilizadas para ilustrar e exemplificar o que está sendo falado, mas geralmente o apresentador não as descreve.
Complementar	São inscrições que dão suporte à fala do enunciador, ou seja, a fala ocorre sobre e a partir da inscrição, descrevendo-a e explicando-a, trazendo assim novas informações.

As inscrições decorativas e ilustrativas, geralmente, não são essenciais à compreensão do conteúdo que está sendo abordado, porque o modo como são abordadas durante a EO não adiciona nenhuma nova informação. Já as inscrições complementares, por serem utilizadas durante todo o processo de fala para a apresentação de informações, são essenciais ao

entendimento e compreensão da temática tratada. As inscrições também podem exibir diferentes funções durante a apresentação. Por exemplo, uma inscrição pode apresentar função ilustrativa no início da EO e em momentos posteriores aparecer novamente, porém como uma inscrição decorativa.

3.2 Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (MSLI) de Roth e Bowen (2001)

Resultados das pesquisas realizadas por Roth (1998), acerca do uso e interpretação de gráficos, indicam que quando cientistas e profissionais não são familiarizados com alguma inscrição, mesmo que esta seja da sua área de atuação, eles dificilmente chegam a uma interpretação ideal. No entanto, também pode-se verificar que os problemas enfrentados pelos profissionais são similares aos dos alunos do ensino médio e do ensino superior. Segundo Roth e Bowen (2001), pesquisadores que utilizam das perspectivas da psicologia cognitiva atribuiriam os problemas de leitura e interpretação de inscrições que os estudantes enfrentavam a deficiências cognitivas. Porém, é difícil aceitar que pesquisadores com renome e títulos possuem alguma deficiência cognitiva.

A partir disso, Roth e Bowen (2001) chamam a atenção para o entendimento das atividades relacionadas com as práticas de inscrições como uma prática social, visando encontrar explicações para os problemas enfrentados durante a interpretação de inscrições, seja por professores, pesquisadores ou alunos, como fruto da falta de familiaridade com as inscrições e com as regras de convenções nas quais foram elaboradas. A partir da investigação de como esses fatores afetam a leitura e interpretação das inscrições, os autores propõem o MSLI. Para melhor explorar tal Modelo, serão feitas, a seguir, breves considerações acerca da definição tríade de signo de Charles Peirce.

Figura 3.3 – Concepção tríade de signo.

Fonte: Autoria própria.

3.2.1 Concepções semióticas no MSLI

O ponto de partida para a elaboração do Modelo se encontra na concepção tríade de signo de Peirce (1931 apud ROTH; BOWEN, 2001).³ A Figura 3.3 ilustra os elementos que compõem a relação tríade de signo, que são o sinal, o referente e o interpretante. Os sentidos emergem a partir das relações entre esses elementos.

Na base do triângulo se encontram o sinal e o referente. O sinal é uma entidade que se refere ou representa outra. Em Peirce, o conceito de sinal é geral, ou seja, ele pode ser de qualquer espécie, verbal, mental, abstrato ou concreto. Já em Roth e Bowen (2001), tratando-se das inscrições, os sinais tratados são os traços materiais, como letras, palavras, fotos, gráficos. A fim de exemplificarmos esse e os demais elementos, apresentamos a Figura 3.4, que traz um gráfico da variação da concentração de reagentes e produtos de acordo com o tempo de uma reação genérica, $\text{reagente} \rightleftharpoons \text{produto}$, até o equilíbrio químico.

Nessa inscrição “*reagentes*”, “*produtos*”, “*concentração*” e “*tempo*” são sinais (constituídos como traços de tinta no papel) que significam, para um químico por exemplo, objetos e fenômenos com os quais ele tem experiência diariamente.

Figura 3.4 – Gráfico de concentração vs tempo para uma reação genérica.

Fonte: Autoria própria.

No topo do triângulo da Figura 3.3 encontramos o interpretante, ou pensamento, que são teorias, definições ou interpretações feitas sobre o signo e sua relação com o referente. Por exemplo, “*a concentração de reagentes diminui com o passar do tempo*” é um possível interpretante que o químico pode gerar para a Figura 3.4.

Já o referente é aquilo a que o sinal se refere, que pode ser um conceito, fenômeno, entidade física ou abstrata, ações, classificações, direções ou relações. Ao analisar o gráfico da

³PEIRCE, C. S. **Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. vol. I-VIII. Cambridge: Harvard University Press, 1931.

Figura 3.4, o químico pode relacioná-lo a reações químicas em equilíbrio, como por exemplo, $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$. Essa reação representa um possível referente para a inscrição, no entanto, para saber a partir de qual situação real o gráfico foi construído seriam necessárias mais informações, que poderiam estar presentes na legenda da inscrição ou no texto verbal que a acompanharia.

Não há uma relação direta entre o sinal e o referente, como pode ser observado na base do triângulo, por meio da linha tracejada. Tal relação é indireta e mediada pelo interpretante no topo do triângulo. A produção de interpretante, ou seja, de extração de sentidos da inscrição é um processo chamado semiose. Assim, os interpretantes, além de traduzirem o sinal em um referente, articulam a nossa compreensão sobre ele. (ROTH, 2003a).

Existe uma diferença entre sinal e signo. Segundo Azevedo Netto (2002), o sinal é “uma entidade destituída de mecanismos para a construção de significados” (p. 2), ou seja, é o traço material fora da tríade de signo. À medida que ocorre a criação de significados, e o sinal entra em uma relação com algum de seus possíveis referentes, por meio de um interpretante, cria-se o signo, ou seja, algo convencionalizado. Podemos considerar também que o sinal é a parte visível do signo, como este se apresenta. Ainda segundo Bakhtin (1992 apud DORNE, 2009)⁴, sinal é algo que é identificado e o signo algo que é decodificado.

Durante a construção do Modelo, apesar de Roth e Bowen (2001) não se apoiarem explicitamente em alguma abordagem da semiótica, seja ela formal, social, discursiva etc., ao longo da leitura do trabalho dos autores, nota-se a inclusão de algumas considerações da semiótica social para justificar as relações encontradas a partir do Modelo. Segundo Kress (2009), a semiótica social examina como os sinais comunicam, transportam e entregam informações entre as múltiplas comunidades e culturas, diferente, por exemplo, da semiótica formal que se preocupa com a organização de um sistema de sinais e o produto deles.

Na visão da semiótica social, os signos são socialmente provocados e a eles está atribuído o papel de mediadores sociais na construção da vida de uma comunidade. (KRESS; VAN LEEUWEN, 1996). Em concordância, Fonseca (2014, p. 27) cita que “as práticas culturais-semióticas são as formas pelas quais os membros de um determinado grupo social realizam ações que são significativas em um dado contexto”. Ou seja, por natureza, as coisas não têm significados, mas estes são construídos em relação a um determinado contexto e comunidade e, dessa forma, de acordo com a situação, pessoa ou época, os significados podem variar.

⁴BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 1992. 196 p.

De fato, diversos sinais próprios da química não farão sentido fora da comunidade científica. Por exemplo, considerando-se a fórmula molecular CH_3Cl , na visão dos inexperientes no estudo da química e nas práticas da comunidade química, CH_3Cl é simplesmente uma sequência de letras com um número no meio, sem algum sentido. Aspectos como maiúsculo, minúsculo, subscrito supostamente serão reconhecidos, mas toda a mensagem que o símbolo carrega não será decodificada. Já para os membros da comunidade química, os quais partilham do modo como essa representação deve ser lida, os aspectos mencionados são identificados e relacionados a um modo de comunicação bastante específico, a representação de moléculas. Tais recursos levam à interpretação de que CH_3Cl representa a molécula do clorometano, na qual um átomo de carbono está ligado a três átomos de hidrogênio e um cloro.

Ainda de acordo com Descardecí (2002), os sinais, uma vez isolados, não podem ser completamente compreendidos ou estudados. Entende-se, portanto, que os sinais utilizados na composição de uma mensagem são complementares entre si. Assim, os propósitos pretendidos em condições específicas de comunicação é que determinam o uso de certas formas de representação ao invés de outras.

Trazendo essas considerações para as inscrições, Roth e Bowen (2001) consideram, inicialmente, que elas constituem uma matriz de sinais, assim como os elementos textuais e elementos visuais que as compõem, tais como, traços, linhas, foco, rótulos, legendas, texto de apoio etc. A interpretação de inscrições é, portanto, considerada como uma atividade de leitura de sinais, ou seja, a leitura de uma inscrição tem como objetivo identificar sinais relevantes e construir interpretantes que descrevem os fenômenos que os sinais representam. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

Considera-se ainda que as inscrições não fazem sentido em si mesmas. Sendo os sinais que as compõem socialmente provocados, as inscrições são frutos de uma prática social, carregando perspectivas, concepções e regras de convenções da comunidade na qual foram concebidas. Se existe uma relação entre uma inscrição e um fenômeno, essa relação foi estabelecida por meio de um trabalho situado e vivido dentro de uma comunidade. (ROTH; MCGINN, 1998). Assim, interpretar inscrições significa ter conhecimento das perspectivas, concepções e regras da comunidade na qual a inscrição foi criada em meio a outras inscrições. Ainda segundo Roth (2003a), a tarefa de interpretar uma inscrição, destacando os sinais disponíveis como recursos na construção de sentidos, é o inverso da atividade científica que desenvolveu os gráficos em meio a determinadas regras de uma comunidade.

Com base nessas considerações, Roth e Bowen (2001) propõem um Modelo que vem esclarecer como se dá o processo de leitura de inscrições. O Modelo, suas partes e os seus elementos são representados na Figura 3.5.

Figura 3.5 – MSLI de Roth e Bowen (2001).

Fonte: Adaptação de Roth e Bowen (2001, p. 162).

O Modelo é constituído de duas partes, ou estágios de leitura de uma inscrição. Na primeira (triângulo superior esquerdo), denominada **estruturação**, o leitor, por meio de uma análise perceptiva, identifica elementos significativos na inscrição, ou seja, é o momento que o leitor estrutura a inscrição em torno de elementos significativos ou estruturas sinalizadoras. O resultado desse processo é a matéria-prima para a segunda etapa (triângulo inferior direito), denominada **fundamentação**, na qual o sinal entra em um processo dialético de movimentos sinal-referente e referente-sinal, que faz com que o sinal seja definido em relação a um referente. O processo geral de leitura de inscrições e os estágios serão elaborados a seguir.

Estruturação

O triângulo superior esquerdo representa o momento de leitura em que o indivíduo tenta estruturar a inscrição. Assim, a atividade de leitura ainda é interna à inscrição, sem tentar relacioná-la com algum referente, ou seja, somente os elementos que a constituem e sua estrutura interna são trabalhados. Nessa parte, a inscrição em si é o referente, que é estruturada com base em recursos atencionais e perceptivos. A presença da estruturação e dos seus elementos no Modelo evidencia a importância da análise do início primordial da atividade de leitura de inscrições e as condições necessárias para sua realização. (ROTH, 2003a). A

estruturação de uma inscrição conta com os seguintes elementos: gráfico, disposição perceptiva e estruturas sinalizadoras.

A **disposição perceptiva** representa características e experiências que os leitores trazem consigo, que afetam e guiam esse processo, no sentido de o leitor perceber certos aspectos das inscrições e as relações entre esses aspectos. Essa disposição é moldada pelas experiências socioculturais do leitor e as habilidades aprendidas, mas Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) sugerem ainda fatores de personalidade, como curiosidade, atenção e persistência.

O elemento **gráfico** (inscrições e texto verbal) representa a forma material (impressa, computadorizada etc.) da inscrição e sinais que a compõem. Ao visualizar o material, mediado pela disposição perceptiva, o aluno evidencia algumas **estruturas sinalizadoras** na inscrição, que são ordens e tendências, porém sem conexão ainda com os fenômenos que a inscrição pretende representar.

Por exemplo, a partir do gráfico da Figura 3.4 o leitor pode identificar como estruturas sinalizadoras o máximo de concentração, o mínimo de concentração, a interseção entre as curvas de concentração dos reagentes e produtos etc. A partir disso, alguns interpretantes já podem ser elaborados, como “*concentração dos reagentes igual a dos produtos*” ou “*a quantidade de matéria não muda*”. Esses interpretantes poderão ser utilizados na etapa de fundamentação, como sinais. É importante ressaltar que os tipos de estruturas sinalizadoras identificados variam de indivíduo a indivíduo, de acordo com a sua disposição perceptiva, a qual é uma característica pessoal e moldada pelas suas experiências com práticas de inscrições.

Quando os leitores estão familiarizados com os sinais presentes nas inscrições, estes se tornam transparentes e a leitura se transporta da interpretação dos sinais para a interpretação dos significados. Exemplo, os químicos, supostamente, não param para interpretar ou analisar o sinal “*oxirredução*”, já que assim que veem essa palavra, sem dificuldade, sabem instantaneamente quais são seus possíveis referentes e situações em que “*oxirredução*” está associada. A interpretação e análise nesse caso ocorre de maneira instintiva. Porém, se os sinais não são familiares ao leitor ou a natureza da inscrição não é clara, ele realiza a estruturação, a fim de determinar se certos aspectos da inscrição devem ou não ser tomados como sinais. (ROTH; BOWEN, 2001).

Fundamentação

Uma vez que alguma característica da inscrição é perceptivamente isolada, ela pode ser lida como um sinal que aponta para algum fenômeno externo ao invés de si mesmo, ou seja, as

estruturas sinalizadoras resultantes do processo anterior são transportadas para a fundamentação, chamadas agora de sinais quando conectadas a **referentes**, por meio de **interpretantes**. A fundamentação estabiliza o sinal em um conhecimento do mundo dos fenômenos e objetos, ou conhecimento prévio, ou seja, o referente. O triângulo inferior (Figura 3.5), que representa a fundamentação, é semelhante ao da concepção tríade de signo de Peirce (Figura 3.3), retratada anteriormente.

Apresentamos a seguir mais um exemplo (Figura 3.6), este advindo do trabalho de Roth e Bowen (2001), em que sinais são elaborados a partir de uma série de interpretantes e colocados em relação com o referente pretendido.

Figura 3.6 – Gráfico que demonstra a variação das taxas de natalidade e mortalidade, de acordo com a densidade populacional.

Fonte: Adaptação de Roth e Bowen (2001, p. 163).

A Figura 3.6 apresenta um gráfico utilizado por Roth e Bowen (2001) durante as suas pesquisas com cientistas e profissionais da ecologia, quando tais eram requisitados a discutir o comportamento das taxas de natalidade e mortalidade em função da densidade populacional e suas implicações na preservação de espécies. O leitor pode tomar como estruturas sinalizadoras alguns aspectos, como: inclinações, interseções, máximos, mínimos etc. Porém, os autores verificaram que nem todos esses aspectos, ou até nenhum deles, se tornavam estruturas sinalizadoras para os leitores. Supondo que, após perceber e salientar o ponto de interseção entre as curvas do gráfico, este seja considerado pelo leitor como um sinal, S_1 . Tal sinal será lido no contexto de outros sinais, como as palavras “*taxa de mortalidade*” (S_2) e “*taxa de natalidade*” (S_3) e, como consequência, o leitor pode produzir o interpretante “*taxa de mortalidade igual a taxa de natalidade*” para o sinal S_1 . Esse interpretante pode ainda se tornar um sinal (S_4) e levar o leitor a produzir o interpretante “*a densidade populacional não muda*”. Cada novo interpretante toma o lugar ou traduz o sinal original. (ROTH; BOWEN, 2001). A

partir dessas relações, os interpretantes podem ser associados a situações físicas em que a densidade populacional não muda. Tais situações são referentes que o gráfico da Figura 3.6 representa.

Ainda segundo Roth e Bowen (2001), a fundamentação é um processo dialético. Isso significa que a obtenção de uma relação entre sinal e referente é resultado de movimentos mútuos, de construção sintética de possíveis referentes a partir dos sinais (movimento $S \rightarrow R$) e de redução analítica de situações e fenômenos em sinais (movimento $R \rightarrow S$). Por exemplo, a sentença “*a taxa de natalidade diminui com o aumento da densidade populacional, portanto, deve-se ver menos crianças nascendo quando há mais pessoas*” representa um movimento $S \rightarrow R$. Já a sentença “*Na Índia, a taxa de natalidade se mantém alta apesar da alta densidade populacional, então a curva da taxa de natalidade deve ser crescente*” constitui um movimento $R \rightarrow S$. O processo dialético serve ainda para reafirmar ao leitor que as estruturas sinalizadoras salientadas por ele servem como sinais para a fundamentação, e assim desdobrar os significados e realizar a compreensão da inscrição.

O Modelo tem um potencial considerável para fornecer explicações viáveis para os diferentes níveis de habilidades em leitura de inscrições e as transições entre esses níveis. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Assim, por meio da observação da presença dos elementos do MSLI e das relações elucidadas enquanto o indivíduo elabora uma representação visual material ou descreve os referentes dessa representação, pretende-se observar, analisar e discutir os processos de interpretação de inscrições realizados pelos alunos durante a EO.

O MSLI foi utilizado por Keller (2008) para entender como o nível de conhecimento matemático e científico de estudantes do ensino fundamental, e o nível de dificuldade de questões, afetavam a capacidade de ler e interpretar gráficos de linha. Ao analisar respostas orais dadas, o autor identificou elementos do Modelo na fala dos alunos. A análise revelou alguns padrões, de modo que os alunos com menos conhecimento matemático científico tratavam os gráficos como problemas matemáticos a serem resolvidos, e assim apenas elementos da estruturação eram identificados em suas falas. Os alunos com conhecimento matemático científico mais elevado tratavam os gráficos como dados científicos a serem analisados, sendo possível identificar em suas falas, tantos elementos da estruturação, como da fundamentação.

A partir do envolvimento dos alunos nos processos de estruturação e fundamentação durante a leitura de inscrição, são definidos três tipos de leituras para as inscrições: transparente, competente e problemática. (ROTH, 2002).

3.3 Tipos de leituras de inscrições

Segundo Roth (2002), a leitura de uma inscrição, um texto imagético, pode ser comparada com a leitura de um texto verbal escrito, o que destaca a natureza que constitui as relações sinal-referente, isto é, do conhecimento e do mundo. Para os autores:

Ter conhecimento, portanto, significa muito mais do que conhecer palavras e textos. O conhecimento requer a existência de domínios de referentes que reifiquem as inscrições; requer experiências de tradução de fenômenos em inscrições, e vice-versa; e requer familiaridade com as regras de convenção para uso de determinados sinais. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005, p. 21, tradução nossa).

Assim, considerar a leitura de inscrições como a leitura de um texto verbal escrito é voltar a atenção para a familiaridade dos estudantes com: formas de sinais e situações no mundo, e as traduções entre os dois; regras de convenção de uso de sinais; e capacidade de análise perceptiva dos sinais presentes em uma inscrição.

Utilizando como exemplo a frase “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 27), enquanto tal é lida, os olhos não se detêm em letras ou palavras individuais, ou seja, a sentença não precisa ser estruturada, ou é estruturada de maneira instintiva, e a leitura ultrapassa o entendimento dos sinais para a imaginação da situação representada.

Isso ocorre porque os sinais e seus referentes são muito familiares ao leitor, ou seja, o texto se torna transparente durante a atividade de leitura, e a significação dos fenômenos sobre os quais o texto aborda é realizada de maneira mais direta. Assim, compreender um texto envolve conhecer sinais e ter experiências com os referentes representados por esses sinais. (ROTH, 2002). Se um leitor não tem experiências e familiaridade com os referentes, ou com as palavras (sinais), no caso de um indivíduo que não é fluente em português, é provável que ele tenha dificuldades em ler o texto. Consideremos o seguinte trecho: ao atingir o tempo de equilíbrio, $[\text{NO}_2] = [\text{N}_2\text{O}_4]$. Apesar do fato desse trecho estar em português, indivíduos que não possuem familiaridade com a linguagem representativa da química e o conteúdo dos seus sinais apresentam dificuldades para entendê-lo. No entanto, essa dificuldade não se dá por causa de más concepções ou deficiências cognitivas, mas porque os indivíduos não estão familiarizados com o domínio do conteúdo e as convenções que regulam o uso desses sinais.

Com base nessas considerações, Roth (2002) elencou três tipos de leituras de inscrições: transparente, competente e problemática. A **leitura transparente** ocorre quando os sinais,

referentes, traduções e regras de convenções são familiares ao leitor. Essa familiaridade faz com que o leitor ultrapasse o entendimento dos sinais presentes na inscrição, para entendimento e visualização direta do fenômeno que a inscrição está representando, como ocorreu durante a leitura da frase de Paulo Freire, anteriormente. Ou seja, durante a leitura, o leitor não se detém no entendimento dos sinais e inconscientemente esquece da diferença entre sinal e referente, porque as regras de convenções já estão estabilizadas na sua mente, partindo direto para o entendimento do fenômeno.

É como quando estamos no trânsito dirigindo e ao vermos um semáforo com as luzes verdes acesas imediatamente avançamos, sem parar para pensar que o sinal verde significa “*avançar*”. Da mesma forma, segundo Roth (2002), cientistas, engenheiros e técnicos especialistas, no seu trabalho diário e área de atuação, ao utilizar uma inscrição que lhes é familiar, raramente salientam alguma característica dela e esperam que os espectadores vejam na inscrição o que eles estão falando. O autor associa as inscrições às lentes de uns óculos, que permitem ao leitor visualizar os fenômenos e o mundo, porém, apesar de estarem ali, não são perceptíveis. Por exemplo, um químico especialista em espectroscopia de absorção na região do infravermelho, ao ver o espectro da Figura 3.7, sem hesitar, afirma que o composto que deu origem ao espectro possui uma ligação tripla carbono-carbono ($\text{-C}\equiv\text{C-}$) e um hidrogênio alcino terminal ($\text{-C}\equiv\text{C-H}$), sem precisar destacar nenhuma característica particular da inscrição.

Figura 3.7 – Espectro de absorção na região do infravermelho do 1-hexino.

Fonte: Adaptado de McMurry (2008, p. 424).

Dentro da atividade científica, como em uma EO, a leitura transparente de uma inscrição leva o apresentador a descrever a situação representada, sem salientar as características da inscrição, esperando, assim como os especialistas, que os ouvintes vejam no gráfico o que ele está falando. No entanto, não há a garantia de que os ouvintes compreenderão o fenômeno

corretamente. Isso depende dos recursos que a inscrição apresenta para a criação de sentidos e do quão esclarecedora a fala do apresentador é. A situação da leitura transparente na EO é ideal quando, tanto o apresentador, quanto os ouvintes estão familiarizados com a inscrição e o que ela representa, não precisando estruturá-la antes da interpretação do fenômeno, pois para Roth (2002) o fenômeno e a inscrição ficam fundidos.

O processo de leitura muda quando o leitor não tem familiaridade com o texto, ou inscrição e o conteúdo versado. Ocorre assim o segundo tipo de leitura identificado por Roth (2002), que é a **leitura competente**. Essa leitura envolve uma etapa de construção da dinâmica interna da inscrição, e os resultados dessa etapa são então projetados e relacionados com o mundo exterior à inscrição. No caso de textos verbais escritos a etapa de estruturação ocorreria por meio de destaques a certas partes, sublinhando palavras desconhecidas, fazendo algum resumo, entre outras ações. Já com as inscrições, ocorre uma estruturação conforme a descrita pelo MSLI, na qual o leitor analisa perceptivamente os aspectos da inscrição, salientando estruturas sinalizadoras, que serão posteriormente associadas com fenômenos, que é o processo de fundamentação.

Quando a natureza do sinal e do fenômeno são desconhecidos, esta é questionada por meio da execução do processo dialético de movimentos mútuos, que Roth (2002) compara com os trabalhos de um detetive, que olha para a situação, gera uma série de hipóteses, volta novamente a observar a situação, refaz as hipóteses, até que sua leitura do evento, no caso das inscrições, do sinal, seja razoável e adequada. Assim, o processo dialético é importante, pois, por meio dele, possíveis situações às quais a inscrição pode se referir são elaboradas e testadas a partir da produção de interpretantes.

O espectro da Figura 3.7 não é facilmente lido por qualquer indivíduo. Até mesmo dentro da comunidade científica, diversos químicos apresentam dificuldades para ler um espectro de absorção na região do infravermelho adequadamente, identificando os picos e os aspectos estruturais moleculares que eles evidenciam. Considerando um químico que já tem certa familiaridade com a leitura de espectros, ele realizaria uma leitura competente do espectro da Figura 3.7 da seguinte forma: apesar de conter muitos picos, seria necessária uma análise perceptiva do espectro para salientar os picos existentes entre $2500\text{-}2000\text{ cm}^{-1}$ e 3300 cm^{-1} , como estruturas sinalizadoras. A partir disso, como químico, com o seu conhecimento anterior de como ocorre a espectrometria no infravermelho e também que determinadas estruturas moleculares absorvem em determinados comprimentos de onda, ele consegue visualizar o pico na região de $2500\text{ a }2000\text{ cm}^{-1}$ como uma evidência da presença de uma ligação tripla entre

carbonos ($\text{-C}\equiv\text{C-}$), e o pico na região ao redor de 3300 cm^{-1} como uma evidência da presença de hidrogênio alcino terminal ($\text{-C}\equiv\text{C-H}$).

Em uma EO, a leitura competente ocorre quando o apresentador, além de trazer explicações sobre o fenômeno, explica e explicita as características da inscrição utilizada para ilustrar ou complementar sua fala. Esse ato restringe e cria possibilidades de interpretação, que pode ocorrer, caso os ouvintes não sejam familiarizados com o tipo de inscrições projetados ou com o fenômeno em estudo.

O terceiro tipo de leitura elencado por Roth (2002) é a **leitura problemática**, a qual também ocorre a partir da falta de familiaridade com os sinais, os referentes e as regras de convenção. Comparando com a leitura de um texto verbal escrito, a leitura problemática seria quando, por exemplo, um falante de português, é requisitado a ler um texto em uma língua na qual ele não tem domínio. Ele pode começar soletrando palavras, fazer inferências sobre a natureza de alguns sinais, contudo, sem estar em posição de saber sobre o que trata o texto. Poderíamos esperar uma situação parecida com a leitura de uma inscrição, em que na maior parte da leitura, o indivíduo se preocupa em estruturar a inscrição, ao invés de relacioná-la ao fenômeno em estudo.

Roth (2003a) elenca alguns eventos que evidenciam que está ocorrendo uma leitura problemática, como quando os sinais relevantes da inscrição não são percebidos pelo leitor; quando são utilizados aspectos da inscrição (estruturas sinalizadoras) que não são usualmente utilizados em leituras adequadas; e a leitura, no contexto de outros sinais, procede de modo que as restrições que sustentam uma leitura adequada não são percebidas. Também é comum que a leitura problemática ocorra quando o aluno é requisitado a encontrar algo em uma inscrição que foi projetada para exibir outras relações.

Isso é bastante frequente com os gráficos de cinemática no ensino de física, quando, por exemplo, o aluno é questionado acerca da velocidade dos veículos, a partir de um gráfico que relaciona o espaço percorrido com o tempo, como na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Distância percorrida por dois veículos com diferentes velocidades.

Fonte: Roth (2002, p. 9).

É comum os alunos responderem que o veículo “*B*” é mais veloz, por causa da distância inicial em que esse veículo se encontra. Mesmo os cientistas altamente especializados podem encarar situações em que ficam presos nos aspectos perceptivos do gráfico, sem nunca o conectar a algum referente externo. (ROTH, 2002).

A leitura problemática em uma EO não é bem-vinda, pois não segue os objetivos pretendidos durante a produção desse gênero oral, portanto deve ser evitada. Geralmente ocorre quando o expositor não tem domínio suficiente sobre o conteúdo. As más concepções geradas pelo expositor devem ser sanadas e debatidas após a etapa de exposição, por intermédio do professor, para que elas não sejam conservadas.

4 METODOLOGIA

Apresentamos, a seguir, aspectos metodológicos da pesquisa desenvolvida. A partir do objetivo geral e específicos, a pesquisa foi definida como qualitativa, já que o ambiente natural é a fonte de dados, os quais são predominantemente qualitativos, concordando com características propostas por Bogdan e Biklen (1999) para esse tipo de pesquisa. A pesquisa ainda se enquadra como estudo de caso, de acordo com características elencadas por Lüdke e André (2007): o referencial empregado no início pode ser acrescentado conforme o estudo for se desenvolvendo; o contexto é um fator a ser considerado; há possibilidade de generalizações por parte do leitor, que pode pleitear a sua aplicação posteriormente.

4.1 Contexto da pesquisa

De acordo com os referenciais teóricos e objetivos descritos anteriormente, tomamos a produção do gênero EO como uma prática cultural científica autêntica para o trabalho de leitura e interpretação de inscrições, ou seja, um caminho para a investigação sobre as interações com as inscrições. Dessa forma, para atingir os objetivos estabelecidos, serão analisadas EO produzidas no ano de 2016 por uma turma de alunos do primeiro ano do curso de Bacharelado em Química do IQSC/USP, matriculados na disciplina SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II (CELCII).

Tais apresentações estão armazenadas no banco de dados do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC (GPEQSC)⁵, que abriga outras propostas desenvolvidas durante os anos de 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017, na mesma disciplina. O conjunto de dados mencionado vem sendo explorado por outros integrantes do GPEQSC e os resultados já foram publicados em revistas com seletiva política editorial. (QUEIROZ; CABRAL; SILVA, 2017). Cada pesquisa, publicada ou em andamento, possui questões de investigação, abordagem e metodologias diferentes.

Para a presente investigação, foram escolhidos os dados referentes ao ano de 2016, pois não haviam sido explorados até então. A opção de utilizar os documentos existentes no banco de dados do GPEQSC se dá, principalmente, pelo fato de que os alunos (que serão tomados como sujeitos da pesquisa) apresentam perfil adequado aos propósitos da investigação, pois são ingressantes na esfera social acadêmica, o que, de certa forma, facilitará a análise e

⁵www.gpeqsc.com.br

compreensão da extensão do seu letramento gráfico e das suas interações com as atividades de práticas de inscrições.

Com respeito a turma CELCII, esta era constituída de 24 alunos e foi dividida em seis grupos. A disciplina também contava com um estudante de pós-graduação participante do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino da USP (PAE)⁶ para auxílio na elaboração e realização das atividades programadas. O estagiário PAE e o professor da disciplina selecionaram seis artigos originais de pesquisa da revista Química Nova, para que fossem distribuídos entre os grupos de alunos. A temática dos artigos selecionados é Química Ambiental, sendo escolhidos artigos que tratassem de determinação de metais em sedimentos.

Ressalta-se que a escolha dos artigos foi realizada mediante dois critérios: o artigo deveria ser publicado em língua portuguesa e também apresentar conteúdos compatíveis com os conhecimentos adquiridos pelos alunos até o final do primeiro ano do curso de graduação em química. Artigos que estivessem fora desses critérios poderiam afetar negativamente a compreensão dos mesmos. É possível encontrar na literatura trabalhos que mencionam a efetividade de atividades didáticas com artigos da revista mencionada juntamente a alunos calouros. (MASSI et al., 2009; SANTOS; QUEIROZ, 2007). O Quadro 4.1 apresenta os artigos e a distribuição destes entre os grupos.

Quadro 4.1 – Artigos selecionados e distribuídos entre os grupos.

Grupo	Título do Artigo	Referência Simplificada
1	Avaliação da bioacumulação de metais em <i>Cyprinus carpio</i> pela interação com sedimento e água de reservatório.	VOIGT, C. L.; SILVA, C. P.; CAMPOS, S. X. Química Nova, 39, 2, 180-188, 2016.
2	Avaliação do risco ambiental em sedimento dos lagos do Riacho Cambé, em Londrina, pela distribuição de metais.	ISHIKAWA, D. N. et al. Química Nova, 32, 7, 1744-1749, 2009.
3	Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, São Paulo, Brasil.	COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M.R. Química Nova, 29, 1, 40-45, 2006.
4	Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais.	MELO, V. F. et al. Química Nova, 35, 1, 22-29, 2012.
5	Concentrações e associações geoquímicas de Pb e Zn em sedimentos do rio São Francisco impactados por rejeitos da produção industrial de zinco.	GOMES, M. V. T. et al. Química Nova, 33, 10, 2088-2091, 2010.
6	Distribuição de Zn, Pb, Ni, Cu, Mn e Fe nas frações do sedimento superficial do Rio Cachoeira na região sul da Bahia, Brasil.	SANTOS, J. S.; SOUZA, F. M.; SANTOS, M. L. P. Química Nova, 36, 2, S1-S2, 2013.

⁶<http://www.prpg.usp.br/index.php/pt-br/pae/o-que-pae>

Com base na Figura 4.1, apresentamos a proposta aplicada na disciplina, dividida em três partes: apresentação da situação, produção inicial e produção final.

Figura 4.1 – Etapas da sequência didática aplicada na disciplina CELCII.

Fonte: Autoria própria.

Apresentação da Situação

Na primeira aula, o docente responsável entregou o Termo de Consentimento e Informação (Apêndice A) e, após a divisão da turma em grupos, os artigos originais de pesquisa selecionados (Quadro 4.1) foram distribuídos entre estes. Cada grupo recebeu apenas um artigo e todas as atividades desempenhadas durante o semestre na disciplina foram realizadas em torno desse artigo. Foram ministradas aulas expositivas e dialogadas pelo docente responsável, para a revisão das características estruturais do gênero artigo original de pesquisa e promoção de um melhor entendimento sobre o artigo estudado. Os alunos realizaram individualmente algumas atividades que abordaram os aspectos estruturais e retóricos da linguagem científica. Os aspectos estruturais foram discutidos a partir do Material Suplementar do artigo de Oliveira, Batista e Queiroz (2010), e os aspectos retóricos foram discutidos a partir do Material Suplementar do artigo de Oliveira e Queiroz (2012).

Cabe destacar que os estudantes possuíam embasamento sobre as características estruturais do gênero artigo original de pesquisa por terem cursado a disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I, pré-requisito à CELCII, pautada no livro *Comunicação e linguagem científica: guia para estudantes de química*. (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007).

Em paralelo à realização das atividades anteriores, foi entregue aos alunos a proposta de produção dos seguintes gêneros: uma EO e um pôster sobre o artigo original de pesquisa, ambos direcionados aos colegas de classe. Essas tinham o objetivo de colocar o aluno em contato com um ambiente similar aos desenvolvidos em eventos, congressos e encontros científicos, assim como, com as temáticas abordadas, as técnicas e procedimentos experimentais empregadas no

artigo que cada grupo estava trabalhando. A partir disso, o docente fez intervenções, quando necessárias, tendo em vista o aperfeiçoamento da comunicação científica dos alunos, conforme os objetivos didáticos da disciplina.

Em seguida, a partir de aulas expositivas e dialogadas ministradas pelo docente responsável, os alunos receberam instruções e orientações acerca da produção desses gêneros na comunicação científica, baseados no livro-texto utilizado na disciplina. (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007). Entre as orientações dadas, destacam-se algumas que acentuam o contato dos alunos com inscrições: reduzir a quantidade de texto verbal escrito e priorizar o uso de tabelas, gráficos, fluxogramas, fotografias; quando possível, refazer tabelas e gráficos, para uma melhor visualização dos mesmos; utilizar animações, círculos, apontador laser ou bastão para destacar algum conteúdo; colocar legendas e fontes em figuras etc. Essas recomendações são importantes para esta pesquisa, pois a partir delas os estudantes puderam trabalhar com inscrições no sentido de criá-las, formatá-las, transformá-las e adequá-las tendo em vista o propósito e o contexto em que elas seriam incluídas.

Produção inicial

Nessa etapa, foi realizada uma primeira EO, denominada EO prévia, apresentada por um dos integrantes do grupo. Essa apresentação colocava em destaque a introdução e a parte experimental do artigo designado a cada grupo, com duração média de 10 minutos, utilizando como material de apoio *slides* produzidos em editores de apresentações, como o *PowerPoint*TM. O professor teceu comentários acerca das apresentações realizadas.

Em aula subsequente foi realizada uma sessão de painéis para apresentação dos pôsteres produzidos pelos alunos. Cada grupo se responsabilizou por construir um pôster acadêmico com conteúdo do artigo trabalhado, contendo introdução, objetivos, procedimentos experimentais, resultados e discussão, conclusões e referências. Um integrante do grupo ficou responsável por apresentá-lo em sala de aula. Ao final da sessão, os colegas realizavam perguntas acerca da apresentação e do artigo trabalhado, as quais foram respondidas pelo apresentador do pôster e pelos colegas do grupo.

Produção final

Nessa etapa, o aluno colocou em prática o que foi aprendido até então e o professor avaliou sua evolução em relação à primeira produção. Dessa forma, os grupos elaboraram uma

segunda EO, denominada EO final, contendo todo o conteúdo (introdução, parte experimental, resultados e discussão, conclusões e referências) do artigo original de pesquisa designado a cada um deles. A duração da apresentação foi estipulada para 15 a 20 minutos, utilizando novamente *slides* como material de apoio e apresentada por um aluno do grupo. Essa atividade teve como objetivo oferecer aos estudantes um momento de colocar em prática os conhecimentos adquiridos no decorrer da disciplina, assim como refletir acerca da sua evolução em relação à produção inicial.

4.2 Coleta de dados

As etapas de EO inicial, sessão de pôsteres e EO final foram gravadas em vídeo e áudio pelo estagiário PAE. Essas gravações, juntamente aos *slides* e pôsteres criados pelos alunos e os artigos utilizados pelos grupos foram armazenados no banco de dados do GPEQSC. O *corpus* dessa pesquisa se constitui por: gravações em vídeo e áudio das EO finais apresentadas por três grupos e suas respectivas transcrições, artigos utilizados pelos grupos na elaboração da EO e *slides* utilizados como material de apoio durante a EO.

Para a análise foram escolhidos os grupos G3, G4 e G6 (Quadro 4.1). A partir da análise desse material, se objetiva obter indícios para responder as questões de pesquisa delineadas. A escolha dos grupos citados se deu pela semelhança nos objetivos de pesquisa dos artigos utilizados. Em todos eles, o objetivo de pesquisa é apenas avaliar o teor de metais em sedimentos e amostras de água em rios.

Para os demais artigos, o corpo aquático investigado variava, podendo ser um lago, um reservatório etc. Os demais artigos também enfatizam discussões de aspectos que se afastam do objetivo comum proposto nos artigos utilizados pelos G3, G4 e G6. Por exemplo, o artigo de Voigt, Silva e Campos (2016), designado ao G1, tinha como objetivo investigar a bioacumulação de metais em carpas, em um reservatório. Já o artigo de Ishikawa et al. (2009), designado ao G2, tinha como objetivo investigar o risco ambiental de um lago em Londrina – PR. E o artigo de Gomes et al. (2010), designado ao G5, tinha como objetivo avaliar associações geoquímicas de metais no rio São Francisco. Sendo justificada a escolha dos grupos G3, G4 e G6, a partir desse momento, estes serão reportados como G1, G2 e G3 neste texto.

A respeito das transcrições, foram adotadas as convenções explicitadas no Quadro 4.2, baseadas naquelas elaboradas pelo Projeto de Normas Urbanas Cultas. (PRETI, 1999). É importante ressaltar também que os erros gramaticais foram corrigidos na transcrição, desde que não alterassem o sentido produzido do que foi dito durante a apresentação.

Quadro 4.2 – Normas de transcrição adotadas.

Ocorrência	Sinal
Incompreensão de palavras ou segmentos	()
Comentários do transcritor	((comentário))
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)
Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida a partir de determinado ponto	[...]

4.3 Análise dos dados

Como primeira etapa da análise de dados, foi realizada uma caracterização das EO, identificando a quantidade e os tipos de inscrições utilizados, baseando-se no *continuum* apresentado na Figura 3.1. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Foram identificados também quais as fontes das inscrições (externas, artigo trabalhado ou de autoria própria) e a que temas elas se relacionam. Em seguida, as transcrições foram lidas e identificadas as suas funções no decorrer da apresentação, de acordo com o Quadro 3.1. Essa primeira etapa visou identificar e detectar padrões e tendências nas EO, que poderiam ou não estar conectadas com os resultados obtidos nas próximas etapas de análise.

Foi realizada em seguida a análise das transcrições, buscando a presença dos processos e dos elementos do MSLI, como também dos tipos de leituras de inscrições que haviam sido realizados. O modo como tais leituras e processos são elencados durante a apresentação oral fornece subsídios para a descrição da extensão do letramento gráfico e das habilidades envolvidas durante atividades de práticas de inscrições. Primeiramente, foi feita a busca pela presença de processos do MSLI nas EO, de acordo com referencial teórico apresentando anteriormente. Essa etapa consiste em debulhar a transcrição da EO, para encontrar os elementos do MSLI (Figura 3.5).

Com base no trabalho de Keller (2008) e Roth e Bowen (2001), adotamos os seguintes critérios para a identificação de cada elemento do MSLI nas transcrições das EO. Em relação aos elementos que compõem o processo de estruturação: a disposição perceptiva foi elencada em momentos em que o aluno percebe certos aspectos das inscrições e as relações entre esses aspectos, a partir de suas características pessoais internas e experiências pessoais; o elemento gráfico representa menções ao que está materializado nos *slides*; as estruturas sinalizadoras são as ordens e tendências inferidas durante o processo de estruturação das inscrições, mas ainda sem conexão com os fenômenos que a inscrição pretende representar.

Em relação aos elementos do processo de fundamentação: o sinal é a mesma estrutura sinalizadora, porém fora do processo de estruturação e dentro do processo de fundamentação; o elemento referente representa menções às situações externas ao sinal; o elemento interpretante representa teorias, definições, interpretações ou conclusões elaboradas sobre a inscrição, os sinais e suas relações com o referente.

Como foram utilizados *slides* como material de apoio, estes se constituem como unidades de análise (UA), juntamente com as falas proferidas e as inscrições utilizadas pelos alunos durante a exibição de cada um dos *slides*. Nesse contexto, uma nova UA se inicia quando é introduzido um novo *slide*. O Quadro 4.3 compreende um exemplo de uma UA, com identificação dos processos do MSLI na transcrição.

Quadro 4.3 – Exemplo de UA com identificação de processos do MSLI.

Quadro 11 Exemplo de CR com identificação de processos do RSEI.

11

Tabela 2: Concentração (mg kg⁻¹) dos metais pseudo-totais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Concentração (mg kg ⁻¹)		
	Cu	Zn	Pb
1	103,95 ± 2,04	5497,36 ± 434,22	7569,78 ± 439,72
2	133,23 ± 3,00	1412,29 ± 63,91	1823,94 ± 128,12
3	26,66 ± 1,16	416,50 ± 15,29	205,25 ± 8,26
4	95,27 ± 7,60	1032,65 ± 23,50	117,25 ± 3,03
5	109,32 ± 3,05	329,96 ± 0,08	115,98 ± 5,28
6	47,99 ± 2,00	639,83 ± 9,74	635,82 ± 45,59

Agora eu vou falar sobre os metais pseudototais. [...] Como por exemplo o ponto um e dois (PE), são os pontos que apresentam maior quantidade de metais (PF). [...]

Uma UA é composta pelo número de identificação, que corresponde à ordem do *slide* na EO, assim o Quadro 4.3 compreende a UA-11; pela reprodução do *slide* utilizado; e pela transcrição da fala proferida pelo aluno expositor durante a exibição do *slide*. Os trechos seguidos da denominação (PE) são aqueles nos quais predomina o processo de estruturação. Já os trechos seguidos da denominação (PF) são aqueles nos quais predomina o processo de fundamentação. Os trechos que não são seguidos de nenhuma denominação são aqueles nos quais não foi possível identificar nenhum processo do MSLI predominante.

A partir da identificação dos processos do MSLI, estes foram discutidos com base nos elementos que os compõem, visando conhecer o encandeamento de geração de sinais, referentes e interpretantes realizados pelos alunos durante a EO. Essa ação tem o propósito de fornecer

subsídios para que possamos perceber se os alunos permaneciam no processo de estruturação ou no processo de fundamentação do MSLI, associando esses resultados à extensão do letramento gráfico.

Em seguida, realizou-se a classificação das leituras das inscrições, as quais podem ser, segundo Roth (2002), competente, transparente ou problemática. Foi possível ainda identificar um novo tipo de leitura, o qual foi denominado leitura competente inversa e será conceituado posteriormente, em momento oportuno. O Quadro 4.4 traz um exemplo de UA com identificação dos tipos de leituras.

Quadro 4.4 – Exemplo de UA que apresenta a identificação dos tipos de leituras.

10	<p>Aqui é a tabela dos metais biodisponíveis. <u>No caso, somente zinco e chumbo foram os metais que apresentaram quantidades acima das máximas permissíveis, que são novamente as que estão em negrito.</u> Aqui também há a diminuição ((da concentração)) conforme o percurso com oscilação. <i>E o ponto um e dois, que são os mais próximos a mineradora de Furnas, possuem maior quantidade de metal.</i></p>

A UA contém novamente um número de identificação, que ainda representa a ordem do *slide*. Assim, o Quadro 4.4 apresenta a UA-10, o qual inclui novamente a reprodução do *slide* utilizado e a transcrição da fala proferida durante a sua exibição. Com respeito aos tipos de leituras, os trechos em *itálico* representam *leituras competentes*; os trechos sublinhados representam *leituras competentes inversas*; os trechos **sombreados** representam *leituras transparentes*; os trechos em **negrito** representam *leituras problemáticas*; e os trechos sem formatação especial representam aqueles para as quais não foi possível identificar uma leitura de acordo com a classificação apresentada por Roth (2002). Para fins de validação da análise, tanto a procura de elementos e processos do MSLI, quanto a de classificação das leituras, foram realizadas pelo mestrando e seu orientador, confrontando os resultados obtidos. Os resultados

encontrados foram discutidos com base nos trabalhos de Roth e colaboradores, a fim de entender quais os fatores que influenciam a realização de determinados tipos de leituras. Buscamos também auxílio nos resultados obtidos na avaliação da presença de processos do MSLI para discussão dos resultados dessa etapa, investigando também o desenvolvimento de outras possíveis habilidades de letramento gráfico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos grupos G1, G2 e G3, a partir da realização de uma EO, investigando-se a função das inscrições durante a apresentação, como ocorreu a produção de sentidos e quais os tipos de leituras realizados pelos alunos. No entanto, antes de prosseguir com os resultados da análise, faz-se necessário explicitar algumas relações entre a produção do gênero mencionado e a semiótica.

Os gêneros orais, como objetos de ensino, compreendem três dimensões ensináveis: a **situação de comunicação**, a **organização interna da exposição** e as **características linguísticas**. (DOLZ et al., 2004). A situação de comunicação é o momento em que o gênero se materializa em texto, numa situação real de uso. A organização interna diz respeito às etapas da realização do gênero oral. Já as características linguísticas são os recursos que o expositor utiliza para a produção de sentidos.

De certo modo, todas as três dimensões ensináveis se relacionam com a produção de sentidos a partir da leitura de inscrições no contexto de uma EO. O aluno expositor precisa empregar **recursos linguísticos** adequados, a fim de que o conteúdo abordado seja recepcionado de forma clara pela audiência, facilitando, assim, a produção de sentidos pela mesma. A **organização interna** de um gênero oral, que na EO se caracteriza geralmente por abertura, introdução, desenvolvimento, recapitulação, conclusão e encerramento, visa proporcionar uma abordagem mais didática ao conteúdo tratado. (DOLZ et al., 2004).

A **situação comunicativa** possui os seguintes parâmetros: quadro espaço-temporal, interlocutores e objetivos, que, para as EO analisadas, se caracterizam na sala de aula, onde um aluno, que se põe no papel de especialista, tem o objetivo de apresentar resultados obtidos em uma pesquisa científica aos demais colegas que, juntamente ao professor, se colocam como plateia e, presumivelmente, leigos no assunto. Segundo Dolz et al. (2004), essa visão da relação entre alunos e professor é dita bipolar, no entanto, Chaves (2008) define-a como tripolar, já que o professor, geralmente, não se comporta como alguém que vai aprender determinado conteúdo, mas que vai avaliar a performance do expositor ou, até mesmo, corrigir aspectos da sua apresentação.

Pensando as inscrições como uma matriz de sinais, os significados produzidos a partir de sua leitura carregam perspectivas dos seus produtores e do contexto em que estão sendo utilizadas. Assim, variações na situação comunicativa, ou nas demais dimensões ensináveis, modificam a EO, e conseqüentemente, a forma como as inscrições são abordadas. A partir disso, a semiótica se relaciona com a produção do gênero citado, já que, assim como a produção de

um gênero, na semiótica social, os significados são determinados de acordo com o contexto sociocultural no qual os seus produtores estão inseridos, ou seja, os significados podem variar dependendo da comunidade ou época e, no caso da EO, esse contexto reflete diretamente a situação comunicativa.

Considerando a sua audiência como leiga, o aluno expositor deve se preocupar não apenas com os sentidos produzidos a partir da inscrição, mas também com a forma como reproduzirá esses sentidos durante a sua enunciação. Ou seja, de acordo com essa situação comunicativa, é esperada a realização de ambos os processos de estruturação e fundamentação do MSLI, o que resulta em leituras competentes. Se, por exemplo, o aluno expositor considerar que sua audiência já possui entendimento adequado a respeito das inscrições que ele pretende abordar na EO, a tendência é a realização de apenas processos de fundamentação e leituras transparentes. É papel do aluno especialista organizar o conhecimento e produção de sentidos, considerando também a audiência.

5.1 Análise da EO-G1

Neste tópico é analisada a apresentação oral realizada pelo G1, na forma de material de apoio (*slides*) e transcrição da oralidade, produzida a partir do artigo *Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR, São Paulo, Brasil* (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006), a fim de classificar o uso de inscrições na apresentação, mapear processos de leitura do MSLI e classificar os tipos de leituras de inscrições realizados pelo aluno expositor durante a apresentação. Para fins de melhor entendimento, é apresentado, a seguir, um resumo do artigo utilizado pelos alunos para construção da apresentação.

O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, ou PETAR, é uma unidade de conservação da Mata Atlântica, localizada no sul do estado de São Paulo. Desde um século atrás, as atividades no PETAR, assim como no Vale do Ribeira, têm afetado essa região, colocando-a em constante risco ecológico. Dentre as atividades realizadas, como agricultura, descarga de esgoto e expansão populacional, a mineração sempre esteve em foco, pois aquela região contém grandes reservas de cobre, chumbo e zinco. A mineradora de Furnas fazia a extração, principalmente, de galena, pirita e esfalerita, produzindo 7000 a 8000 toneladas de chumbo, no período de 1919 a 1968. E, durante todo esse período, o material de rejeito era despejado no rio Furnas. Apesar da exploração do chumbo haver cessado em 1992, os efeitos da poluição causada por essa atividade no meio ambiente ainda se manifestam, por meio de descarga dos

efluentes do rio Furnas no rio Betari e de rochas com alto conteúdo de metais pesados. (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006).

Em vista disso, um dos objetivos do trabalho era avaliar a capacidade de troca catiônica (CTC) dos metais chumbo, cádmio, cobre, zinco, alumínio, crômio, ferro, manganês e zinco ao longo dos rios Furnas e Betari. A CTC representa “a quantidade total de cátions trocáveis que pode ser retida em um material”. (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006, p. 42). Também foi avaliada a biodisponibilidade dos mesmos metais totais e pseudototais acumulados em sedimentos do rio, por meio da espectroscopia de absorção atômica.

Os resultados encontrados foram concentrações pseudototais de cobre, zinco e chumbo, assim como, zinco e chumbo biodisponíveis, acima do valor máximo permitido, ou seja, os sedimentos encontram-se altamente contaminados em alguns locais. Pontos de amostragem bastante preocupantes foram os que correspondiam ao rio Furnas (ponto 1) e à confluência do rio Furnas com o rio Betari (ponto 2), os quais obtiveram maiores concentrações de metais, devido à presença de rejeitos de mineração no rio Furnas. Os maiores valores de CTC também se encontraram nesses pontos, o que põe em foco a interação dos metais biodisponíveis com os sedimentos, já que, quanto mais fraca essa interação, maior a CTC e mais metais se encontram biodisponíveis no ambiente aquático. De acordo com essa síntese, apresentamos, a seguir, inicialmente, um panorama do uso e funções das inscrições na EO-G1, no sentido de entender como ocorre a produção de sentidos de acordo com a função adotada.

O G1 elaborou 15 *slides*, os quais foram apresentados em 15 min, seguindo uma sequência lógica de introdução, procedimentos experimentais, resultados e conclusões. Todos os *slides* possuíam alguma inscrição. No total, foram utilizadas 16 inscrições, sendo a maioria fotografias, tabelas, ícones e esquemas. A distribuição completa dos tipos de inscrições utilizados pode ser visualizada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G1.

Tipo de Inscrição	Quantidade
Fotografia	5
Ícone	2
Esquema	2
Gráfico	1
Mapa	1
Fluxograma	1
Tabelas	3
Equação	1
Total	16

Fonte: Autoria própria.

É possível estabelecer uma relação entre os tipos de inscrições presentes no artigo de Cotta, Rezende e Piovani (2006) e os tipos de inscrições presentes na EO-G1. No artigo, são encontradas tabelas, gráficos, equação e mapa, ou seja, inscrições, em sua maioria, próximas ao mundo dos conceitos e teorias no *continuum* das inscrições (Figura 3.1). De acordo com a Tabela 5.1, os tipos de inscrições presentes na EO-G1 não se limitam aos tipos presentes no artigo, e se distribuem por todo o *continuum*, devido à presença de fotografias, ícones e esquemas (inscrições próximas do mundo dos fenômenos e objetos). Assim, o G1 teve um contato com inscrições de diferentes naturezas, e não apenas com algumas específicas.

A alta frequência das fotografias, como ocorre nos livros didáticos, não é surpreendente, já que, segundo Pozzer e Roth (2003), fotografias e desenhos icônicos têm o poder de “representar” o mundo que visualizamos e a riqueza de detalhes que essas inscrições possuem as fazem parecer uma extensão do mundo dentro do livro didático e da EO. Ou seja, elas aproximam a audiência do contexto em que foi realizada a pesquisa, e o uso majoritário de inscrições mais generalizadas, como tabelas e gráficos, resultaria em um afastamento. Ainda segundo os autores, a alta frequência de uso das referidas inscrições está correlacionada com o fato de que elas são mais propensas a causar um impacto sobre os indivíduos, do que os gráficos ou equações.

A baixa frequência do uso de gráficos na EO se deu pelo fato de que o artigo a partir do qual a apresentação foi construída só contém dois gráficos. Assim, não é adequado atribuir a baixa frequência de uso de gráficos a possíveis dificuldades cognitivas com esse tipo de inscrição. O artigo de Cotta, Rezende e Piovani (2006) contém ainda um mapa e quatro tabelas. O mapa foi inserido na íntegra para a EO-G1 e três tabelas foram adaptadas para a apresentação, de acordo com as instruções recebidas na disciplina.

As inscrições utilizadas na EO se distribuíram entre três temáticas principais: quatro inscrições relacionadas ao “contexto da pesquisa”, sete inscrições relacionadas com os “procedimentos experimentais” e cinco inscrições relacionadas aos “resultados”. As inscrições com a temática “contexto de pesquisa” são aquelas inseridas na primeira parte da EO e têm a função principal de apresentar à audiência o contexto local da pesquisa, o PETAR e a problemática em estudo no artigo. Nessa temática estão presentes três fotografias e um ícone. As inscrições com a temática “procedimentos experimentais” aparecem no meio da apresentação e têm como função demonstrar o procedimento experimental realizado, desde os pontos de coleta até os aparelhos utilizados para quantificação dos metais. Nessa temática estão presentes um mapa, dois esquemas, uma fotografia, um ícone, um fluxograma e uma equação.

As inscrições que demonstram os resultados obtidos durante a análise pertencem à temática “resultados”, as quais são três tabelas, um gráfico e uma fotografia.

Nota-se que no início da apresentação predominam inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, e à medida que a apresentação se encaminha para o final ocorre a predominância de inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias. Isso ocorre devido às características do gênero EO. Segundo Pozzer e Roth (2003), dentro da ciência há preferência pela utilização de inscrições do lado direito do *continuum*, ou seja, inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias. Já nos textos didáticos, usam-se predominantemente fotografias e desenhos icônicos. A EO, no contexto da sala de aula de ciências e da comunicação científica, se configura como um gênero que carrega tanto perspectivas do discurso didático, quanto do discurso científico. Portanto é notável, durante o início da apresentação, quando o aluno está realizando uma introdução, o uso de inscrições tais como fotografias e desenhos icônicos, ou seja, inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, já que seu discurso apresenta características mais didáticas. Quando o aluno se direciona para exposição dos procedimentos e resultados das análises, o seu discurso ganha caráter mais científico, fazendo com que as inscrições predominantes nessa etapa sejam tabelas, equações e gráficos, inscrições mais generalizadas, próximas do mundo dos conceitos e teorias.

Em relação à função das inscrições na EO-G1, de acordo com o Quadro 3.1, foi possível identificar inscrições com as seguintes funções e frequências: decorativa, $n = 3$ (18%), ilustrativa, $n = 5$ (31%) e complementar, $n = 8$ (50%).

Segundo Pozzer e Roth (2003), as funções das inscrições definem uma hierarquia de valor informativo: no topo estão as inscrições complementares, e abaixo delas as inscrições ilustrativas e decorativas, respectivamente. Sendo assim, utilizar uma inscrição para explicar um conceito requer muito mais do que apenas ilustrar um conceito. As inscrições com maior valor informativo também fazem o que inscrições com menor valor informativo fazem. (POZZER; ROTH, 2003). A partir disso, e de acordo com a organização interna da EO, já era esperado uma maior frequência de inscrições complementares, seguidas de ilustrativas e decorativas. A seguir, são apresentadas algumas relações que dizem respeito à elaboração de sentidos de acordo com os tipos de inscrições. A classificação de todas as inscrições da EO-G1, de acordo com o Quadro 3.1, se encontra na íntegra no CD-ROM, em anexo.

As inscrições com função decorativa foram elencadas principalmente no início da EO-G1 e na temática “contexto da pesquisa”. Na EO-G1, as inscrições com esta função são duas fotografias e um desenho icônico, que pelas suas características intrínsecas, contêm bastante detalhes, permitindo, assim, diversas maneiras diferentes de olhá-las e interpretá-las. Essas

diversas possibilidades de interpretação das inscrições são ainda impulsionadas pelo fato delas serem decorativas, ou seja, não são mencionadas ou descritas pelo apresentador da EO, de forma que não há uma produção guiada de sentidos para essas inscrições. Pozzer e Roth (2003) apontam que uma das formas de delimitar a gama de possíveis significados a que uma inscrição pode dar origem é utilizar legendas. No entanto nenhuma das inscrições com função decorativa na EO-G1 continha esse recurso. Apresentamos a seguir, um exemplo de inscrição decorativa, do tipo fotografia, utilizada na apresentação do G1 (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 – UA-2 da EO-G1.

2	<div data-bbox="486 719 1093 1176" style="text-align: center;"> <p>Tópicos da apresentação</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Crescimento industrial; ● O PETAR; ● Procedimento experimental; ● Resultados e discussões ; ● Conclusão. <p><small>Fonte: http://www.petaronline.com.br</small></p> </div> <p>Na apresentação, eu vou dar uma introdução sobre o assunto, falando sobre o crescimento industrial, o PETAR e relação entre eles. Depois eu vou falar sobre o procedimento experimental, os resultados e a discussão e a conclusão.</p>
---	---

O Quadro 5.1 traz a UA-2, na qual o aluno expositor apresenta um resumo dos tópicos que serão apresentados durante a EO. Esta UA contém uma fotografia, em que é possível identificar montanhas cobertas de vegetação e uma caverna rochosa em meio às montanhas. A inscrição foi classificada como decorativa porque não foi citada pelo aluno expositor, pela falta de legenda e devido à lacuna de informações no *slide* e no texto verbal oral em relação à mesma.

A respeito da produção de sentidos a partir da inscrição, na ausência de um texto escrito ou oral que referenciem a fotografia, segundo Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), para que uma inscrição decorativa seja interpretada de alguma forma, o leitor, nesse caso a audiência da EO-G1, deve, inicialmente, assumir que a inscrição e o texto contêm temáticas análogas, para, em seguida, buscar “pistas” ao seu redor. Tais “pistas” geralmente são encontradas no texto verbal escrito no *slide*, na legenda, caso a inscrição possua (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005), e também, no caso da EO, no texto verbal falado pelo apresentador. Dessa forma,

a partir do que foi falado pelo aluno expositor e do texto escrito no *slide*, a audiência poderia isolar a palavra “*PETAR*”, para depois relacioná-la com a fotografia, de forma que a inscrição venha a ser percebida como representação do PETAR.

Em relação às inscrições com função ilustrativa na EO-G1, estas eram dos tipos fotografias, esquema e ícones, e foram elencadas durante as temáticas “contexto da pesquisa” e “procedimentos experimentais”. Inscrições ilustrativas constituem um recurso visual para a representação concreta de um espécime ou de um conceito. A seguir, apresenta-se um exemplo de uso de inscrição ilustrativa durante a EO-G1 (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 – UA-3 da EO-G1.

3	<div data-bbox="563 779 1177 1236"> </div> <p>O crescimento industrial na região se deu principalmente pelas atividades de mineração. As atividades de mineração liberaram os metais que estavam sendo explorados para o meio. E com isso houve a contaminação da região. A mineração foi principalmente desse minério ((<i>aponta para o slide</i>)), que é a galena. A galena é a principal fonte de chumbo.</p> <p>E por que foram analisados os sedimentos? Porque os sedimentos conseguem refletir a contaminação da água pelos metais, e além disso, eles conseguem redispôr esses metais.</p>
---	--

O Quadro 5.2 apresenta a UA-3, na qual o aluno expositor introduz a problemática das mudanças que ocorreram no meio ambiente, com origem nas atividades de mineração na região do PETAR, fazendo também considerações acerca da escolha do material de análise. A fotografia presente na UA-3 traz a galena, o minério que consiste na principal fonte de chumbo do PETAR. Essa inscrição tem função ilustrativa, pois o aluno expositor apenas faz referência à fotografia, apontando para o *slide* no momento que enuncia “*A mineração foi principalmente desse minério, que é a galena*”. Esse ato é suficiente para que os espectadores criem uma representação mental do minério de chumbo.

Apesar da inscrição não conter uma legenda, o trecho que faz menção à fotografia pode ser associado como tal. De acordo com a classificação de Pozzer e Roth (2003), fotografias em um livro didático são consideradas ilustrativas quando contém uma legenda que nomeia ou descreve o que leitor pode visualizar na inscrição, porém sem prover informações adicionais. O trecho “*desse minério, que é a galena*” funciona exatamente como a legenda de uma fotografia ilustrativa no livro didático, só que em uma apresentação oral. E, além de nomear, ela descreve para a audiência o que pode ser encontrado na inscrição, auxiliando e proporcionando uma elaboração adequada de sentidos.

A fotografia ainda se caracteriza como ilustrativa, pois não é um objeto essencial à compreensão de toda a temática abordada na UA, assim como também não altera o sentido do conteúdo transmitido. A temática principal da UA-3 é a mudança ambiental que ocorreu no PETAR. Para representar essa temática, seriam necessárias diversas fotografias, no entanto, a única fotografia elencada introduz apenas o minério particular que estava associado à mudança na região, no entanto, sem comprometer o sentido geral do que estava sendo abordado.

A partir dessa análise, possíveis sentidos elaborados para as fotografias nos Quadros 5.1 e 5.2 foram “*paisagem do PETAR*” e “*minério de chumbo, galena*”, respectivamente, já que apesar do emprego de inscrições decorativas e ilustrativas parecer intuitivo, elas possuem determinada lógica, ou seja, resultam em algum sentido. No entanto, durante a sua fala, o aluno expositor não apresentou elementos que demonstrassem os tipos de leituras que ele de fato realizou para aquelas inscrições. A falta da indicação desses recursos, que representam os elementos do MSLI, não reflete uma ausência de leitura, apenas nos impede de enxergar com clareza como foi realizado o processo de leitura e, consequentemente, de classificar as leituras de acordo com a classificação de Roth (2002).

As inscrições que sofreram processo de leitura de acordo com o referencial adotado neste trabalho, são aquelas que apresentam função complementar, que na EO-G1 são um gráfico, três tabelas, um mapa, uma equação e um esquema, que se distribuíam nas temáticas “procedimentos experimentais” e “resultados”. A seguir, um exemplo de inscrição com função complementar na EO-G1 (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 – UA-6 da EO-G1.

6	<div data-bbox="544 300 1155 754" data-label="Image"> </div> <p>As amostras, que são os sedimentos, foram colhidas de encostas de inundação. E por que encostas de inundação? Porque suas características morfológicas e hidrológicas favorecem o acúmulo dos metais. Eles foram colhidos com <i>Draga Vanveen</i>, que é esse aparelho aqui ((<i>aponta para o slide</i>)), e acondicionados em sacos plásticos. E por que sacos plásticos? Porque se fossem acondicionados em recipientes metálicos haveria contaminação da amostra pelo recipiente e qualquer resultado seria inválido.</p> <p>Aqui podemos ver o curso do rio. Os sedimentos estão no curso inferior, que é onde houve a coleta das amostras. Sendo o curso superior onde encontra-se a nascente, e o curso médio, o transporte.</p>
---	--

O Quadro 5.3 traz a UA-6, que contém uma fotografia, com função ilustrativa, e um esquema, com função complementar, utilizadas para detalhar o processo de coleta das amostras. A fotografia elencada tem função ilustrativa porque ela traz à audiência uma representação da draga *vanveen*, equipamento que foi utilizado na coleta de amostras. Mais detalhes, como o seu funcionamento, não foram abordados pelo aluno expositor. De acordo com a temática geral da UA, essa inscrição não se faz essencial à compreensão da mesma, nem altera o que foi falado pelo aluno expositor, sendo assim, pode ser classificada como uma inscrição ilustrativa.

Já o esquema presente na UA-6, representa o percurso genérico de um rio. O aluno inicialmente chama a atenção para a inscrição, e em seguida, descreve suas partes: curso inferior, médio e superior. A fala do aluno está altamente associada ao esquema, que a indica, descreve, explica e classifica, proporcionando à audiência diversos recursos semióticos para a elaboração de sentidos. De maneira reflexiva, entende-se que a fala elabora a inscrição e a inscrição também elabora a fala do aluno. Ou seja, existe uma relação de motivação, tanto do texto verbal oral para com o esquema, quanto do esquema para com o texto verbal. Essas características nos permitiram classificar a inscrição como complementar, no sentido de que a inscrição e a fala se complementam para a produção de sentidos. Nos tópicos subsequentes, são apresentadas as

características da elaboração de sentidos das inscrições complementares de acordo com o MSLI.

5.1.1 Processos do MSLI na EO-G1

Neste tópico, apresentam-se os resultados observados em relação à presença dos processos do MSLI na EO-G1, identificando como se deu a produção de sentidos das inscrições durante a apresentação. A análise completa, a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo.

O Quadro 5.4 destaca a leitura de mapa na EO-G1 e os sentidos produzidos, a partir da identificação dos processos do MSLI. Relembrando que os trechos seguidos de (PE) são aqueles em que predominam o processo de estruturação e os trechos seguidos de (PF) são aqueles em que predominam o processo de fundamentação.

Quadro 5.4 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G1.

5	<div data-bbox="470 1037 1082 1496"> </div> <p>Para maior abrangência da área de estudo, foram escolhidos seis pontos, cada um com um objetivo. Os dois primeiros ((<i>animação</i>)), que é o rio Fornos e a convergência entre o rio Fornos e o rio Betari (PE), são os pontos mais próximos da mineradora de Fornos, que foi a maior mineradora da região (PF). Os dois outros pontos ((<i>animação</i>)), que foi o rio Betari e o bairro da Serra (PE), são os pontos mais próximos da região ocupada pela população, e estão no estudo para ver se a população contribui para a contaminação do solo (PF). E os outros dois pontos ((<i>animação</i>)), o rio Fria e o rio Betari (PE), são os pontos mais distantes da mineradora e são colocados no intuito de ver se há realmente o transporte de íons metálicos (PF).</p>
---	---

O Quadro 5.4 apresenta a UA-5, em que foi utilizado um mapa para demonstrar os pontos de coleta de amostras ao longo dos rios Fornos e Betari. O aluno expositor inicia sua fala enunciando que havia seis pontos de amostragem, para em seguida salientar e caracterizar

cada um deles, apresentando relações sobre suas localizações e motivações de estudo. A ordem de estruturação dos pontos é guiada pelo texto escrito presente no *slide*. Foi possível identificar ambos os processos de estruturação e de fundamentação, as características inerentes a estes serão discutidas a seguir.

No trecho inicial, “*Os dois primeiros ((animação)), que é o rio Furnas e a convergência entre o rio Furnas e o rio Betari*”, predomina o processo de estruturação, e é possível assim classificá-lo devido à presença de momentos em que o aluno ilustra elementos gráficos e estruturas sinalizadoras da inscrição em sua fala. Inicialmente, os pontos de amostragem são destacados no fragmento “*Os dois primeiros*”, quando o aluno se refere aos pontos de coleta um e dois. Esse trecho representa o momento em que o aluno elabora os pontos citados como estruturas sinalizadoras, já que ele está salientando estruturas no mapa que posteriormente poderão se tornar um sinal.

Apesar de agrupar os dois pontos no fragmento de fala, o aluno expositor fez uso de animações, para que cada ponto fosse salientado e estruturado individualmente, e assim criar uma significação adequada do que cada ponto representa. A utilização desse recurso semiótico representa um momento em que o aluno está salientando estruturas sinalizadoras. O movimento de animação se dá pelo surgimento de uma flecha que liga a estrutura no mapa ao texto escrito no *slide*, e pode ser visualizado na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Animação utilizada na UA-5 da EO-G1.

Fonte: Banco de dados do GPEQSC.

Por fim, os fragmentos “*o rio Furnas*” e “*a convergências entre o rio Furnas e o rio Betari*” representam, cada um, indicações ao texto materializado no corpo do *slide*, ou seja, a presença do elemento gráfico na leitura do aluno.

Os processos de estruturação dos demais pontos de amostragem são semelhantes aos dois primeiros. Os trechos “*Os dois outros pontos*” (referente aos pontos três e quatro) e “*E os outros dois pontos*” (referente aos pontos cinco e seis), assim como as animações correspondentes, representam momentos em que o aluno está salientando os quatro pontos de

coleta como estruturas sinalizadoras. Já os trechos “o rio Betari”, “o bairro da Serra”, “o rio Fria” e “o rio Betari”, em relação aos pontos três, quatro, cinco e seis, respectivamente, são indicações ao texto incorporado no *slide*, ou seja, nesse momento o aluno está ilustrando elementos gráficos. No total, foram identificados três processos de estruturação, com seis estruturas sinalizadoras e seis elementos gráficos.

Após a estruturação dos pontos de amostragem, o aluno começa a conectar as estruturas sinalizadoras destacadas com referentes e interpretantes, por meio de processos de fundamentação. Utiliza-se como exemplo o trecho “são os pontos mais próximos da região ocupada pela população, e estão no estudo para ver se a população contribui para a contaminação do solo”, no qual é possível identificar a elaboração dos três elementos do processo de fundamentação. O fragmento “são os pontos” indica um momento em que o aluno transpõe as estruturas sinalizadas durante o processo de estruturação (pontos três e quatro) para o processo de fundamentação, transformando-as em sinais, visto que tais pontos haviam sido sinalizados anteriormente, no entanto, sem estabelecer relações com a situação física que representam.

As relações que compreendem o processo de fundamentação se iniciam ao indicar que os pontos estão na “região ocupada pela população”, que representa a situação física atribuída aos sinais “pontos três e quatro”. A partir disso, o fragmento “e estão no estudo para ver se a população contribui para a contaminação do solo” representa a elaboração de um interpretante, que conecta os sinais com o referente. Cabe nesse momento realizarmos um questionamento: como o aluno sabia que aquela região era a ocupada pela população? De onde surgiram o referente e o interpretante identificados?

Mapas são um tipo de inscrição que, apesar da sua perspectiva bidimensional, possuem bastante semelhança com a região que representam. Dependendo do propósito para que foi construído, um mapa pode ainda carregar demarcações que auxiliam o leitor na percepção e identificação de aspectos que, sem esses recursos, dificilmente seriam percebidos. A natureza dessas demarcações é variada, podendo ser símbolos, palavras, formas etc., e o que eles representam é explicitado geralmente em uma legenda que acompanha a inscrição. O mapa utilizado na UA-5 (Figura 5.2) possui uma legenda para auxiliar a interpretação dos sinais demarcados na Figura. Segundo a legenda, o símbolo “■”, no mapa, representa regiões do PETAR com ocupação humana. Entende-se, portanto, que o referente “região ocupada pela população” surge a partir da leitura da legenda. No entanto, durante a apresentação o aluno expositor não leu explicitamente a legenda do mapa para a audiência.

Figura 5.2 – Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem na UA-5 da EO-G1.

Fonte: Cotta; Rezende e Piovani (2006, p. 41).

Um exemplo de interpretante que o aluno expositor poderia ter falado, referente ao símbolo ■, seria “*no mapa o símbolo ■ representa a região ocupada pela população*”. A partir disso, com os símbolos da legenda estruturados e fundamentados, o aluno poderia partir para o uso dessas informações durante a elaboração de outros sinais, referentes e interpretantes, ou seja, realizar uma transferência do referente “*região ocupada pela população*” do símbolo “■” para os sinais “*ponto 3*” e “*ponto 4*”. Na fala do aluno expositor, apenas essa última etapa foi identificada. Existe aqui uma familiaridade do aluno expositor com os símbolos do mapa, de maneira que a distinção entre o objeto e o que representa o objeto é feita de maneira instintiva. Tal familiaridade advém do trabalho com o mapa em outras etapas da disciplina CELCII, como a EO inicial, a construção do pôster e as atividades individuais.

Foi possível identificar mais dois processos de fundamentação na UA-5, representados nos trechos “*são os pontos mais próximos da mineradora de Furnas, que foi a maior mineradora da região*” (pontos um e dois) e “*são os pontos mais distantes da mineradora e são colocados no intuito de ver se há realmente o transporte de íons metálicos*” (pontos cinco e seis). De forma semelhante ao anterior, quando o aluno enuncia “*são os pontos*”, ele está transportando as estruturas sinalizadoras do processo de estruturação para o processo de fundamentação, transformando-as em sinais. Os fragmentos “*mais próximos da mineradora de Furnas*” e “*mais distantes da mineradora*” representam a associação dos sinais (pontos um e dois, e pontos cinco e seis, respectivamente) a um referente, que é a localização física dos pontos. Por fim, o fragmento “*são colocados no intuito de ver se há realmente o transporte de íons metálicos*” representa a elaboração de um interpretante que relaciona os pontos cinco e seis, com seu referente. Em suma, foram identificados três processos de fundamentação, com a elaboração de seis sinais, três referentes e dois interpretantes.

O Quadro 5.5 destaca a leitura de equação na EO-G1 e os sentidos produzidos, a partir da identificação dos processos do MSLI.

Quadro 5.5 – Processos do MSLI na UA-8 da EO-G1.

8	<div data-bbox="467 448 1070 904" data-label="Diagram"> <p style="text-align: center;">Determinação da CTC (Cátions metálicos totais trocáveis)</p> <pre> graph LR A[2,50g de amostra] -- Adição --> B[25,00 mL CH3COOH 1 mol/L] B -- "Agitação por 1h" --> C[Determinação do pH da amostra e do ácido] </pre> <p style="text-align: center;">$CTC\ (cmol_c) = (pH_1 - pH_2) \times 22$</p> <p>$pH_1$: pH da suspensão; pH_2: pH da solução de CH_3COOH.</p> </div> <p>As amostras passaram por três tipos de determinações: a CTC, os metais biodisponíveis e os metais pseudototais.</p> <p>Vou falar agora um pouco sobre a CTC. O que é a CTC? A CTC é a capacidade de troca catiônica. Ela é uma característica natural do solo e reflete a quantidade de metais que podem ser trocados para o meio em questão.</p> <p>Essa determinação tem que ocorrer em pH próximo ao natural. Por isso são encontrados os valores de pH na sua fórmula. O pH um (<i>aponta para o slide</i>) é o pH da suspensão (PE). A suspensão é feita pela amostra com o ácido acético. E desse valor de pH (<i>pH1</i>), é tirado o valor de pH somente do ácido acético, que é o pH dois (PE). Essa diferença é multiplicada por 22, que é uma constante (PF), e então, você tem a CTC.</p>
---	--

O Quadro 5.5 apresenta a UA-8, com duas inscrições: um fluxograma, que apresenta uma das etapas experimentais para cálculo da CTC, a qual é calculada por uma equação, a outra inscrição presente no *slide*. No entanto, o aluno aparentemente deixa o fluxograma um pouco de lado e se detém na explicação da equação. Não podemos deixar de comentar que, durante o transporte da equação do artigo para o *slide*, o G1 cometeu um erro conceitual. A fórmula apresentada no *slide* não é utilizada para calcular a CTC, mas a capacidade de metais trocáveis, que quando somada à acidez trocável dá o valor da CTC.

Segundo Roth e Bowen (2001), durante a leitura de inscrições é comum ocorrer um processo dialético de movimentos mútuos (movimentos $R \rightarrow S$ e $S \rightarrow R$) para obter uma melhor relação entre um sinal e um referente. Foi possível identificar que houve a realização de um movimento de redução de uma situação (referente) para uma inscrição/sinal (movimento $R \rightarrow$

S), evidenciado no trecho “*Essa determinação tem que ocorrer em pH próximo ao natural (R). Por isso são encontrados os valores de pH na sua fórmula (S)*”, que atribui uma situação física à inscrição e reafirma a equação como uma matriz de sinais. Em seguida, a inscrição começa a ser estruturada e fundamentada nos termos dos sinais presentes nelas.

A partir da identificação dos elementos do MSLI, é perceptível a predominância de processos de estruturação durante a leitura da inscrição. O trecho “*O pH um ((aponta para o slide)) é o pH da suspensão*” conta com a menção a dois elementos gráficos da inscrição, representados nos fragmentos “*O pH um*” e “*o pH da suspensão*”, que são textos materializados no corpo do *slide*. No momento em que o aluno aponta para o *slide*, ele está salientando a estrutura “ pH_1 ” da equação como uma estrutura sinalizadora. O fragmento “*o pH da suspensão*” também representa um referente para a estrutura destacada. O trecho seguinte “*A suspensão é feita pela amostra com o ácido acético*” representa a elaboração de um interpretante para o fluxograma presente no *slide*, o qual apresenta as etapas de preparo da solução.

A associação da estrutura “ pH_1 ” com o seu referente faz com que ela se torne um sinal no trecho seguinte: “*E desse valor de pH ((pH_1)) é tirado o valor de pH somente do ácido acético, que é o pH dois*”. Ao retomar o “ pH_1 ”, podemos entender que este se transformou em um sinal, e agora é utilizado para dar continuidade à explicação, conectando-o com o resto da equação, enquanto ilustram-se outros elementos do MSLI. No trecho podemos ainda identificar os fragmentos “*o pH dois*” e “*pH somente do ácido acético*” como indicações do elemento gráfico, materializados no *slide*. O fragmento “*pH somente do ácido acético*” também representa um referente para a estrutura “ pH_2 ” da equação.

Roth (2003b) afirma que a transparência não é uma ferramenta ou uma característica de um sinal ou objeto, mas sim um tipo de relação entre o leitor e o sinal, a qual não requer mais atenção. Um exemplo dessa relação é a do aluno especialista com os sinais matemáticos “-” e “x” da equação, que são sinais com os quais alunos estão em constante contato durante a educação básica, como também na superior, em especial, para os alunos de cursos das ciências exatas. Ou seja, a familiaridade com esses sinais é de tamanha extensão, que eles se tornam praticamente invisíveis e, ao vê-los, não se enxerga mais um traço ou um xis, mas o processo de subtração ou multiplicação, respectivamente. Com isso, o aluno expositor apenas elabora o interpretante “*é tirado*” para o sinal “-” na equação, sem precisar estruturá-lo para a audiência, mas também sem comprometer o entendimento e a produção de sentidos, já que ele entende que a audiência, certamente, também carrega essa familiaridade com o referido sinal.

No último trecho da UA-8, predomina o processo de fundamentação: “*Essa diferença é multiplicada por 22, que é uma constante, e então você tem a CTC*”. Foram identificados os

três elementos do processo de fundamentação. A partir do fragmento “*é tirado*”, no trecho anterior, o aluno elabora o sinal “*diferença*” conectando-o a um novo interpretante “*é multiplicada por*”, interpretante este advindo da familiaridade com os sinais matemáticos, nesse caso o “*xis*” na equação. A menção ao número “22” corresponde ao elemento gráfico do processo de estruturação. O fragmento “*que é uma constante*” representa a conexão do elemento gráfico com um referente, que define o que o número representa fisicamente.

No total, foi possível identificar dois processos de estruturação e um processo de fundamentação, e os seguintes elementos: cinco elementos do tipo gráfico, uma estrutura sinalizadora, três sinais, quatro referentes e três interpretantes.

Vejamos, a seguir, a elaboração de sentidos a partir da leitura de tabelas na EO-G1, de acordo com o MSLI.

Quadro 5.6 – Processos do MSLI na UA-10 da EO-G1.

10	<div data-bbox="480 936 1091 1395" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">Resultados e discussão</p> <p style="text-align: center;">Tabela 1: Valores da CTC efetiva nas amostras de sedimento.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Pontos de amostragem</th><th>CTC efetiva (cmol_c kg⁻¹)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>19,0</td></tr> <tr><td>2</td><td>9,9</td></tr> <tr><td>3</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>4</td><td>12,4</td></tr> <tr><td>5</td><td>2,9</td></tr> <tr><td>6</td><td>10,6</td></tr> </tbody> </table> </div> <p>Bom... Após essa análise foi feita a análise dos resultados e a discussão. Vamos começar de novo pela CTC. A CTC é considerada de alta capacidade de troca catiônica quando seus valores são acima de cinco.</p> <p>Na tabela, é possível ver que somente o ponto cinco não apresentou essa alta capacidade de troca catiônica (PE). E aqui está se mostrando os pontos de amostragem, porque ((a CTC)) é uma característica do solo e não de cada metal. Damos destaque também ao ponto um, que foi o que apresentou maior CTC, que foi igual a 19 (PE). O ponto um, lembrando, é o ponto mais próximo da mineradora de Furnas (PF).</p>	Pontos de amostragem	CTC efetiva (cmol _c kg ⁻¹)	1	19,0	2	9,9	3	7,5	4	12,4	5	2,9	6	10,6
Pontos de amostragem	CTC efetiva (cmol _c kg ⁻¹)														
1	19,0														
2	9,9														
3	7,5														
4	12,4														
5	2,9														
6	10,6														

A UA-10, no Quadro 5.6, traz a primeira tabela da EO-G1, que apresenta os resultados obtidos para a avaliação da CTC nas amostras de sedimentos ao longo dos rios Furnas e Betari. A leitura de uma tabela deve ser feita considerando a sua estrutura em linhas e colunas, no sentido de cruzar as informações presentes nesses espaços e compará-las. Assim, é preciso observar as linhas e colunas como estruturas sinalizadoras, e nelas procurar outros aspectos que

possam ser ligados a algum referente externo a partir da elaboração de interpretantes. Como os pontos de amostragens já haviam sido estruturados anteriormente, na UA-5, as relações encontradas são utilizadas pelo aluno expositor para justificar aspectos elucidados durante a leitura da inscrição na UA-10.

O “*Na tabela, é possível ver que somente o ponto cinco não apresentou essa alta capacidade de troca catiônica*” representa um processo de estruturação, que contém os seguintes elementos: elemento gráfico, no fragmento “*o ponto cinco*”, que faz menção a uma das células da tabela; elemento disposição perceptiva, no fragmento “*é possível ver*”, quando o aluno chama a atenção da audiência, notando que há algo de incomum na tabela que pode resultar em alguma informação; e elemento estrutura sinalizadora, no trecho “*somente o ponto cinco*”, em que o aluno salienta o ponto cinco, como o único que não apresentou alta CTC. Essa inferência também pode ser um sinal para que a audiência deduza que os demais pontos apresentaram alta CTC.

O fragmento “*somente o ponto cinco não apresentou essa alta capacidade de troca catiônica*” pode ser considerado ainda como um interpretante, que representa uma conclusão obtida a partir da leitura de todos os conjuntos de sinais presentes na tabela. Nos trechos seguintes o aluno expositor enuncia alguns elementos da inscrição que o fizeram chegar nesse interpretante, de forma que a audiência consiga entender como é possível chegar àquela conclusão. Assim, a inscrição e suas características são exploradas com o objetivo de comprovar um enunciado ou conclusão previamente obtida, ao invés de se obter conclusões e interpretantes, a partir das características exploradas.

No trecho “*Damos destaque também ao ponto um, que foi o que apresentou maior CTC, que foi igual a 19. O ponto um, lembrando, é o ponto mais próximo da mineradora de Furnas*”, foi possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação. O processo de estruturação conta com menções a: elemento gráfico, nos fragmentos “*ao ponto um*” e “*igual a 19*”; elemento disposição perceptiva, quando o aluno enuncia “*Damos destaque*”, evidenciando o modo como o aluno percebe a inscrição e quais aspectos são considerados por ele durante a leitura, além de direcionar o olhar da audiência para aspectos da inscrição que deveriam ser percebidos; estruturas sinalizadoras, no fragmento “*ao ponto um, que foi o que apresentou maior CTC*”, em que o aluno está salientando a primeira linha da tabela.

As informações enunciadas até então são justificadas na segunda parte do trecho, por meio de um processo de fundamentação, que reafirma a estrutura “*ponto um*” como um sinal, e conecta-o à um referente físico: “*é o ponto mais próximo da mineradora de Furnas*”. Tais

informações são advindas da leitura do mapa na UA-5. Ou seja, o aluno não necessita mais estruturar o ponto um como um sinal, de forma que todo o trecho também pode ser visto como um interpretante, que visa justificar o porquê de o ponto um ter o maior valor de CTC.

É possível observar ainda no trecho “*E aqui está se mostrando os pontos de amostragem, porque ((a CTC)) é uma característica do solo e não de cada metal.*” a presença dos seguintes elementos: estrutura sinalizadora, identificado em “*E aqui está mostrado os pontos de amostragem*”, em que o aluno está salientando a coluna de pontos de amostragem como uma estrutura que pode prover informações; interpretante, quando o aluno explica o porquê de haver uma coluna com pontos de amostragens por meio da elaboração do fragmento “*((a CTC)) é uma característica do solo e não de cada metal*”.

Em suma, na UA-10 foi possível identificar dois processos de estruturação e seus elementos: gráfico (três), estruturas sinalizadoras (três) e disposição perceptiva (dois); e um processo de fundamentação e seus elementos: sinal (um), referente (um) e interpretante (três).

Vejamos, a seguir, mais um exemplo de elaboração de sentidos a partir da leitura de tabelas na EO-G1, à luz do MSLI.

Quadro 5.7 – Processos do MSLI na UA-11 da EO-G1.

11

Tabela 2: Concentração (mg kg⁻¹) dos metais pseudo-totais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Concentração (mg kg ⁻¹)		
	Cu	Zn	Pb
1	103,95 ± 2,04	5497,36 ± 434,22	7569,78 ± 439,72
2	133,23 ± 3,00	1412,29 ± 63,91	1823,94 ± 128,12
3	26,66 ± 1,16	416,50 ± 15,29	205,25 ± 8,26
4	95,27 ± 7,60	1032,65 ± 23,50	117,25 ± 3,03
5	109,32 ± 3,05	329,96 ± 0,08	115,98 ± 5,28
6	47,99 ± 2,00	639,83 ± 9,74	635,82 ± 45,59

Agora eu vou falar sobre os metais pseudototais. Apesar de terem sido analisados todos os metais, como eu já tinha dito, somente, no caso dos pseudototais, cobre, zinco e chumbo apresentaram quantidades acima das máximas permissíveis. Essas são representadas na tabela em negrito, como podem ver. Essa tabela e a próxima possuem algumas características similares. Como, por exemplo, o ponto um e dois (**PE**) são os pontos que apresentam maior quantidade de metais (**PF**). E conforme os pontos passam, conforme o passar do percurso ((do rio)), há diminuição da concentração. Mas essa diminuição não é uma regra. Como se pode ver, tem exceções, ou seja, oscilações durante o percurso (**PF**).

A UA-11 no Quadro 5.7 também utiliza uma tabela para apresentar os resultados da análise da concentração de metais pseudototais nos sedimentos ao longo dos rios Furnas e Betari. Os valores que estavam acima da máxima permitida são destacados em negrito. De acordo com o que já vimos na UA-10, a leitura de tabelas pode requerer a estruturação de diversos sinais mutuamente, ou seja, estas são inscrições que não são tão simples de serem lidas, já que, de acordo com a sua posição no *continuum* das inscrições, possuem um alto grau de abstração, assim como diversos aspectos que os alunos devem aprender a relacionar para criar interpretantes. Por exemplo, o interpretante hipotético “*a concentração de cobre está acima da permitida no ponto um*” só surgiria quando quatro características fossem tomadas como sinais: linha de metais analisados, coluna de ponto de amostragens, valores de concentrações e formatação negrito.

O aluno inicia enunciando que a tabela só traz os resultados da análise para a determinação de cobre, zinco e chumbo: “*Apesar de terem sido analisados todos os metais, [...] somente, [...] cobre, zinco e chumbo apresentaram quantidade acima das máximas permissíveis*”. Com esse trecho é possível a conclusão implícita, por parte da audiência, de que a concentração dos demais metais analisados estava dentro dos padrões estabelecidos. A tabela foi retirada e adaptada do artigo a partir do qual a apresentação foi elaborada, e em sua versão original trazia os resultados para todos os metais analisados. No entanto, durante a sua inserção para a apresentação oral, foi dada ênfase aos três metais que estavam com concentrações fora dos padrões, a partir de orientações recebidas na disciplina. Tais orientações recomendavam que tabelas, quando possível, fossem reconstruídas no *slide* ou fossem utilizados recursos para pôr em destaque resultados considerados relevantes, ou seja, elas não deveriam ser simplesmente copiadas e coladas do artigo, pois, geralmente, contêm uma vasta quantidade de dados que podem acabar causando poluição visual na apresentação.

Nesta UA, os processos de estruturação e fundamentação não se encontram bem delimitados. O fragmento “*somente, [...] cobre, zinco e chumbo*” representa o momento que o aluno toma a “linha de metais analisados” (primeira linha da tabela) como uma estrutura sinalizadora, ou seja, algo que deve ser considerado durante a leitura. Já o fragmento “*somente, [...] cobre, zinco e chumbo apresentaram quantidade acima das máximas permissíveis*”, em sua totalidade, pode ser considerado como um interpretante, mas ele não surge apenas da identificação da estrutura “*linha de metais analisados*”. A elaboração desse interpretante requer a estruturação de diversos sinais presentes na tabela, valores de concentrações e a formatação negrito. Tais sinais não haviam sido ilustrados na fala do aluno até então, porém, nos trechos

seguintes, essas características surgem no sentido de provar o que o aluno havia falado inicialmente, e para auxiliar a audiência na elaboração dos sentidos.

No trecho “*Essas são representadas na tabela em negrito, como podem ver*” o aluno chama atenção à estrutura “*negrito*” como um recurso semiótico e estrutura sinalizadora, ou seja, algo que deve ser valorizado para uma leitura adequada da tabela. Tal estrutura representa “*concentração acima das máximas permissíveis*”, indicado no trecho anterior, mas retomado como um referente pela palavra “*essas*”. O trecho representa um movimento $R \rightarrow S$, que corrobora com as intenções do aluno em provar a situação que havia identificado via uso da inscrição. Ainda é possível identificar o elemento disposição perceptiva, representado no fragmento “*como podem ver*”, ou seja, o aluno expositor está chamando a atenção da audiência para os aspectos da tabela.

Em nenhum momento durante a apresentação o aluno definiu “*concentração máxima permitida*”. Para amostras de água, a concentração máxima permitida representa o limite de concentração de certas substâncias nas amostras e serve para definir se ela é considerada própria para utilização humana ou não, e é, geralmente, determinada por órgãos de fiscalização, normas ou decretos. Confrontar os resultados obtidos em uma pesquisa com essas regulamentações permite dar credibilidade às conclusões obtidas. No caso do estudo abordado pelos alunos, foi utilizada a pesquisa de Crommentuijn et al. (2000 apud COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006)⁷ como referência para análise das amostras. Apesar de não o ter definido, ao ilustrar esse conceito, os membros do G1 demonstram indícios do entendimento de como funciona a construção do trabalho científico e de como isso é inserido nas inscrições produzidas na comunidade científica.

Continuando com a leitura, o aluno previamente informa que a tabela da UA-11 e a seguinte (elencada no próximo *slide*) possuem características similares. Por características, ele se referia à situação física que a inscrição representa, começando a descrevê-la em sequência. No trecho “*Como, por exemplo, o ponto um e dois são os pontos que apresentam maior quantidade de metais*”, os processos de estruturação e fundamentação se encontram mais definidos. O processo de estruturação está na primeira parte e conta com os três elementos: disposição perceptiva, observado a partir da fala “*Como, por exemplo*”, em que o aluno direciona a atenção aos pontos um e dois e os resultados representados na tabela, na intenção

⁷CROMMENTUIJN, T.; SIJM, D.; BRUIJN, J.; VAN DEN HOOP, M. A. G. T.; VAN LEEUWEN, K.; VAN DE PLASSCHE, E. Maximum permissible and negligible concentrations for metals and metalloids in the Netherlands, taking into account background concentrations. **Journal of Environmental Management**, v. 60, n. 2, p. 121-143, 2000.

de dali extrair relações; dois elementos estruturas sinalizadoras e dois elementos gráficos, ambos representados no fragmento “o ponto um e dois”.

Na segunda parte predomina o processo de fundamentação. Ao falar “*são os pontos*” o aluno está transformando as duas estruturas sinalizadoras destacadas anteriormente em sinais. O sinal “*negrito*” já havia sido estruturado como representante de “*concentração acima máximas permissíveis*”, a partir disso, o aluno expositor utiliza o seu contexto, para elaborar o interpretante “*apresentam maior quantidade de metais*”.

No último trecho predomina o processo de fundamentação: “*E conforme os pontos passam, conforme o passar do percurso ((do rio)), há diminuição da concentração. Mas essa diminuição não é uma regra. Como se pode ver, tem exceções, ou seja, oscilações durante o percurso*”. A coluna dos pontos de amostragens é salientada como uma estrutura sinalizadora, no fragmento “*conforme os pontos passam*”. O aluno então associa essa estrutura a um referente ao falar “*conforme o passar do percurso*”, de forma que a coluna dos pontos de amostragens representa o percurso do rio. O aluno elabora o interpretante “*há diminuição da concentração*” para estabelecer uma relação entre a coluna de amostragem (sinal) e a concentração de metais ao longo dele (referente).

A leitura dessa inscrição é finalizada com a percepção de que a variação da concentração de metais ao longo do rio não é regular. Assim o interpretante elaborado anteriormente é transformado em um sinal no fragmento “*essa diminuição*”, que serve para a elaboração de um novo interpretante: “*não é uma regra*”. Isso só é perceptível a partir da observação de que os valores da concentração dos metais estão diminuindo, mas em determinado ponto eles aumentam e então voltam a diminuir. O aluno poderia ter explicitado essa relação e então concluído que a diminuição da concentração não é uma regra. No entanto, ele preferiu mostrar sua conclusão e em seguida comprová-la no fragmento “*Como se pode ver, tem exceções, ou seja, oscilações, durante o percurso*”. O aluno chama de exceção, ou oscilação, o momento em que a concentração aumenta quando deveria diminuir, que aqui entendemos como o sinal utilizado para a elaboração da conclusão de que a diminuição da concentração não é uma regra. Nesse último trecho, contamos ainda com o elemento disposição perceptiva, representado por “*Como se pode ver*”, em que o aluno volta a atenção para as estruturas da tabela que irão comprovar o que ele havia enunciado.

As relações encontradas nessa UA demonstram que durante o processo de leitura de uma inscrição o aluno pode ficar indo e vindo nas etapas do MSLI, já que em alguns momentos os processos do Modelo não estavam bem definidos, ou seja, não continham apenas os seus elementos característicos. Em resumo, foram identificados dois processos de fundamentação, e

seus respectivos elementos: sinal (quatro), referente (dois) e interpretante (quatro); como também um processo de estruturação, e seus respectivos elementos: disposição perceptiva (três), gráfico (dois) e estruturas sinalizadoras (cinco).

São apresentadas, a seguir, algumas considerações sobre a produção de sentidos a partir da leitura de gráficos durante a EO-G1 (Quadro 5.8).

Quadro 5.8 – Processos do MSLI na UA-13 da EO-G1.

13

Correlação entre CTC e metais biodisponíveis

Pontos de amostragem	metais biodisponíveis (C em mg/kg)	CTC (em mol/kg)
1	12000	18
2	4000	10
3	3000	8
4	4000	12
5	3000	6
6	4000	10

Figura 1. Relação entre a soma das concentrações dos metais biodisponíveis e a CTC.

Como a CTC e os metais biodisponíveis refletem a quantidade de metais que podem ser disponibilizados para o meio aquático, eles possuem uma relação de proporcionalidade. Lembrando que a CTC é uma característica natural do solo.

Aqui fica claro, a partir do gráfico, essa relação de proporcionalidade. Para o caso dos metais biodisponíveis, que é essa reta, estes são os valores da soma de cada valor, de todos os metais. E aqui embaixo, há os valores da CTC (**PE**). Fica claro o decréscimo das concentrações e também a oscilação no ponto quatro (**PE**).

Essas oscilações, elas são explicadas pelo fato de a mineradora de Furnas não ter sido a única mineradora da região, apesar de ter sido a maior mineradora da região. [...]

A UA-13, no Quadro 5.8, apresenta a relação de proporcionalidade que existe entre os metais biodisponíveis e a CTC. O aluno inicia apresentando essa afirmação, e então, no trecho “*Aqui fica claro, a partir do gráfico, essa relação de proporcionalidade*”, toma o gráfico em sua totalidade como um sinal dessa proporcionalidade, que é o referente, ou situação física em estudo. Esse trecho elucida um aspecto preocupante do trabalho com inscrições, enunciado na obra de Latour e Woolgar (1997). As inscrições têm um papel importante para que os enunciados sejam transformados em fatos confiáveis e, quando isso ocorre, estes passam a ser utilizados na produção de novos conhecimentos e fatos. Entretanto, ao passar por esse processo, as inscrições podem acabar sendo confundidas ou até mesmo consideradas como substitutos autênticos dos próprios fenômenos das quais surgiram. Faz parte das habilidades do letramento

gráfico saber que as inscrições não representam em sua totalidade a realidade que retratam, nem mesmo as inscrições que apresentam grande semelhança com o mundo dos fenômenos e objetos, como as fotografias. Essa distorção acaba por resultar em leituras e interpretações inadequadas acerca dos fenômenos estudados.

O aluno tenta demonstrar como o gráfico clarifica a relação de proporcionalidade entre a CTC e a concentração de metais biodisponíveis no sedimento, assim pronunciando: *“Para o caso dos metais biodisponíveis, que é essa reta, estes são os valores da soma de cada valor, de todos os metais. E aqui embaixo, há os valores da CTC”*. O processo do MSLI predominante nesse trecho é o de estruturação. A leitura do gráfico começa pela sua legenda interna, enumerando um elemento gráfico, identificado fragmento *“Para o caso dos metais biodisponíveis”*, que são palavras materializadas na legenda. Em seguida, no fragmento *“que é essa reta”*, o aluno toma como estrutura sinalizadora a curva que representa os metais biodisponíveis, de acordo com a legenda. A segunda curva do gráfico também foi salientada como uma estrutura sinalizadora, no fragmento *“E aqui embaixo”*. Cada uma das curvas foi associada a um referente, nos trechos *“soma de cada valor, de todos os metais”* e *“há os valores da CTC”*, que é o que cada uma daquelas estruturas sinalizadoras, enquanto sinais, representam: as concentrações dos metais biodisponíveis e a CTC, respectivamente. Essa leitura não foi suficiente para guiar a audiência no processo de enxergar por meio do gráfico a relação entre a CTC e a concentração dos metais biodisponíveis. Seria necessário explicitar no gráfico que quando a concentração de metais biodisponíveis diminui é porque a CTC também diminui, já que, segundo Cotta, Rezende e Piovani (2006), a disponibilidade dos metais nos sedimentos depende de quão forte é a interação ligante/substrato geoquímico.

Por fim temos o trecho: *“Fica claro o decréscimo das concentrações e também a oscilação no ponto quatro”*. Neste, o aluno está associando o gráfico com a tabela da UA-11 (Quadro 5.7), criando uma representação da diminuição da concentração ao longo do percurso do rio, juntamente com a oscilação, sobre a qual ele falou. O processo de estruturação também está predominante, com a identificação dos elementos gráficos no fragmento *“ponto quatro”* e disposição perceptiva no trecho *“Fica claro”*. Ao serem elucidados, tais elementos auxiliam a audiência na verificação, pela inscrição, de que a concentração diminuía seguindo o percurso do rio, mas que também ocorria uma oscilação em determinado ponto. O decréscimo e a oscilação, expressados no fragmento, são assim representações do elemento referente, ou seja, a situação física que o gráfico está tratando.

Para a UA-13 foi possível identificar dois processos de estruturação e seus respectivos elementos: gráfico (dois), disposição perceptiva (um), estruturas sinalizadoras (dois). Mesmo

não sendo predominante, foi possível ainda identificar em quatro momentos o elemento referente do processo de fundamentação.

A partir da contagem de elementos dos processos de estruturação (EPE) e elementos do processo de fundamentação (EPF), obtém-se o gráfico da Figura 5.3, que apresenta a distribuição dos elementos no decorrer da EO-G1. Os pontos no gráfico representam a soma dos EPE e EPF em cada UA.

Figura 5.3 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G1.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Figura 5.3, nota-se que em maior parte da apresentação a frequência entre EPE e EPF é semelhante, com os EPE se sobressaindo em quase todas as UA, o que era esperado. Os EPF predominaram durante a leitura da equação na UA-8, devido à familiaridade do aluno expositor e da audiência com algumas particularidades da inscrição, e durante a leitura da tabela da UA-12, devido à sua similaridade com a tabela presente na UA-11, que faz com que o aluno expositor reduzisse o processo de estruturação.

Somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por oito obtemos a média desses elementos por inscrição com função complementar. Divide-se por oito, pois apesar de termos sete UA na Figura 5.3, na UA-8 estão presentes duas inscrições com a função mencionada: um fluxograma e uma equação. Assim, obtém-se os seguintes valores: 6,4 EPE e 6,1 EPF por inscrição. A semelhança entre esses valores indica que o aluno expositor conseguia transportar as estruturas salientadas no processo de estruturação para o processo de fundamentação, estabelecendo assim relações satisfatórias entre as inscrições e os fenômenos que elas

representam. A seguir, as leituras de inscrições realizadas na EO-G1 são classificadas de acordo com Roth (2002).

5.1.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G1

Neste tópico, são discutidos os tipos de leituras de inscrições na EO-G1 e os fatores que influenciam no que foi observado. A análise completa, a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo.

5.1.2.1 Leituras transparentes na EO-G1

A leitura transparente, como já indicada, transcende o entendimento do sinal, para o entendimento do fenômeno representado na inscrição. (ROTH, 2002). Para isso, é necessária certa familiaridade com a inscrição e com seus referentes, a qual não é obtida apenas a partir da exposição exaustiva às inscrições, mas com base em experiências, tarefas e atividades que incorporem experiências autenticamente científicas que revelam o propósito das inscrições para a ciência.

Dessa forma, com base nas atividades desenvolvidas na disciplina CELCII, era esperado que os alunos obtivessem determinado grau de transparência na leitura das inscrições. Porém, de acordo com a situação comunicativa da EO, essa leitura foi pouca observada, em comparação com as outras leituras. Se a audiência não for familiar com a inscrição e com o que ela representa, a leitura transparente não é bem-vinda na EO, pois pode acarretar em subtração de informações por parte da audiência, já que o sentido é elaborado, mas a sua origem na inscrição não.

Não foi possível identificar nenhuma UA em que ocorriam apenas leituras transparentes. Somente uma inscrição foi lida de maneira completamente transparente e foi possível encontrar trechos de leitura transparentes entre outros tipos de leituras (competentes e problemáticas) em quatro inscrições. O Quadro 5.9 traz a UA-8, na qual o fluxograma foi lido de forma transparente, representado pelo trecho sombreado.

Quadro 5.9 – Tipos de leituras na UA-8 da EO-G1.

A UA-8, no Quadro 5.9, traz duas inscrições, um fluxograma e uma equação. A leitura transparente é referente ao fluxograma, que apresenta uma das etapas do procedimento experimental para o cálculo da CTC. A fala do aluno priorizou estruturar e explicar o uso da equação, fator que contribuiu para a realização da leitura transparente do fluxograma.

Um fluxograma tem por objetivo apresentar os diversos passos de algum procedimento, ou um encadeamento de ideias. Assim, estão presentes neles diversos sinais, tais como setas, palavras e formas. O aluno expositor deixou de lado todos esses elementos e enunciou apenas a ideia geral do fluxograma: “A suspensão é feita pela amostra com o ácido acético”. Sendo assim, o trecho representa em sua totalidade a elaboração de um interpretante. Ou seja, o aluno visualiza, por meio da inscrição, a mistura da amostra com ácido acético, formando uma suspensão, esperando assim também que a audiência consiga enxergar o mesmo.

O Quadro 5.10 traz um exemplo de leitura transparente de aspectos internos às inscrições, na EO-G1.

Quadro 5.10 – Tipos de leituras na UA-12 da EO-G1.

12

Tabela 3: Concentração (mg kg^{-1}) dos metais biodisponíveis no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Concentração (mg kg^{-1})	
	Zn	Pb
1	5247,27 ± 451,71	5280,57 ± 118,87
2	802,47 ± 21,24	556,31 ± 6,30
3	179,55 ± 7,49	100,92 ± 1,25
4	69,05 ± 4,00	42,59 ± 0,39
5	14,90 ± 0,29	21,66 ± 0,88
6	515,75 ± 15,71	370,98 ± 5,56

Aqui é a tabela dos metais biodisponíveis. No caso, somente zinco e chumbo foram os metais que apresentaram quantidades acima das máximas permissíveis, que são novamente as que estão em negrito. Aqui também há diminuição ((da concentração)) conforme o percurso, com a oscilação. E o ponto um e dois, que são os mais próximos a mineradora de Furnas, possuem maior quantidade de metal.

A UA-12, no Quadro 5.10, apresenta uma tabela com os resultados da análise de metais biodisponíveis no sedimento. A leitura transparente é representada no trecho “*Aqui também há diminuição conforme o percurso, com a oscilação*”. A tabela foi previamente anunciada na UA-11 (Quadro 5.7), quando o aluno expositor indica que as tabelas dessas duas unidades possuem características semelhantes. Essa semelhança contribui para a realização da leitura transparente, uma vez que diversas características e sinais da tabela da UA-12 já haviam sido estruturados na UA-11 (Quadro 5.7).

Para a elaboração do trecho destacado é necessário perceber os seguintes sinais presentes na tabela: “*colunas de pontos de amostragem*”, “*valores de concentrações*” e “*formatação em negrito*”. Porém, durante a leitura da inscrição, eles são deixados de lado e o aluno enuncia diretamente o que ele interpreta a partir da visualização desses sinais, resultando na leitura transparente.

Dentre esses sinais, o único a ser mencionado na UA-12 é a “*formatação em negrito*”, indicado no trecho “*somente zinco e chumbo foram os metais que apresentaram quantidades acima das máximas permissíveis, que são novamente as que estão em negrito*”. Ao falar “*novamente*”, o aluno aponta para a audiência que aquele recurso semiótico já havia sido utilizado. Como esse e os demais sinais já haviam sido estruturados anteriormente, a possibilidade de a leitura transparente não trazer problemas para a elaboração de sentidos pela

audiência é reduzida. O Quadro 5.11, a seguir, apresenta mais um exemplo de leitura transparente na EO-G1.

Quadro 5.11 – Tipos de leituras na UA-13 da EO-G1.

O Quadro 5.11 traz a UA-13 contendo um gráfico utilizado para apresentar a relação de proporcionalidade entre a CTC e os metais biodisponíveis. Assim como as demais, a leitura transparente ocorre entre outros tipos leituras. Da mesma forma que os sinais e interpretantes elaborados na UA-11 proporcionam a realização de leituras transparente na UA-12, o mesmo ocorre para a UA-13. O aluno expositor enuncia que “*Fica claro o decréscimo das concentrações*”, mas não aponta no gráfico a forma decrescente da curva dos metais biodisponíveis, que seria a característica que resulta na elaboração dessa conclusão.

A enunciação do trecho destacado não se origina apenas nas características do gráfico, mas também no trabalho com inscrições anteriores, em especial, como citado, com as tabelas nas UAs 11 e 12. Nessas tabelas, o aluno demonstra como as concentrações dos metais pseudototais e biodisponíveis diminuem no percurso do rio. Assim, o trecho de leitura transparente na UA-13 ocorre, porque o fenômeno citado já era um fato comprovado na EO.

5.1.2.2 Leituras competentes na EO-G1

A leitura competente de inscrições é aquela em que, segundo Roth (2002), o leitor, primeiramente, estrutura os sinais que não são tão familiares a ele, para então associá-los ao que eles representam, ou seja, seus referentes. No entanto, a leitura competente na EO-G1 não ocorre devido à falta de familiaridade, mas devido ao contexto da EO, em que ela é desejável, pois proporciona à audiência elementos para que ela crie sentidos adequados à inscrição, a partir do acompanhamento das estruturas destacadas pelo aluno expositor. Sendo assim, o aluno expositor precisa entender profundamente a inscrição para que seus elementos mais importantes sejam salientados e discutidos. Dessa forma, a leitura competente é predominante na EO-G1, estando presente em sete de oito inscrições com função complementar. O Quadro 5.12 ilustra um exemplo de leitura competente realizada pelo G1 (trechos em *itálico*).

Quadro 5.12 – Tipos de leituras na UA-5 da EO-G1.

5	<div data-bbox="544 1014 1158 1471" data-label="Figure"> <p>Coleta das amostras</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Rio Fornos; 2- Convergência entre o rio Fornos e Betari; 3- Rio Betari; 4- Bairro da Serra; 5- Rio Fria; 6- Rio Betari. <p><small>Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem.</small></p> </div> <p>Para maior abrangência da área de estudo, foram escolhidos seis pontos, cada um com um objetivo. Os dois primeiros ((animação)), que é o rio Fornos e a convergência entre o rio Fornos e o rio Betari, <i>são os pontos mais próximos da mineradora de Fornos, que foi a maior mineradora da região. Os dois outros pontos ((animação)), que foi o rio Betari e o bairro da Serra, são os pontos mais próximos da região ocupada pela população, e estão no estudo para ver se a população contribui para a contaminação do solo. E os outros dois pontos ((animação)), o rio Fria e o rio Betari, são os pontos mais distantes da mineradora e são colocados no intuito de ver se há realmente o transporte de íons metálicos.</i></p>
---	---

A leitura do mapa na UA-5 visa apresentar os pontos de amostragem escolhidos na pesquisa. As leituras competentes são representadas nos trechos em que o aluno expositor destaca as características da inscrição que remetem aos pontos de amostragem e, então, conecta-

as com aspectos físicos, a partir dos quais ele apresenta as justificativas para inclusão dos pontos no estudo. Por exemplo, os dois primeiros pontos são destacados utilizando como recurso semiótico uma animação, já comentada e que pode ser visualizada na Figura 5.1. Assim, o ponto um se encontra no rio Furnas e o ponto dois na convergência entre o rio Furnas e o rio Betari. Após estruturados como sinais, o aluno pode associar os pontos com o contexto físico local, pelo trecho “*são os pontos mais próximos da mineradora de Furnas*”, que representa um referente. O mesmo processo é efetuado para os demais pontos, resultando na realização de uma leitura competente da inscrição e proporcionando à audiência a elaboração de sentidos para o mapa para os pontos de amostragens utilizados na pesquisa.

Temos ainda a presença de leituras transparentes (trechos sombreados), referente à leitura da legenda do mapa, representadas nos momentos em que o aluno expositor associa os pontos de amostragem com o contexto físico local. Por exemplo, de acordo com a legenda do mapa (Figura 5.2), o símbolo “★” indica “*áreas com minas de chumbo abandonadas*”. O fragmento “*são os pontos mais distantes da mineradora*” além de fazer parte da leitura competente, representa um trecho de leitura transparente da legenda do mapa e da posição relativa entre os pontos cinco e seis e das minas de chumbo no mapa, já que o aluno não estruturou o símbolo “★” na sua fala.

A leitura competente na UA-5 apresenta uma ordem esperada: ilustração e estruturação de aspectos da inscrição como sinais, seguida da conexão desses aspectos com referentes, realizando o processo de fundamentação. Ou seja, uma leitura competente geralmente indica um movimento $S \rightarrow R$, composição de referentes e interpretantes a partir de sinais. Porém, foi possível verificar que em diversos momentos o aluno realizava movimentos $R \rightarrow S$, ou seja, os sinais e aspectos da inscrição eram estruturados a partir de determinados referentes.

A motivação para a realização desse tipo de leitura advém da intenção em querer comprovar algum enunciado. Como contemplam as duas etapas do MSLI, fundamentação e estruturação, as leituras em que o movimento $R \rightarrow S$ ocorriam são consideradas leituras competentes, no entanto com a denominação de Leitura Competente Inversa (LCI).

Retornando à UA-8, no Quadro 5.9, esta contém dois exemplos de LCI. A primeira está representada no trecho “*Essa determinação tem que ocorrer em pH próximo ao natural. Por isso são encontrados os valores de pH na sua fórmula.*”. Nesse trecho, o aluno reafirma a inscrição como uma matriz de sinais e reflete acerca de como ela foi construída. Segundo o aluno, a situação (referente) exige que a determinação seja feita em pH próximo ao natural. Fica implícito que esse parâmetro deve ser levado em consideração durante o procedimento

experimental, o que faz com que a fórmula necessite desses valores, expressos pelo sinal “pH”. Como o aluno primeiramente enunciou a situação e em seguida elaborou os sinais presentes na inscrição a partir dela, o trecho representa uma LCI.

Outro fragmento que representa LCI na UA-8 é “*E desse valor de pH é tirado o valor de pH somente do ácido acético, que é o pH dois*”. O sinal “pH₂” representa o pH da solução de ácido acético. Segundo o que foi visualizado durante a análise da presença de processos do MSLI, o fragmento “*o valor de pH somente do ácido acético*” representa um referente para o sinal “pH₂”. O trecho se caracteriza como uma LCI já que o aluno define um sinal a partir de um referente.

A UA-8 (Quadro 5.9) ainda apresenta dois trechos de leitura competente: “*O pH um é o pH da suspensão*” e “*Essa diferença é multiplicada por 22, que é uma constante, e então você tem a CTC*”, quando o aluno define os referentes “pH da suspensão” e “uma constante” a partir dos sinais “pH₁” e “22”. É perceptível que esses trechos são totalmente o oposto do trecho de LCI “pH somente do ácido acético, que é o pH dois”. A LCI ocorreu em cinco de oito inscrições com função complementar elencadas na EO-G1, não estando presente somente nas leituras do fluxograma da UA-8 (Quadro 5.9) e do esquema da UA-6. Uma análise das fontes das inscrições revela que todas as que tiveram LCI foram retiradas do artigo trabalhado pelo G1 durante a disciplina CELCII, assim, a realização de uma LCI pode estar relacionada com a familiaridade do aluno com a inscrição e os sinais que a compõem. De acordo com essa familiaridade, o aluno expositor tende a realizar uma leitura transparente, partindo imediatamente para a inferência dos referentes e esperando que os espectadores vejam na inscrição o que ele está falando. (ROTH, 2002). Mas ao perceber o contexto em que se encontra, ou seja, a necessidade dos espectadores de acompanharem sua linha de raciocínio, e mais importante, de visualização na inscrição o sinal que dá origem ao referente falado, consecutivamente ele enuncia os sinais da inscrição. Esse processo caracteriza a LCI.

5.1.2.3 Leitura problemática na EO-G1

A leitura problemática de inscrições é aquela em que o aluno se detém na estruturação de sinais da inscrição e não consegue conectá-la a algum fenômeno. Essa leitura foi observada apenas uma vez na EO-G1, na UA-13 (Quadro 5.11), no trecho que está em **negrito**. Para Roth (2003a), utilizar aspectos da inscrição que geralmente não são utilizados em uma leitura adequada pode resultar em uma leitura problemática. Essa foi a origem da leitura problemática na UA-13, em que a pretensão do aluno era demonstrar, a partir do gráfico, a proporcionalidade

entre a CTC e a concentração de metais biodisponíveis no sedimento. Para tal objetivo, ele enunciou o seguinte trecho: “*Para o caso dos metais biodisponíveis, que é essa reta, estes são os valores da soma de cada valor, de todos os metais. E aqui embaixo, há os valores da CTC.*”. Essa leitura foi considerada problemática, já que as estruturas que o aluno salientou nos fragmentos “*essa reta*” e “*E aqui embaixo*” não foram suficientes para atingir os objetivos pretendidos. Seria necessário salientar, além das retas, as suas formas e a partir disso associá-las para que a audiência visualizasse que quando uma decresce ou cresce, a outra apresenta a mesma variação. Somente a partir dessas características é que a audiência poderia elaborar o sentido de que existe uma relação entre a CTC e a biodisponibilidade de metais no sedimento.

Em resumo, as leituras competentes foram predominantes durante toda a EO, o que é desejável na produção desse gênero para que haja um correto entendimento das inscrições pelos espectadores, assim como do conteúdo que elas transmitem. As leituras transparentes se deram em momentos oportunos que os sinais já estavam estruturados, o que proporciona uma menor subtração de informações pela audiência. Foi possível ainda identificar uma leitura problemática, quando o aluno elencou aspectos da inscrição que não serviam completamente para demonstrar o que ele pretendia. O aluno expositor não pode esperar que a audiência enxergue os mesmos sinais que ele enxerga durante a leitura de uma inscrição, assim é necessário que ele chame atenção a esses sinais, estruture-os e conecte-os com referentes adequados, ou seja, guie adequadamente a audiência no processo de significação.

5.2 Análise da EO-G2

Neste tópico é analisada a apresentação oral realizada pelo G2, na forma de material de apoio (*slides*) e transcrição da oralidade, produzida a partir do artigo *Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais* (MELO et al., 2012), a fim de classificar o uso de inscrições na apresentação, mapear processos de leitura do MSLI e classificar os tipos de leituras de inscrições realizados pelo aluno expositor durante a apresentação. Para fins de melhor entendimento, é apresentado a seguir, um resumo do artigo utilizado pelos alunos para construção da apresentação.

A pesquisa foi conduzida no município de Adrianópolis, Paraná, localizado às margens do rio Ribeira. Durante 50 anos, foram desenvolvidas nesse local atividades de mineração, principalmente de chumbo, prata e zinco. Mesmo que as atividades de mineração tenham sido cessadas em 1995, atualmente, a área constitui o maior passivo ambiental do estado do Paraná, se tornando grande problema de saúde pública, pela contaminação da população, visto que as

águas do rio Ribeira são utilizadas para consumo humano após tratamento convencional, recreação, irrigação e atividades de pesca.

Com base nessa problemática, o objetivo do trabalho era avaliar o teor de chumbo e zinco em amostras de águas superficiais e subterrâneas e de sedimentos. Para isso, foram coletadas 84 amostras de água e 76 de sedimentos, em quatro períodos diferentes, referentes às estações do ano, e em um total de 21 pontos nas margens do rio, que contemplavam nascentes, águas subterrâneas, águas superficiais e água consumida pela população. Após devido tratamento das amostras, o teor de chumbo e zinco foi determinado por meio de espectrometria de emissão ótica com fonte de plasma indutivamente acoplado. (MELO et al., 2012).

Os resultados encontrados mostraram que os teores de zinco na água consumida pela população estavam dentro dos padrões nacionais de potabilidade, com exceção de apenas um ponto de coleta. Já os altos níveis de chumbo na água, na maioria das amostras, não permitem o seu uso pela população. Concentrações totais de chumbo de até $795,3 \mu\text{g L}^{-1}$ foram observadas na margem do rio Ribeira, em um fluxo de água pluvial de uma fábrica abandonada. Devido aos altos níveis de chumbo nos sedimentos de alguns locais, os autores recomendaram que a turbulência da água fosse evitada, o que evitaria do metal se transportar para a água e, assim, contaminar quem a utiliza. De acordo com essa síntese, é apresentado a seguir, inicialmente, um panorama do uso e funções das inscrições na EO-G2, com o objetivo de entender como ocorre a produção de sentidos de acordo com a função adotada.

Para sua apresentação, o G2 elaborou 19 *slides*, os quais foram apresentados em 14 min, seguindo uma sequência lógica de introdução, procedimentos experimentais, resultados e conclusões. No total, foram utilizadas 11 inscrições, sendo a maioria delas tabelas, fluxogramas e fotografias. A distribuição completa dos tipos de inscrições utilizados pode ser visualizada na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G2.

Tipo de Inscrição	Quantidade
Fotografia	2
Mapa	1
Fluxograma	3
Tabela	4
Equação	1
Total	11

Fonte: Autoria própria.

A princípio, é possível estabelecer uma relação entre os tipos de inscrições presentes no artigo de Melo et al. (2012) e os tipos de inscrições presentes na EO-G2. As inscrições presentes

no artigo são, em sua maioria, mais próximas ao mundo dos conceitos e teorias: tabelas, gráfico, equação e mapa. Essa tendência se transfere para a EO-G2, visto que esse tipo de inscrição também predomina na apresentação, com adição de fotografias e fluxogramas, e exclusão do gráfico. Assim, as inscrições presentes na EO-G2 não se distribuem no *continuum* das inscrições, o que acarreta em um contato limitado com inscrições de diversas naturezas.

A alta frequência de tabelas e fluxogramas na EO-G2 (Tabela 5.2) pode ser explicada a partir das inscrições presentes no artigo de Melo et al. (2012). O artigo possui um total de seis tabelas e quatro delas foram inseridas na EO, para ilustrar os resultados obtidos na pesquisa. Em relação aos fluxogramas, o procedimento experimental realizado pelos autores do artigo foi relativamente extenso. Isso se manifesta na EO-G2, a partir da alta quantidade de fluxogramas que foram construídos pelo grupo para descrever os processos e etapas do procedimento experimental, a partir das orientações recebidas na disciplina.

É possível encontrar, no artigo, um quadro que caracteriza os pontos de amostragem às margens do rio Ribeira de acordo com suas coordenadas geográficas. Com esse tipo de texto, um leitor do artigo não consegue criar uma imagem da disposição dos pontos de coleta na região do rio Ribeira. Porém, no material suplementar do artigo é possível encontrar um mapa que apresenta a localização dos pontos de coleta. Durante a construção da EO-G2, ao invés do quadro, os alunos priorizaram o uso do mapa, mesmo que este não tenha sido explorado e descrito no artigo, inserindo-o na apresentação. A partir disso, a audiência consegue obter uma imagem da disposição dos pontos de coleta e também se aproximar do contexto de pesquisa.

O artigo possui ainda um gráfico de barras elencado num tópico denominado *Características Gerais das Amostras de Água e de Sedimentos*, e mostra a variação do pH nas amostras de água no decorrer do ano. O gráfico não foi inserido na EO-G2, porém foi possível observar que algumas informações advindas dele foram utilizadas ao longo da apresentação. Por fim, a frequência de fotografias na EO-G2 não foi tão representativa quanto esperada, o que implica numa lacuna na exploração do potencial desse tipo de inscrição pelo G2, e uma menor aproximação da audiência com o contexto no qual a pesquisa foi realizada.

As inscrições utilizadas na EO-G2 se distribuíram entre duas temáticas principais: sete inscrições relacionadas aos “procedimentos experimentais” e quatro inscrições relacionadas aos “resultados”. As inscrições com a temática “procedimentos experimentais” aparecem no meio da apresentação e têm como função demonstrar o procedimento experimental realizado, desde os pontos de coleta até os aparelhos utilizados para quantificação dos metais. Os tipos de inscrição que compreendem essa temática são duas fotografias, três fluxogramas, um mapa e uma equação. As inscrições com a temática “resultados” aparecem no final da EO e têm a

função de apresentar os dados obtidos durante a pesquisa. Nessa temática estão presentes quatro tabelas. Não foram utilizadas inscrições durante a introdução da EO.

Apesar de não haver inscrições no início da EO, ou seja, durante o momento que o aluno apresentava a problemática em estudo, esses dados ainda corroboram para a percepção do gênero EO, dentro do contexto da comunicação científica como um gênero que carrega perspectivas tanto do discurso didático, quanto do discurso científico. A etapa de apresentação dos “procedimentos experimentais” tem um discurso didático, porém já com determinado grau técnico e científico, por isso nessa etapa as inscrições utilizadas estão localizadas em ambos os lados do *continuum* das inscrições. À medida que se avança em direção ao final da apresentação, ocorre o incremento do teor científico do discurso, e com isso a preferência por uso das inscrições do lado direito do *continuum*.

Em relação à função das inscrições na EO-G2, de acordo com o Quadro 3.1, foi possível identificar inscrições com as seguintes funções e frequências: decorativa, $n = 1$ (9%), ilustrativa, $n = 4$ (36%) e complementar, $n = 6$ (54%). Tais dados estão de acordo com o esperado: um maior uso de inscrições com função complementar, seguida de inscrições ilustrativas e decorativas. A classificação de todas as inscrições da EO-G2 pode ser visualizada na íntegra no CD-ROM, em anexo.

A respeito da inscrição com função decorativa na EO-G2, esta é do tipo fotografia, como esperado, e foi elencada durante a temática “procedimentos experimentais”. Como relatado anteriormente, fotografias possuem diversas maneiras de serem interpretadas (POZZER; ROTH, 2003), ainda mais quando possuem a função decorativa. No entanto, na EO-G2, a maioria das inscrições possuem legendas, o que proporciona e auxilia a audiência na elaboração de sentidos mais adequados. O Quadro 5.13 traz a UA-9, a qual contém a inscrição com função decorativa.

Quadro 5.13 – UA-9 da EO-G2.

9	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <h3 style="text-align: center;">PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</h3> <p>Amostra de Água</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fração Total: Digestão das amostras em forno de micro-ondas; ▪ Fração solúvel: Adição de água filtrada e acidificação até pH 2; ▪ Fração particulada: Aplicou-se a equação - $PAR = (TOT - SOL)/STS$; ▪ Realizada por meio de espectrometria de emissão ótica com fonte de plasma indutivamente acoplado. <div style="text-align: right;"> <p><small>Figura 3- Aparelho para espectrometria</small></p> <p><small>Fonte: www.petro-online.com</small></p> </div> </div> <p>Aí, para água foi diferente. ((O aluno se distrai com comentários dos colegas de sala de aula)). A gente tem a fração total, e aí, para ela a gente também usou micro-ondas. Fração solúvel, a gente adicionou água e acidificou. A fração particulada, a gente usou uma equação, que é o total, menos o solúvel, dividido pelo que está em suspensão. Isso foi o tratamento que a gente deu para as amostras de água.</p> <p>Depois disso, a gente fez a espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado, que nada mais é que você quantificar os teores a partir das ondas eletromagnéticas que são emitidas, tanto pelo átomo neutro, quanto por uma forma iônica. E é isso.</p>
---	--

A UA-9 contém duas inscrições: uma fotografia de um aparelho de espectrometria, e uma equação para o cálculo da fração particulada de metais na água. Em relação à fotografia, mesmo que apresente uma legenda, não é possível identificar na fala do aluno nenhum elemento que faça menção à inscrição, já que foi priorizada a explicação dos sinais presentes na equação. Assim, a fotografia foi classificada como decorativa.

A respeito da produção de sentidos a partir da inscrição, como não foi citada pelo apresentador, a audiência necessita buscar por pistas (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005), que geralmente podem ser encontradas no texto verbal escrito no *slide*, na legenda da inscrição, ou na fala do apresentador. A fotografia da UA-9 possui uma legenda: “*Figura 3 – Aparelho de espectrometria*”, que nomeia o objeto retratado. Se observada pelos indivíduos da audiência, a inscrição pode ser percebida como representação do aparelho mencionado. Dessa forma, apesar da função decorativa, a legenda é um recurso semiótico que delimita a significação, descreve e ensina a audiência como ler a inscrição. (POZZER; ROTH, 2003).

Em relação às inscrições com função ilustrativa na EO-G2, estas eram do tipo tabela e foram elencadas na temática “resultados”. Apesar da frequência dessas inscrições estarem de acordo com o esperado, a forma como foram elencadas na apresentação é preocupante, já que

são todas aquelas que trazem os resultados da pesquisa. O Quadro 5.14, que apresenta a UA-11, exemplifica o uso de inscrição com função ilustrativa na EO-G2.

Quadro 5.14 – UA-11 da EO-G2.

11

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Teores de Pb Total, solúvel e particulado nas amostras de água

Ponto	Mgnt			Solúvel			Particulado			Resíduo		
	TH	THI	THII	TH	THI	THII	TH	THI	THII	TH	THI	THII
1	25	<1,0	11,1	1,8	<1,0	8,7	7,1	<1,0	1,6	3,2	<1,0	46
2	<1,0	<1,0	<1,0	1,8	1,3(27%)	10,5	10,8	<1,0	171	<1,0	<1,0	<1,0
3	8,4	<1,0	30,3	5,1	<1,0	35,8	21,8	<1,0	178	1,2	<1,0	66,7
4	100	<1,0	208	17,5	<1,0	197	19,4	<1,0	365	8,8	<1,0	324
5	88	<1,0	286	19,0	<1,0	188	15,1	<1,0	114	8,1	<1,0	907
6	<1,0	<1,0	<1,0	26,4	<1,0	204	181	1,5(76%)	320	21,3	1,8(76%)	1385
7	9,8	<1,0	221	11,6	<1,0	128	74,8	<1,0	1876	7,3	<1,0	757
8	180	<1,0	297	15,3	<1,0	176	79,4	<1,0	1814	8,18	10,8(29%)	3500
9	23	<1,0	81,3	3,5	<1,0	38,4	5,3	<1,0	306	<1,0	<1,0	<1,0
10	148	<1,0	448	2,1	<1,0	91,1	20,9	<1,0	825	8,2	<1,0	1519
11	162	<1,0	838	6,5	1,3(20%)	136	5,3	<1,0	307	6,3	<1,0	815
12	170	<1,0	247	6,8	<1,0	18,4	22,2	<1,0	631	2,1	<1,0	209
13	175	<1,0	186	7,8	<1,0	197	6,8	<1,0	178	9,5	<1,0	816
14	175	<1,0	181	8,8	<1,0	138	30,1	<1,0	86	2,3	<1,0	181
15	114	<1,0	286	11,1	<1,0	181	15,2	<1,0	608	4,3	<1,0	579
16	804	458(99%)	1373	409	26,3(7%)	403%	630	136(24%)	2608	785	510(82%)	2254
17	193	<1,0	181	8,5	<1,0	698	1,8	<1,0	886	7,5	1,1(92%)	888
18	1,5	<1,0	147	8,8	1,8(29%)	788	89,8	<1,0	1157	8,8	<1,0	475
19	160	<1,0	171	8,1	<1,0	676	21,8	<1,0	1294	15,5	<1,0	1353
20	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
21	<1,0	<1,0	<1,0	7,5	<1,0	210	7,9	<1,0	752	8,9	<1,0	658

* todos os resultados estão em mg/L, exceto os dados de resíduos que estão em g/L (1000 mg/L = 1 g/L)

A primeira tabela que a gente tem são os teores de chumbo nas amostras de água.

A UA-11 contém uma tabela com os resultados para os teores de chumbo nas amostras de água. O aluno expositor faz uma simples menção à inscrição, sem salientar nenhuma de suas estruturas, e em seguida, exibe o *slide* da UA-12, que pode ser visualizado no Quadro 5.15, o qual traz apontamentos e conclusões obtidos a partir da análise da inscrição. Utilizando a locução pronominal “a gente”, o aluno expositor se coloca como membro da equipe de pesquisa que produziu o artigo.

Quadro 5.15 – UA-12 da EO-G2.

12

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Nascentes (1 e 9) teor de Pb inferior ao limite máximo;
- Pontos 2, 3 e 4 acumulação progressiva de Pb na água;
- A água dos pontos 6, 7 e 8 estava contaminada e os teores totais de Pb foram até 10 vezes acima do valor máximo;
- Ponto 16 apresentou os maiores teores de Pb total na água em todas as amostragens;
- 17 e 19, que correspondem à água do Rio Ribeira maior fração de Pb está na forma particulada;
- pontos 20 e 21, encontra-se dentro dos padrões nacionais.

<p>E aí, a gente tem o seguinte: as nascentes que a gente tinha como referência, elas estão inferiores ao limite máximo estabelecido pela CONAMA. Mas elas têm uma diferença relacionada ao pH e a granulometria. Aqui, a gente teve uma acumulação progressiva de chumbo na água dos pontos dois e três.</p> <p>E os pontos seis, sete e oito: a concentração foi maior que dez. [...]</p>

De acordo com Pozzer e Roth (2003), a legenda de fotografias ilustrativas nomeia ou descreve o que leitor pode visualizar na inscrição, porém sem prover informações adicionais. Apesar de ser falado, o trecho “*A primeira tabela que a gente tem são os teores de chumbo nas amostras de água*” funciona como uma legenda para a tabela, que nomeia o que está representado na inscrição. Dessa forma a inscrição foi classificada como ilustrativa. As demais tabelas presentes na EO-G2 foram elencadas dessa mesma forma: num *slide*, a inscrição isolada, e em seguida, as observações extraídas dela.

Tabelas são inscrições que, pelas suas características, possuem a capacidade de expressar bastante valor informativo. Todavia, esse potencial não foi explorado pelo G2, visto que o aluno expositor escolheu não evidenciar os resultados e conclusões a partir das inscrições. De modo reflexivo sobre o papel das inscrições para a ciência, tais conclusões só foram proporcionadas a partir da organização dos dados em uma tabela, já que a função principal desse tipo de inscrição é de comparar dados. No entanto, o tempo de exibição da tabela foi menor que 10 s. A audiência tem uma imagem de como foi realizada a organização dos dados, porém não teve a chance de enxergar na inscrição as características que resultam nos enunciados da UA-12. O mesmo ocorreu para as outras três tabelas presentes na EO-G2, sendo assim, também classificadas como ilustrativas.

Os fatores que influenciam na utilização das tabelas como inscrições ilustrativas não são tão claros, mas podem estar associados à natureza da própria inscrição. Tabelas de artigos originais de pesquisas, especialmente em artigos das ciências exatas, geralmente contém um grande volume de dados, e ao serem incorporadas em apresentações orais sem alterações, as tabelas causam poluição visual e um impacto negativo na audiência. É por conta desse efeito que Oliveira e Queiroz (2007) recomendam que, ao serem inseridas na EO, tabelas sejam refeitas, dando destaque a dados que serão salientados pelo expositor durante a fala. Tais instruções foram apresentadas aos alunos do G2, porém não foram seguidas.

Damos destaque ainda para as inscrições com função complementar, que são aquelas que dão suporte à fala do aluno expositor. Na EO-G2, as inscrições complementares são uma fotografia, um mapa, três fluxogramas e uma equação, todas associadas à temática

“procedimentos experimentais”. O Quadro 5.16 traz um exemplo deste tipo de inscrição na EO-G2.

Quadro 5.16 – UA-4 da EO-G2.

4	<div data-bbox="450 456 1264 913"> <h3>DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Município de Adrianópolis (PR); • Rio Ribeira de Iguape: corpo d'água classe II (água própria para banho, irrigação, pesca); • Clima: subtropical úmido mesotérmico; • Relevo: montanhoso. <div data-bbox="970 672 1177 846"> <p>Figura 1- Município de Adrianópolis</p> <p>Fonte: www.adrianopolis.pr.gov.br (2010)</p> </div> </div> <p>Então, como a gente disse, a gente está falando do município de Adrianópolis, que fica no Paraná. Aqui, a gente pode notar ((<i>laser apontando a região do rio na fotografia</i>)) que tem um rio bem grande na região, que é o rio Ribeira. Ele é um rio, que a gente fala que é de classe dois, que a água pode ser usada para consumo, para nado e para irrigação. [...]</p>
---	--

O Quadro 5.16 traz a UA-4, em que o aluno descreve a área estudada em termos de relevo e clima. A UA contém uma fotografia aérea do município de Adrianópolis, o qual é cortado pelo rio Ribeira. Essa foi a primeira inscrição elencada na EO-G2 e, por ser uma fotografia, é interessante notar que sua função não foi decorativa. O aluno expositor chama atenção para a inscrição e, com um apontador laser, destaca nela algo que por fim é tido como o referido rio. Segundo Pozzer e Roth (2003), a legenda de uma inscrição complementar no livro didático informa ao leitor o que é possível encontrar na inscrição, como também adiciona novas informações associadas ao contexto que nela é representado. Apesar de já conter uma legenda, a fala do aluno também pode ser associada como tal.

O trecho “*Aqui, a gente pode notar que tem um rio bem grande na região, que é o rio Ribeira*” se assemelha a esse tipo de legenda, descrevendo para a audiência informações acerca do que pode ser encontrado na inscrição, bem como auxiliando e proporcionando uma elaboração adequada de sentidos. A fala ainda apresenta a informação “*rio bem grande*”, ou seja, o aluno expositor não apenas identifica o rio Ribeira, como também o classifica. A partir disso, a fotografia foi classificada com função complementar.

É possível também notar a relação de motivação entre a fotografia e a fala do aluno, característica das inscrições com esse tipo de função. A fotografia dá base para a fala do aluno, que elabora a fotografia e o que ela representa, e vice-versa. Nos tópicos subsequentes, são apresentadas as características da elaboração de sentidos das inscrições complementares na EO-G2, de acordo com o MSLI.

5.2.1 Processos do MSLI na EO-G2

Neste tópico, apresentam-se os resultados observados em relação à presença dos processos do MSLI na EO-G2, identificando como se deu a produção de sentidos das inscrições durante a apresentação. A análise completa, a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo.

Destaca-se inicialmente a leitura de fotografias na EO-G2, à luz do MSLI. Como comentado anteriormente, esse tipo de inscrição é cheio de detalhes gratuitos que permitem diferentes encaminhamentos de leitura e produção de sentidos. No entanto, são esses detalhes que fornecem um contínuo entre a inscrição e o mundo dos fenômenos e objetos, permitindo aos leitores estabelecer uma ligação com o cotidiano que os rodeia. (POZZER; ROTH, 2003). Assim, a leitura de fotografias deve ser realizada a fim de proporcionar uma produção de sentidos adequada e delimitada pela audiência.

O Quadro 5.17 exemplifica como se dá a produção de sentidos a partir de fotografias na EO-G2, de acordo com o MSLI.

Quadro 5.17 – Processos do MSLI na UA-4 da EO-G2.

4	<div data-bbox="373 1476 1187 1933"> <p>DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Município de Adrianópolis (PR); ▪ Rio Ribeira de Iguape: corpo d'água classe II (água própria para banho, irrigação, pesca); ▪ Clima: subtropical úmido mesotérmico; ▪ Relevo: montanhoso. <p>Figura 1- Município de Adrianópolis</p> <p>Fonte: www.adrianopolis.org.br (2010)</p> </div> <p>Então, como a gente disse, a gente está falando do município de Adrianópolis, que fica no Paraná. Aqui, a gente pode notar ((<i>laser apontando a região do rio na fotografia</i>)) (PE) que tem um rio bem grande</p>
---	--

na região, que é o rio Ribeira (PF). Ele é um rio, que a gente fala que é de classe dois, que a água pode ser usada para consumo, para nado e para irrigação. [...]

No Quadro 5.17 apresenta-se novamente a UA-4, agora com os processos de estruturação e fundamentação em destaque. Foi possível identificar na leitura da inscrição ambos os processos do MSLI, ou seja, a produção de sentidos se deu de acordo com o esperado para o contexto da situação comunicativa da EO: a realização do processo de estruturação, que mostra para a audiência quais as características relevantes da inscrição, e logo depois conexão dessas estruturas com o que está representado, elaborando interpretantes e conclusões, com a realização do processo de fundamentação. Relembrando que os trechos seguidos de (PE) são aqueles em que predominam o processo de estruturação e os trechos seguidos de (PF) são aqueles em que predominam o processo de fundamentação.

O processo de estruturação é representado no trecho “*Aqui, a gente pode notar ((laser apontando a região do rio na fotografia))*” e conta com a presença dos seguintes elementos: disposição perceptiva, quando o aluno expositor enuncia o trecho “*Aqui, a gente pode notar*”, que chama a atenção da audiência para aspectos da inscrição que deveriam ser percebidos; e estrutura sinalizadora, que é a forma do rio, elucidada pelo aluno pelo uso de apontador laser.

O uso do apontador laser elucida o caráter multimodal da EO e da linguagem científica. No processo de comunicação, outros modos de comunicação, além da verbal, podem ser utilizados, tais como, gestos, movimentos, entonações etc. E quando esse processo de comunicação é sobre alguma inscrição, o letramento gráfico se eleva para dimensões de articulação de recursos semióticos que destaquem as características da inscrição, pelo lado do enunciador, e do uso desses recursos para entender a inscrição, pelo lado da audiência. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

Assim, a produção de sentidos na EO também pode ser entendida em termos de uma união dialética entre a fala, os gestos e a inscrição, como elementos diferentes, no entanto, inseparáveis, que informam à audiência o que pode ser encontrado na inscrição. Enquanto a fotografia funciona como uma evidência da existência do fenômeno representado, os gestos e o texto verbal oral se direcionam à inscrição, fornecendo elementos que integram a fotografia, a fala e o gesto em uma única performance.

O último trecho, “*que tem um rio bem grande na região, que é o rio Ribeira*”, representa um processo de fundamentação, que transforma a estrutura salientada anteriormente em sinal, definindo o que ela representa. Assim, os elementos do processo de estruturação presentes nesse fragmento são um sinal, no trecho “*um rio bem grande*”, e um referente, no trecho “*que é o rio*

Ribeira”. Essa leitura, apesar de simples, é suficiente para delimitar a significação da inscrição por parte da audiência.

Em suma, foi possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação, com os respectivos elementos: disposição perceptiva, estrutura sinalizadora, sinal e referente, todos em quantidade unitária.

Destaca-se no Quadro 5.18 a produção de sentidos a partir de mapas, na EO-G2, à luz do MSLI.

Quadro 5.18 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G2.

5	<div data-bbox="371 703 1187 1162" data-label="Figure"> <p>PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</p> <p>AMOSTRAGEM</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Total de 84 amostras de água e 76 de sedimentos; ■ Outono, inverno, primavera, verão; ■ Ponto Preto (1-19): coleta de água e sedimento; ■ 1 e 9 : referência; ■ Ponto Preto (20-21): coleta de água; ■ Círculo: fábrica desativada. <p>Figura 2 Área das amostras</p> <p>Fonte: Quinica Nova, Vol.35</p> </div> <p>Bom, como que foi feita a amostragem? A gente pegou 76 amostras de sedimentos e 84 de água. Por causa da variação da quantidade de água, do movimento e da turbidez, elas foram pegas em épocas diferentes: outono, inverno, primavera e verão.</p> <p>Nos pontos um a 19, eram coletas de água e sedimento (PE). Dentro desses pontos, você tem o um e o nove, que são usados como referências (PE), porque eles estão em área mais elevadas e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração (PF). Os pontos 20 e 21, eles merecem um destaque. Ali a gente pegou só água, e essa água, ela é consumida pela população (PE). E esse círculo, é o ponto 16, que está mais ou menos aqui (<i>apontando para o slide</i>) (PE), ele é o mais próximo da fábrica (PF). Fábrica essa onde ocorria a primeira fusão do chumbo na forma galena.</p>
---	---

Segundo Gurudi e Cazetta (2014), os mapas possuem sua própria linguagem e, atualmente, estes se tornaram mais comum no contexto doméstico. Assim, nos tornamos “mais leitores de mapa do que outrora, não porque a cartografia escolar tenha sido incorporada pelos professores de Geografia da educação básica, mas porque a circulação dos mapas está sendo mais efetiva”. (GURUDI; CAZETTA, 2014, p. 12). No ensino de ciências, a utilização de mapas contribui como uma das múltiplas linguagens que o aluno pode utilizar para realizar uma leitura do mundo com olhar científico. Essa perspectiva corrobora com o pensamento de que o

desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico está altamente associado ao desenvolvimento do conhecimento científico.

Na UA-5 foi utilizado um mapa para demonstrar os pontos de coleta de amostras nas margens do rio Ribeira. A leitura da inscrição é organizada a partir do texto escrito no slide e foi possível identificar ambos os processos de estruturação e de fundamentação. No entanto, como o aluno expositor salienta individualmente diversos pontos do mapa, é notável que o processo de estruturação se torna predominante em relação ao de fundamentação.

A ordem de estruturação dos pontos é guiada pelo texto escrito presente no *slide*. No trecho inicial, “*Nos pontos um a 19 eram coletas de água e sedimento*”, predomina o processo de estruturação, devido à presença de momentos em que o aluno ilustra elementos gráficos e estruturas sinalizadoras da inscrição em sua fala. No fragmento “*pontos um a 19*”, o aluno elabora o conjunto de pontos de amostragem como estruturas sinalizadoras. O fragmento “*coletas de água e sedimento*” representa o elemento gráfico, já que o aluno está lendo o texto verbal materializado no *slide*.

Em seguida, o aluno começa a detalhar alguns pontos mais específicos. No trecho “*Dentro desses pontos, você tem o um e o nove, que são usados como referências*”, predomina o processo de estruturação, sendo possível identificar os seguintes elementos: no fragmento “*desses pontos*” o aluno retoma as estruturas sinalizadoras “*pontos um a 19*” como um conjunto de sinais, para a partir deste destacar outras características da inscrição; duas estruturas sinalizadoras, no fragmento “*o um e o nove*”, em que o aluno salienta no mapa os pontos de coleta um e nove; e gráfico, no fragmento “*referências*”, que é uma indicação ao texto verbal escrito incorporado no *slide*.

No trecho seguinte, o aluno começa a conectar os pontos um e nove com a situação física representada na inscrição e o contexto da pesquisa, elaborando interpretantes e referentes, ou seja, predominando o processo de fundamentação. No trecho “*porque eles estão em área mais elevadas e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração*” é possível identificar os seguintes elementos: referente, no fragmento “*eles estão em área mais elevadas*”, que associa os pontos um e nove a características da sua localização, ou seja, situação física; e interpretante, no fragmento “*e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração*”, que representa a elaboração de uma hipótese a partir dos dados obtidos na inscrição.

O aluno continua destacando outros pontos presentes no mapa. No trecho “*Os pontos 20 e 21, eles merecem um destaque. Ali a gente pegou só água, e essa água, ela é consumida pela população*” predomina o processo de estruturação, a partir da identificação de seus elementos característicos. No fragmento “*pontos 20 e 21*”, o aluno está salientando no mapa o

“ponto 20” e o “ponto 21” como estruturas sinalizadoras. O fragmento “*eles merecem um destaque*” representa um momento em que o aluno chama a atenção da audiência aos pontos mencionados, ou seja, em que ele elenca o elemento disposição perceptiva. Identifica-se ainda um elemento gráfico, no fragmento “*a gente pegou só água*”, em que o aluno faz menção ao texto verbal escrito no *slide*.

Por fim, o fragmento “*e essa água, ela é consumida pela população*” representa a elaboração de um interpretante. No entanto, esse interpretante advém de características do mapa que não foram mencionadas pelo aluno na sua fala. A Figura 5.4 apresenta o mapa utilizado na UA-5 na EO-G2, onde os eixos x e y são as coordenadas georreferenciadas da área.

Figura 5.4 – Mapa georreferenciado de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem na UA-5 da EO-G2.

Fonte: Melo et al. (2012, material suplementar).

Como relatado anteriormente, de acordo com o propósito da sua utilização, um mapa pode carregar marcações que auxiliam o leitor na percepção e identificação de aspectos que, sem esses recursos, dificilmente seriam percebidos. O mapa da UA-5 (Figura 5.4) não possui legenda, mas contém setas e textos verbais escritos como partes dele, que apontam e descrevem a situação física específica em algumas áreas às margens do rio Ribeira, no município de Adrianópolis. Ao localizarmos os pontos 20 e 21 no mapa, é possível associar as suas localizações com as marcações “*Área habitada*”. A partir da associação desses sinais, o leitor poderia deduzir que a água coletada naquela região é aquela consumida pela população, que representa a elaboração de um interpretante. Em sua fala, apesar de chamar atenção para os pontos 20 e 21, o aluno expositor não apresentou para a audiência a associação dessas estruturas com as marcações presentes no mapa, mas apenas o resultado dela. Existe aqui um pequeno grau de transparência em relação às marcações presentes no mapa, que se lidas de maneira competente aproximariam mais ainda a audiência do contexto da pesquisa.

Nos últimos trechos da leitura do mapa, o aluno identifica um ponto que está altamente associado à poluição que afeta a região. É possível identificar um processo de estruturação, no trecho “*E esse círculo, é o ponto 16, que está mais ou menos aqui ((apontando para o slide))*”, e os seguintes elementos: gráfico e estrutura sinalizadora, no fragmento “*esse círculo*”, em que o aluno faz menção ao texto escrito do *slide*, e salienta uma estrutura no mapa. O uso do apontador laser para identificar a região onde se encontra o círculo reforça o momento em que o aluno está elaborando o círculo como uma estrutura sinalizadora. É possível identificar ainda um elemento sinal, no fragmento “*é o ponto 16*”, quando o aluno reconhece a estrutura destacada como o ponto 16, associando-a à situação física local, no trecho “*ele é o mais próximo da fábrica*”, que representa a elaboração de um referente e realização do processo de fundamentação.

Em suma, foi possível identificar quatro processos de estruturação e dois processos de fundamentação, e os seguintes elementos: um elemento disposição perceptiva, quatro elementos gráficos, seis estruturas sinalizadoras; dois sinais, dois referentes e dois interpretantes.

A seguir, apresenta-se considerações a respeito da produção de sentidos a partir de fluxogramas na EO-G2, de acordo com o MSLI.

Quadro 5.19 – Processos do MSLI na UA-6 da EO-G2.

6	<div data-bbox="443 1279 1262 1738"> <p style="text-align: center;">PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</p> <pre> graph TD A[Amostra de sedimento] --> B[Secagem em estufa (40°C)] B --> C[Peneiradas em malha (2mm)] C --> D[Teor de areia, silte e argila (método da pipeta)] D --> E[Pb e Zn : fração pseudototal e trocável] </pre> </div> <p>Como que a gente tratou os sedimentos? Foram secos em estufa ((<i>apontando para os primeiros passos do fluxograma</i>)), peneirados, e aí, através do método da pipeta, determinado o teor de areia, silte e argila (PE).</p> <p>Por que isso? É importante você conhecer o relevo da área para ver se ele tem alguma relação com as concentrações de metais. O método da pipeta consiste em você colocar um dispersante químico, que aí,</p>
---	--

primeiro você vai trabalhar com argila, secar ela. Depois você vai trabalhar com areia e o percentual restante que tem você atribui ao silte.

O Quadro 5.19 traz a UA-6, que contém o primeiro fluxograma da apresentação, utilizado para apresentar os procedimentos experimentais realizados durante o tratamento de amostras de água e sedimentos, visando à obtenção de frações pseudototais e trocáveis. O aluno se põe no papel de integrante da equipe pesquisadora de Melo et al. (2012), ao utilizar a locução pronominal “a gente”, e inicia a explicação do processo de tratamento dos sedimentos a partir da inscrição, utilizando um apontador laser para guiar o olhar da audiência nesse processo.

Dentre os elementos presentes na inscrição, destacam-se as setas, que não apenas indicam o caminho percorrido para obtenção das frações pseudototal e trocável, como também influenciam a ordem de leitura da inscrição, que se dá paralelamente ao caminho traçado pelas setas, ou seja, de cima para baixo. O trecho “*Foram secos em estufa ((apontando para os primeiros passos do fluxograma)), peneirados, e aí, através do método da pipeta, determinado o teor de areia, silte e argila*” é o que diz respeito à inscrição. Nele foi possível identificar a predominância do processo de estruturação, assim classificado devido à presença de momentos em que o aluno ilustra os respectivos elementos: gráfico (quatro), quando o aluno expositor lê palavras presentes no fluxograma, tais como “*estufa*”, “*peneirados*”, “*teor de areia, silte e argila*” e “*método da pipeta*”; dois elementos estruturas sinalizadoras, quando o aluno aponta para os dois primeiros retângulos do fluxograma, como forma de salientar a inscrição e mostrar de onde parte o procedimento.

Foi possível ainda identificar dois elementos do processo de fundamentação: um elemento referente, quando o aluno cita “*determinado*”, que representa o objetivo desse procedimento experimental, ou seja, a situação física atribuída: quantificar os teores de areia, silte e argila nos sedimentos; e um elemento interpretante, quando o aluno enuncia “*e aí*”, advinda da estrutura sequencial característica do fluxograma, indicada pelas setas, nesse caso, a seta entre o terceiro e o quarto passo.

É possível perceber que apesar do aluno ter estruturado de forma adequada a inscrição, momentos de elaboração de interpretante e referente foram escassos. O sentido elaborado a partir dos elementos que foram estruturados é suficiente para que a audiência enxergue o procedimento experimental juntamente com o aluno expositor, no entanto, uma associação maior entre o método e o objetivo da pesquisa poderia ter sido realizada. O aluno expositor poderia ter indicado motivações e explicações do por que é necessário secar e peneirar a amostra, ou ainda trazer para esse momento uma breve definição do método da pipeta e porque

ele foi escolhido para separar os tipos de sedimentos, o que enriqueceria o valor informativo da inscrição.

Em suma, foi possível identificar um processo de estruturação e os respectivos elementos: gráficos (quatro), estruturas sinalizadoras (dois), referente (um) e interpretante (um).

Julga-se a predominância dos elementos do processo de estruturação em relação aos elementos do processo de fundamentação, como originária na falta de familiaridade dos alunos com as técnicas utilizadas nos procedimentos experimentais realizados no artigo de Melo et al. (2012). No entanto, é importante ressaltar que os alunos realizaram atividades para melhor compreensão do artigo que estavam trabalhando. Isso contribuiu para diminuir essa lacuna, conforme relatado no tópico 4.1 *Contexto da Pesquisa*, como a construção de glossários com palavras que estavam presentes no artigo e eram desconhecidas. E, junto a essas atividades, o estagiário PAE retirava dúvidas a respeito de termos e procedimentos sobre os quais os estudantes não tinham conhecimento.

Destaca-se ainda a produção de sentidos a partir de inscrição do tipo equação na EO-G2, que pode ser visualizada no Quadro 5.20.

Quadro 5.20 – Processos do MSLI na UA-9 da EO-G2.

9	<div data-bbox="445 1167 1262 1626"> <h3>PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</h3> <p>Amostra de Água</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fração Total: Digestão das amostras em forno de micro-ondas; ▪ Fração solúvel: Adição de água filtrada e acidificação até pH 2; ▪ Fração particulada: Aplicou-se a equação - $PAR = (TOT - SOL)/STS$; ▪ Realizada por meio de espectrometria de emissão ótica com fonte de plasma indutivamente acoplado. <p>Figura 3- Aparelho para espectrometria</p> <p>Fonte: www.petro-online.com</p> </div> <p>Aí, para água foi diferente. ((O aluno se distrai com comentários dos colegas de sala de aula)). A gente tem a fração total, e aí, para ela a gente também usou micro-ondas. Fração solúvel, a gente adicionou água e acidificou. A fração particulada, a gente usou uma equação, que é o total, menos o solúvel, dividido pelo que está em suspensão (PF). Isso foi o tratamento que a gente deu para as amostras de água.</p> <p>Depois disso, a gente fez a espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado, que nada mais é que você quantificar os teores a partir das ondas eletromagnéticas que são emitidas, tanto pelo átomo neutro, quanto por uma forma iônica. E é isso.</p>
---	--

O Quadro 5.20 traz a UA-9, que contém duas inscrições: uma fotografia de um aparelho de espectrometria, com função decorativa, anteriormente elucidada, e uma equação para o cálculo da fração particulada de metais nas amostras de água: $PAR = (TOT - SOL)/STS$. No trecho de leitura da equação, “*A fração particulada, a gente usou uma equação, que é o total, menos o solúvel, dividido pelo que está em suspensão*”, predomina o processo de fundamentação, o que revela uma alta familiaridade do aluno com os sinais e símbolos presentes na inscrição, o que faz com que ele elabore preferencialmente referente e interpretantes associados ao que é possível calcular com a fórmula. O trecho também representa a redução de uma situação física para uma inscrição (movimento $R \rightarrow S$), já que o aluno elabora e atribui o uso da equação (uma matriz de sinais) à obtenção da fração particulada (referente).

A leitura da equação se dá símbolo após símbolo, sinal após sinal, devido à linearidade da equação. O aluno inicia a fala explicitando o que seria calculado com a equação, no fragmento “*A fração particulada*”. Nesse momento o aluno elenca o referente “*fração particulada*” do símbolo “*PAR*”. Em seguida, no fragmento “*a gente usou uma equação*” o aluno está elaborando os elementos gráfico e estrutura sinalizadora, ao citar e chamar atenção à equação materializada no *slide*. A partir disso o aluno elenca os seguintes referentes: “*o total*”, “*o solúvel*” e “*em suspensão*”, que é o que os sinais “*TOT*”, “*SOL*” e “*STS*” representam, respectivamente. O processo de fundamentação predomina porque o aluno enuncia apenas o que essas siglas representam, ao invés de estruturá-las inicialmente, para então enunciar o que ela representa, o que faria com que ele percorresse as duas etapas do MSLI. Como comentado anteriormente, alunos especialmente de cursos de ciências exatas possuem alto grau de transparência com sinais matemáticos. A partir disso, é possível identificar ainda os interpretantes “*é*”, “*menos*” e “*dividido pelo*”, para os sinais “*=*”, “*-*” e “*/*”, respectivamente, sem precisar estruturá-los para a audiência, visto que esta também possui a familiaridade necessária para com os sinais.

Em suma, foi possível identificar um processo de fundamentação e seus respectivos elementos: sinal (um), referente (quatro) e interpretante (três). Embora o processo de estruturação não esteja presente, os elementos gráfico e estrutura sinalizadora foram identificados, ambos em quantidades unitárias.

A partir da contagem dos EPE e EPF, obtém-se o gráfico da Figura 5.5, que apresenta a distribuição dos elementos do MSLI no decorrer da EO-G2. Os pontos no gráfico representam a soma dos EPE e EPF em cada UA.

Figura 5.5 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G2.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a situação comunicativa, era esperado que ambos os processos de estruturação e fundamentação ocorressem durante a produção de sentidos das inscrições na EO-G2, o que de fato foi verificado. No entanto, a partir da Figura 5.5, é possível confirmar a predominância de processos de estruturação que já vinha sendo visualizada até então, visto que existe uma grande discrepância entre as frequências dos EPE e EPF, com os EPE se sobressaindo em diversos momentos da apresentação.

Somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por 6 obtemos a média desses elementos por inscrição com função complementar: 6,2 EPE e 4,0 EPF por inscrição. A discrepância entre esses valores é um indicativo de que o G2 não conseguiu estabelecer numerosas relações entre as inscrições e o mundo dos fenômenos e objetos, ou seja, levar as estruturas salientadas no processo de estruturação para o processo de fundamentação.

A escassez de movimentos que transportam as estruturas sinalizadoras do processo de estruturação para o processo de fundamentação, que proporcionaria à audiência elaborar um sentido mais completo para o que está representado na inscrição, ocorreu especialmente na leitura dos fluxogramas utilizados na EO-G2, e pode estar relacionado com o fato dessas inscrições, que foram criadas pelos alunos do G2, conterem um alto teor de texto verbal escrito. Este precisou ser lido pelo aluno expositor, resultando assim na ilustração de diversos elementos gráficos do processo de estruturação. A falta de familiaridade dos alunos com os processos experimentais descritos contribuía ainda para que as estruturas destacadas durante a primeira etapa do MSLI não fossem levadas até o processo de fundamentação e, assim, conectadas com os referentes. Dessa forma, a audiência tinha uma visão de como ocorreu o tratamento das

amostras, no entanto, algumas informações de cunho conceitual se perderam devido à falta de familiaridade dos alunos.

Um dos fatores que influenciam o padrão encontrado na Figura 5.5 é a familiaridade do aluno expositor com o referente da inscrição. Na UA-4, a inscrição estruturada é uma fotografia de um rio. É esperado que o aluno tenha uma familiaridade alta com essa inscrição, e por isso ele consegue facilmente estabelecer relações e transportar as estruturas salientadas em uma etapa do MSLI para a outra, elencando EPE e EPF com frequências semelhantes. Apesar da familiaridade propiciar leituras transparentes da inscrição, o contexto e situação comunicativa da EO fazem com que o aluno realize leituras competentes, ou seja, realizem ambos os processos do MSLI.

Já nas UA-6 a UA-8, as inscrições são fluxogramas que apresentam o procedimento experimental utilizado na pesquisa. Por estarem no primeiro ano do curso de Bacharelado em Química, os alunos ainda não tiveram um amplo contato com procedimentos experimentais, instrumentos, técnicas, entre outros referentes que fazem parte da química analítica, ou seja, eles não têm uma alta familiaridade com o referente representado naquelas inscrições. Assim, ainda no contexto da EO, eles realizavam leituras competentes das inscrições, porém com poucos movimentos de associação das estruturas salientadas com o referente, que é a realização do processo de fundamentação, o que justifica a discrepância entre os EPE e EPF nas UA mencionadas

Na UA-9, no entanto, a familiaridade é tamanha que os EPF se sobressaem em relação ao EPE. Nesta unidade, a inscrição que sofreu processo de leitura foi uma equação. Apesar da sua posição no *continuum* das inscrições, que confere a equação um alto grau de abstração, como o aluno expositor e a audiência já gozavam de determinada familiaridade com os referentes dos sinais presentes nelas, adquiridos ao longo da EO ou de sua vida escolar, o aluno expositor explicita diretamente tais referentes sem necessitar estruturar a inscrição. A seguir, as leituras de inscrições realizadas na EO-G2 são classificadas de acordo com Roth (2002).

5.2.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G2

A seguir, serão discutidos os tipos de leituras de inscrições presentes na EO-G2, apontando os fatores que influenciam no que é observado. A análise completa, a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo.

5.2.2.1 Leituras transparentes na EO-G2

De acordo com a situação comunicativa, as leituras transparentes foram bastante pontuais na EO-G2, em comparação às leituras competentes, o que era esperado. O Quadro 5.21 exemplifica uma inscrição lida de modo transparente na UA-9 (trechos **sombreados**).

Quadro 5.21 – Tipos de leituras na UA-9 da EO-G2.

9	<div data-bbox="445 595 1262 1050" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="284 1084 1430 1256">Aí, para água foi diferente. ((O aluno se distrai com comentários dos colegas de sala de aula)). A gente tem a fração total, e aí, para ela a gente também usou micro-ondas. Fração solúvel, a gente adicionou água e acidificou. A fração particulada, a gente usou uma equação, que é o total, menos o solúvel, dividido pelo que está em suspensão. Isso foi o tratamento que a gente deu para as amostras de água. [...]</p>
---	---

Segundo Roth (2002), a leitura transparente é aquela que transcende o entendimento do sinal para a visualização direta dos fenômenos representados na inscrição. (ROTH, 2002). Na UA-9 a leitura transparente é em relação à equação, utilizada para calcular a fração particulada de metais nas amostras de água. A fotografia apresenta função decorativa e, portanto, uma leitura que não pode ser caracterizada em termos dos referenciais adotados nesta pesquisa. A partir do que foi visto anteriormente, em termos do MSLI, no trecho destacado em sombreado, é notável que o aluno expositor não salientou nenhum dos sinais (siglas e sinais matemáticos) presentes na equação, apenas enunciou referente e interpretantes advindos deles.

A familiaridade do aluno expositor com os sinais da inscrição, como também por parte da audiência, rege a realização da leitura transparente. No entanto, a origem da familiaridade é distinta para alguns sinais presentes na inscrição. Para os sinais “PAR”, “TOT”, “SOL” e “STS”, a familiaridade foi adquirida pelo trabalho com a inscrição ao longo da disciplina CELCII. Já a familiaridade com os sinais matemáticos “=”, “-” e “/” advém de todo um percurso escolar. Dessa forma a equação não é mais visível em sua forma material ao aluno expositor. Roth

(2003b) compara o fenômeno da transparência com a de uma pessoa usando óculos, que enxerga o mundo através das lentes, no entanto, esquece do objeto no seu rosto. Para o aluno expositor, nesse momento não existe mais distinção entre os símbolos da equação e o que eles representam.

Segundo Roth (2003b), é necessário um contato prolongado com as inscrições e seus referentes para criar familiaridade e transparência, o que implica em muito mais do que uma simples exposição ao conteúdo. São necessárias experiências equivalentes àsquelas que os cientistas têm, em tamanho e intensidade. O contexto da disciplina CECLII oferece ao aluno tais experiências, não apenas a partir da apresentação da EO, mas também da realização de oficina de pôsteres e estudo detalhado da retórica presente no gênero artigo científico, etapas importantes da construção do conhecimento e produção da ciência. O engajamento nessas atividades proporciona o grau de transparência demonstrado na UA-9.

A equação foi a única inscrição da EO-G2 a ser lida de maneira transparente em sua totalidade. O Quadro 5.22 traz um exemplo de leitura transparente de aspectos internos às inscrições, na EO-G2.

Quadro 5.22 – Tipos de leituras nas UA-7 da EO-G2.

7	<div data-bbox="370 1169 1187 1630"> <p>PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</p> <p>■ Teor Pseudototal</p> <pre> graph LR A[Amostra] --> B[Micro-ondas em meio ácido (digestão)] B --> C[Resfriamento] C --> D[Filtração (filtro qualitativo)] </pre> </div> <p>Bom, para trabalhar com sedimentos, a gente teve duas amostras, dois tipos: pseudototal, como já foi falado aqui anteriormente, ela é a parte que quando você coloca no ácido, ela não é totalmente digerida. Então, essa amostra vai em micro-ondas, no meio ácido ((apontando no slide cada etapa do fluxograma)). Aqui, a gente vai ter ácido nítrico e HCl concentrado para fazer a digestão. Depois um resfriamento, e aí, a filtração.</p> <p>A grande vantagem das micro-ondas... de fazer isso em micro-ondas é porque é mais rápido, mais eficiente e mais seguro. Além disso, evita o risco de contaminação e vai usar menos reagente.</p>
---	---

O Quadro 5.22 traz a UA-7, que contém um fluxograma que mostra o procedimento experimental para tratamento das amostras de sedimentos visando obter as frações pseudototal. Durante a leitura das inscrições, ocorrem indícios de leituras transparentes (trechos sombreados) nos fluxogramas, que compõem as leituras competentes das inscrições (trechos em *itálico*). As leituras transparentes são referentes às setas presentes nos fluxogramas, expressadas nos fragmentos “*Depois*” e “*aí*”. Leituras transparentes semelhantes a essas ocorrem com os fluxogramas das UAs 6 e 8. As setas são sinais recorrentes no nosso dia a dia, dessa forma, assim como com os sinais da equação na UA-9 (Quadro 5.21), a familiaridade com as estruturas mencionadas, em adição do fato da inscrição ter sido criada pelo grupo, rege e motiva as leituras transparentes de aspectos internos dos fluxogramas das UAs 6, 7 e 8

5.2.2.2 Leituras competentes na EO-G2

A leitura competente é aquela que envolve etapas de estruturação interna da inscrição antes da projeção dos aspectos da inscrição no mundo exterior a ela. (ROTH, 2002). Esta leitura foi predominante na apresentação do G2, estando presente em todas as inscrições, o que não é surpreendente, já que, de acordo com a situação comunicativa da EO, a audiência é considerada leiga no assunto que está sendo abordado pelo aluno expositor. A partir disso, a leitura competente de inscrições é motivada pela necessidade de proporcionar à audiência elementos para o acompanhamento do que ele enuncia por meio da inscrição. O Quadro 5.23 ilustra um exemplo de leitura competente na EO-G2, indicada nos trechos em *itálico*.

Quadro 5.23 – Tipos de leituras nas UA-5 da EO-G2.

5	<div data-bbox="450 1473 1264 1930"> <p>PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL</p> <p>AMOSTRAGEM</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Total de 84 amostras de água e 76 de sedimentos; ▪ Outono, inverno, primavera, verão; ▪ Ponto Preto (1-19): coleta de água e sedimento; ▪ 1 e 9 : referência; ▪ Ponto Preto (20-21): coleta de água; ▪ Círculo: fábrica desativada. <div data-bbox="965 1590 1197 1881"> <p>Figura 2 Área das amostras</p> <p>Fonte: Química Nova, Vol.35</p> </div> </div>
---	--

Bom, como que foi feita a amostragem? A gente pegou 76 amostras de sedimentos e 84 de água. Por causa da variação da quantidade de água, do movimento e da turbidez, elas foram pegas em épocas diferentes: outono, inverno, primavera e verão.

Nos pontos um a 19, eram coletas de água e sedimento. Dentro desses pontos, você tem o um e o nove, que são usados como referências, porque eles estão em área mais elevadas e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração. Os pontos 20 e 21, eles merecem um destaque. Ali a gente pegou só água, e essa água, ela é consumida pela população. E esse círculo, é o ponto 16, que está mais ou menos aqui ((apontando para o slide)), ele é o mais próximo da fábrica. Fábrica essa onde ocorria a primeira fusão do chumbo na forma galena.

O Quadro 5.23 traz a UA-5, que contém um mapa utilizado para apresentar os pontos de amostragem às margens do rio Ribeira. Durante a leitura, o aluno segue as etapas do MSLI, destacando características no mapa que marcam os pontos de amostragem, e logo após conecta essas estruturas com aspectos da região em que se encontram, elaborando interpretantes e referentes a respeito da sua inserção no estudo. À exemplo, no trecho “*você tem o um e o nove, que são usados como referências, porque eles estão em área mais elevadas e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração*”, o aluno inicia um trabalho interno à inscrição e chama atenção para os pontos um e nove. Em seguida, associa-os à informação de que estes são usados como referência utilizando informações do contexto físico relativo aos pontos no fragmento “*porque eles estão em área mais elevadas e supostamente não teriam sido atingidos pela área de mineração*”. Processo parecido ocorre para os pontos 16, 20 e 21. Na UA-5, ocorre ainda a presença de leitura transparente, que é identificada no trecho “*e essa água, ela é consumida pela população*”, que representa um interpretante obtido a partir de demarcações feitas no mapa (Figura 5.4).

Os fluxogramas da EO-G2 também foram lidos de forma competente, como é possível visualizar no Quadro 5.22 (trechos em *itálico*). Por exemplo na UA-7, de acordo com a estrutura do fluxograma, o aluno vai trabalhando cada etapa interna da inscrição: a digestão, o resfriamento e a filtração, utilizando um apontador laser para isso. No texto verbal falado se encontram alguns referentes e interpretantes para os sinais presentes na inscrição como “*ácido nítrico e HCl concentrado*”, que representa um referente, e “*para fazer a digestão*”, que representa um interpretante, que juntos explicam como é realizada a digestão das amostras. Essa leitura faz com que a audiência enxergue juntamente com o aluno expositor o procedimento que foi adotado.

Tanto o mapa, quanto os fluxogramas, são explorados no sentido de apresentar à audiência fenômenos, experimentos e situações, realizando movimentos $S \rightarrow R$, ou seja, a

elaboração de referentes e interpretantes a partir das características da inscrição, que é a leitura competente. Foi possível identificar a realização de movimento $R \rightarrow S$ durante a leitura da equação, na UA-9, que representa a realização de LCI. Retornando a UA mencionada, no Quadro 5.21, no trecho “*A fração particulada, a gente usou uma equação*”, o aluno informa para a audiência que para quantificar a fração particulada (referente) foi utilizada uma equação (uma matriz de sinais). Ao definir a inscrição a partir de uma situação física, o aluno está realizando uma LCI.

Assim como na EO-G1, a LCI ocorreu em uma inscrição que tinha como origem o artigo utilizado pelo grupo durante o semestre na disciplina CECLII. Dessa forma, associa-se novamente a familiaridade do aluno expositor com a motivação para realização da LCI. Como apontando anteriormente, a partir da familiaridade, o aluno expositor busca iniciar uma leitura transparente da inscrição, de modo que elucida inicialmente algum referente. Nesse momento, o contexto e situação comunicativa da EO se sobressai em relação à familiaridade, de forma que o aluno expositor enuncia os sinais da inscrição que resultam na visualização do referente previamente informado, dessa forma, auxiliando a audiência a acompanhar a elaboração de sentidos a partir da inscrição.

Outro objetivo de leitura que poderia estar presente na EO-G2 seria o de investigar as características das inscrições e dela obter conclusões a respeito da pesquisa, o que resultaria em leituras competentes e LCI. No entanto, este objetivo não esteve presente na EO-G2, visto que as tabelas que são utilizadas para apresentar os resultados tiveram função ilustrativa. Voltando ao Quadro 5.14, o aluno expositor exhibe rapidamente a tabela em um *slide*, e passa imediatamente para o próximo, em que apresenta os resultados extraídas da inscrição. Poderíamos classificar essa leitura como problemática, mas o trecho que a destaca não é suficiente para isso.

No entanto, a forma como a inscrição foi elencada é problemática para a audiência, no sentido de que ela não teve a oportunidade de enxergar na inscrição as características que implicam nos resultados enunciados. O uso de inscrições prioritariamente como ilustradores pode ser reflexo de uma visão acerca do conhecimento científico, que o toma como portador de verdades inquestionáveis, independente do contexto social, e seguro, já que foi construído com base em evidências observadas e experimentos. (OKI; MORADILLO, 2008).

Em resumo, como esperado, a leitura do tipo competente (incluindo a LCI) é predominante na EO-G2, o que é apropriado durante a produção do gênero, visando uma elaboração pertinente de sentidos a partir da leitura das inscrições, ou seja, a motivação para realização de leituras competentes está associada à situação comunicativa. Foi possível detectar

ainda momentos de leitura transparentes para uma inscrição na sua totalidade e de aspectos de inscrições, regidas pela familiaridade do aluno com as mesmas.

5.3 Análise da EO-G3

Neste tópico é analisada a apresentação oral realizada pelo G3, na forma de material de apoio (*slides*) e transcrição da oralidade, produzida a partir do artigo *Distribuição de Zn, Pb, Ni, Cu, Mn e Fe nas frações do sedimento superficial do Rio Cachoeira na região sul da Bahia, Brasil* (SANTOS; SOUZA; SANTOS, 2013), a fim de classificar o uso de inscrições na apresentação, mapear processos de leitura do MSLI e classificar os tipos de leituras de inscrições realizados pelo aluno expositor durante a apresentação. Para fins de melhor entendimento, é apresentado, a seguir, um resumo do artigo utilizado pelos alunos para construção da apresentação.

O rio Cachoeira, localizado no sul da Bahia, é considerado um absorvedouro de resíduos ricos em nutrientes minerais de origens domésticas, industriais e agrícolas, devido à presença desses insumos na bacia do rio, somados à população ribeirinha que depende direta ou indiretamente desses recursos hídricos. Assim, a proposta do trabalho foi avaliar a distribuição de zinco, chumbo, níquel, cobre, manganês e ferro no sedimento superficial do rio Cachoeira, no percurso entre as cidades de Itabuna e Ilhéus, além da influência espacial e temporal na mobilidade dos metais no sedimento.

Após devido tratamento das amostras de um total de nove pontos ao longo do rio, a determinação dos elementos foi realizada empregando-se espectrômetro de absorção atômica por chama. Foram investigadas as concentrações de metais em cinco diferentes frações dos sedimentos: fração trocável (F1), fração ligada a carbonatos (F2), fração ligada a óxidos de manganês e ferro (F3), fração ligada a óxidos de ferro e manganês cristalino (F4) e fração residual (FR). Os resultados mostraram que zinco, chumbo e cobre exibem maiores concentrações na fração residual dos sedimentos de locais que recebem dejetos de zonas urbanas e industriais. Altos níveis de níquel foram encontrados na água do rio, o que pode ser prejudicial à saúde das comunidades ribeirinhas que utilizam dessa água sem tratamento para fins domésticos. (SANTOS; SOUZA; SANTOS, 2013).

Para sua apresentação, o G3 elaborou 21 *slides*, os quais foram apresentados em 15 minutos, seguindo uma sequência lógica de introdução, procedimentos experimentais, resultados e conclusões. No total, foram utilizadas 20 inscrições, sendo a maioria delas gráficos, fotografias e tabelas. Apesar de o número de inscrições e *slides* serem semelhantes, apenas 9

slides continham inscrições, cujos tipos utilizados são poucos quando comparados com o total de inscrições presentes na EO. A distribuição completa dos tipos de inscrições utilizados pode ser visualizada na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Tipos de inscrições utilizados na EO-G3.

Tipo de Inscrição	Quantidade
Fotografia	4
Mapa	1
Tabela	1
Gráfico	14
Total	20

Fonte: Autoria própria.

É possível estabelecer relação entre as inscrições presentes no artigo de Santos, Souza e Santos (2013) e os tipos de inscrições presentes na EO-G3. No artigo, estavam presentes inscrições dos tipos mapa, tabelas e gráficos, com predominância desses dois últimos, que são inscrições próximas do mundo dos conceitos e teorias, com exceção do mapa. Essa tendência se transporta para a EO-G3, já que mapa, tabela e gráficos, com a adição de fotografias, são os tipos de inscrições utilizados na apresentação. É notável o contato limitado com a variedade existente de tipos de inscrições presentes no *continuum*, evidenciado principalmente pela discrepância entre o total de inscrições (20) e os tipos de inscrições utilizados (5).

O artigo de Santos, Souza e Santos (2013) possuía 15 gráficos, um mapa e duas tabelas. Apenas um gráfico não foi inserido na apresentação do G3, o que explica a alta frequência desse tipo de inscrição. Um total de 12 gráficos são do tipo colunas empilhadas em porcentagens e dois gráficos do tipo dendrograma. Em relação às tabelas presentes no artigo, uma delas foi readaptada na EO-G3, segundo orientações recebidas durante a disciplina. É importante ressaltar que a tabela presente na UA-9 se configura na verdade como um quadro, sendo, portanto, desconsiderada no nosso estudo. Como enunciado anteriormente, os quadros se distinguem das tabelas devido ao seu conteúdo esquemático e descritivo, composto majoritariamente de palavras, diferente das tabelas que possuem um conteúdo predominantemente estatístico, ou seja, composto por números. (CUENCA et al., 2017).

O artigo ainda possui um mapa que também foi inserido na EO-G3, para apresentar os pontos de amostragem ao longo do rio Cachoeira. Em relação às fotografias, a frequência julga-se adequada e para esse grupo também está correlacionada com o impacto por elas causado na audiência. O uso da fotografia e do mapa, inscrições mais próximas do mundo dos objetos e fenômenos, auxilia os espectadores a criarem uma imagem da região do rio Cachoeira, aproximando-a ao contexto de pesquisa. (POZZER; ROTH, 2003).

As temáticas em que as inscrições se distribuem validam novamente o entendimento do gênero EO, na comunicação científica, como um gênero que carrega perspectivas do discurso didático e do discurso científico. As inscrições utilizadas na EO-G3 se distribuem entre três temáticas principais. O primeiro é o “contexto da pesquisa”, em que estão as inscrições elencadas durante a introdução e apresentação da problemática, ou seja, no início da EO. Nesse momento, o aluno expositor utiliza um discurso didático, que, pelas suas características, leva à utilização de três fotografias, ou seja, inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos.

A segunda temática é “procedimentos experimentais”, na qual estão presentes apenas duas inscrições, um mapa e uma fotografia. Apesar do incremento de discurso científico que ocorre, o aluno ainda dá preferência por utilização de inscrições do lado esquerdo do *continuum*. A terceira temática é “resultados”, e a ela pertencem uma tabela e 14 gráficos. Nesse momento, o aluno apresenta e discute os dados obtidos na pesquisa, o que o leva a utilizar predominantemente um discurso científico, e, conseqüentemente, inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias.

Em relação à função das inscrições na EO-G3, de acordo com o Quadro 3.1, foi possível identificar inscrições com as seguintes funções e frequências: decorativa, $n = 1$ (5%), ilustrativa, $n = 10$ (50%) e complementar, $n = 9$ (45%). Esse resultado entra em desacordo com o que era esperado, já que a porcentagem de inscrições ilustrativas é maior que as inscrições complementares, o que pode causar subtração de valor informativo das inscrições durante a apresentação oral. A classificação de todas as inscrições da EO-G3 pode ser visualizada na íntegra no CD-ROM, em anexo.

A respeito da inscrição com função decorativa na EO-G3, esta era do tipo fotografia e foi elencada durante a temática “contexto da pesquisa”, podendo ser visualizada no Quadro 5.24.

Quadro 5.24 – UA-5 da EO-G3

5	<div style="text-align: center;"> <h2>Introdução</h2> <p>A proposta do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus.</p> <p>O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus. Aqui está uma foto do ponto que digamos, está mais bem cuidado hoje em dia. Vocês podem ver ((<i>laser apontando para a fotografia</i>)) que há bastante espuma presente nele, que é um traço comum de contaminação.</p> </div>
---	--

O Quadro 5.24 traz a UA-5, que contém duas inscrições: uma fotografia do rio Cachoeira e uma fotografia de bolas que pretendem representar alguns elementos metálicos, a partir dos símbolos presentes nelas. Nota-se que as duas inscrições estão associadas por uma seta, ou seja, as pretensões do G3 com o uso dessas inscrições é ilustrar que diversos metais estão distribuídos no rio Cachoeira. No entanto, o aluno não aponta essa intenção na sua fala, dando destaque somente para a fotografia do rio, a qual, de acordo com a forma como foi citada e lida, tem função complementar. A partir desse cenário a fotografia dos “elementos químicos” foi classificada como decorativa. As aspas no termo “elementos químicos” são utilizadas para nos lembrar que a fotografia representa uma suposição de como são os átomos.

Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) apontam diversas dificuldades que alunos enfrentam com a utilização de inscrições que buscam retratar o mundo microscópico, advindas principalmente da visão intuitiva de que a matéria é contínua e da forma como as inscrições são apresentadas aos alunos, como fenômenos ao invés de modelos. As dificuldades podem se agravar quando as inscrições são elencadas de maneira decorativa, ou seja, sem instruções sobre como lê-las adequadamente.

Como a leitura da inscrição não foi guiada de forma explícita pelo aluno expositor, para que faça algum sentido, a audiência precisa relacionar os sinais presentes nela, na fala do aluno e no texto verbal escrito no *slide*. Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005) afirmam que esse trabalho de leitura é relativamente extenso para os alunos e necessita também de experiências

prévias em uso de modelos. E para a inscrição da EO-G3, é reconhecida também a necessidade da familiaridade da audiência com alguns fatores específicos.

Na inscrição podem ser identificadas esferas, de diversas cores. De acordo com essa forma geométrica espacial, a fotografia expressa o Modelo Atômico de Dalton: uma esfera maciça, homogênea, indestrutível, indivisível e de carga elétrica neutra. Na superfície das esferas da fotografia se encontram símbolos na forma de textos verbais. Tais textos, na comunidade científica, são identificados como representações de elementos químicos. Por exemplo, o símbolo Ca representa o elemento cálcio. Assim, a esfera vermelha representa o átomo de cálcio.

Ao visualizar a inscrição, a audiência precisa reconhecer todos esses elementos, em associação com seus conhecimentos e experiências prévias, para que ocorra a produção de sentidos. No caso da EO-G3, por serem alunos de um curso de química, os indivíduos presentes na audiência, provavelmente experienciam relativa facilidade no reconhecimento desses símbolos, advinda da familiaridade com a linguagem da química.

Ao reconhecer que o cálcio e os demais elementos representados na inscrição são classificados como metais e em associação com as palavras “*metais*”, presentes na fala do aluno expositor e no *slide*, a audiência pode elaborar a inscrição como representação de elementos metálicos. Se ainda, de forma mais abrangente, a audiência conseguir associar o sentido elaborado até então com o contexto do que está sendo tratado na UA-5, a inscrição pode ser entendida como representação dos metais que estão distribuídos no rio Cachoeira. No entanto, como já dito, esses sentidos só emergem em condições de familiaridade de cada indivíduo presente na audiência com diversos fatores, tais como a linguagem da química, o uso de modelos moleculares, o conceito de metal etc. Ou seja, a produção desses sentidos pela audiência não é garantida, em especial, quando a função da inscrição é decorativa.

Em relação às inscrições com função ilustrativa na EO-G3, estas eram duas fotografias e oito gráficos, e foram elencadas nas três temáticas: “contexto da pesquisa”, “procedimentos experimentais” e “resultados”. Como a frequência das inscrições ilustrativas estava acima do esperado, ocorre uma subtração de valor informativo das inscrições durante a apresentação oral, especialmente, porque a maioria delas eram da temática “resultados”.

O Quadro 5.25 exemplifica o uso de inscrição com função ilustrativa na UA-14 da EO-G3, que apresenta os resultados da distribuição do ferro e do manganês nas diversas frações do sedimento, nos períodos seco e chuvoso, e para isso são utilizados gráficos de coluna empilhadas em porcentagens. O aluno inicia sua fala chamando atenção para os gráficos, indicando à audiência o que pode ser encontrado neles, no entanto, sem salientar nenhuma

estrutura deles ainda. Em seguida, ele volta sua atenção apenas para os gráficos que trazem os resultados do elemento ferro (gráficos superiores), detalhando suas características e elaborando interpretantes.

Quadro 5.25 – UA-14 da EO-G3.

Em relação aos gráficos do manganês na UA-14, eles foram meramente citados pelo aluno expositor, de forma que a audiência apenas obteve uma ilustração de como ficaram organizados os dados obtidos. As características do gráfico, que permitem a interpretação e entendimento de como o metal se distribui ao longo do rio Cachoeira, não foram estruturadas. A partir desse cenário, os dois gráficos referentes ao manganês (períodos seco e chuvoso) foram classificados como inscrições ilustrativas. Situação semelhante ocorre com gráficos presente na UA-15, no Quadro 5.26.

Quadro 5.26 – UA-15 da EO-G3.

15	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Aqui do mesmo jeito, tem o zinco, o cobre, o níquel e o chumbo ((<i>laser aponta para os quatro gráficos à esquerda</i>)). Como vocês podem ver, o chumbo ele é pouco presente ((<i>laser aponta para característica dos gráficos</i>)), está apenas presente na fração residual. Ainda bem, porque ele é o mais tóxico, dos analisados.</p>
----	---

Na UA-15, o aluno expositor centraliza a discussão em torno de um único metal (o chumbo), deixando de lado os demais. Assim, nessa UA, dos oito gráficos presentes, seis foram classificados com função ilustrativa. O fato dos *slides* de ambas as UA conterem uma alta carga de inscrições contribui para que algumas delas percam o valor informativo e sejam utilizadas como ilustrativas, já que, devido ao tempo limitado de apresentação, o aluno concentra seus esforços de leitura nas inscrições que considera mais importantes. Outro fator reside na semelhança que os gráficos possuem entre si. Ao ler um gráfico, o aluno expositor pode assumir que a audiência aprende como extrair informação dos demais e que não é necessário que ele realize essa tarefa.

Em relação às inscrições complementares na EO-G3, estas são uma fotografia, um mapa, uma tabela e seis gráficos, estando distribuídas nas três temáticas encontradas na apresentação, tendo suas características exploradas pelo aluno expositor, o que auxilia a audiência na elaboração de sentidos e, dessa forma, agrega valor informativo à inscrição. Retornando à UA-14 (Quadro 5.25), é possível notar que os gráficos da porcentagem de ferro nas frações do sedimento podem ser classificados como inscrições complementares. O aluno inicialmente chama a atenção da audiência para as inscrições no trecho “*os gráficos indicando a porcentagem de ferro [...] em cada fração daquelas que eu já citei*”. Com essa informação a audiência recebe instruções sobre o que irá encontrar na inscrição. Em seguida, o aluno expositor se detém nas características dos gráficos, apontando neles estruturas que resultam na

conclusão de que o metal citado está mais concentrado na fração residual nos sedimentos do rio. Dessa forma, a fala do aluno auxilia à audiência na elaboração de sentidos e na conexão da inscrição com o contexto físico que está sendo estudado e representado nos gráficos. A fala do aluno e a inscrição estão altamente associadas, se complementando e se elaborando mutuamente. A partir disso, a inscrição foi classificada como complementar.

Na UA-5 (Quadro 5.24), a fotografia do rio Cachoeira, como citada anteriormente, também é classificada como complementar. No trecho “*Aqui está uma foto do ponto que digamos, está mais bem cuidado hoje em dia. Vocês podem ver ((laser apontando para a fotografia)) que há bastante espuma presente nele, que é um traço comum de contaminação*”, o aluno chama atenção para a inscrição, destacando, com o auxílio de um apontador laser, aspectos que são apresentados à audiência como “*espuma*” e indicada como um traço de contaminação. Existe, assim, uma relação de motivação entre a inscrição e a fala do aluno, ambas se complementam na elaboração de sentidos. Essas características permitem a classificação da fotografia como inscrição complementar. Nos tópicos subsequentes, são apresentadas as características da elaboração de sentidos das inscrições complementares na EO-G3, de acordo com o MSLI.

5.3.1 Processos do MSLI na EO-G3

Apresentam-se neste tópico, os resultados observados em relação à presença dos processos do MSLI na EO-G3, identificando como se deu a produção de sentidos das inscrições durante a apresentação. A análise completa, a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo.

Destaca-se inicialmente (Quadro 5.27) a leitura de fotografias na EO-G3 à luz do MSLI, a qual busca por em destaque as características da inscrição que devem ser percebidas pela audiência para uma produção adequada e delimitada de sentidos. Relembrando que os trechos seguidos de (PE) são aqueles em que predominam o processo de estruturação e os trechos seguidos de (PF) são aqueles em que predominam o processo de fundamentação.

Quadro 5.27 – Processos do MSLI na UA-5 da EO-G3.

5	<div style="text-align: center;"> <h2>Introdução</h2> <p>A proposta do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus.</p> </div> <p>O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus. Aqui está uma foto do ponto que digamos, está mais bem cuidado hoje em dia. Vocês podem ver ((<i>laser apontando para a fotografia</i>)) (PE) que há bastante espuma presente nele, que é um traço comum de contaminação (PF).</p>
---	--

O Quadro 5.27 traz novamente a UA-5, no entanto, com indicações sobre os processos dos MSLI predominantes nos trechos de fala do aluno que se deu sobre a fotografia do rio Cachoeira. Foi possível identificar ambos processos de estruturação e de fundamentação. O processo de estruturação está representado no trecho “*Aqui está uma foto do ponto que digamos, está mais bem cuidado hoje em dia. Vocês podem ver ((laser apontando para a fotografia))*”, em que é possível identificar os seguintes elementos: gráfico, no fragmento “*Aqui está uma foto do ponto*”, quando o aluno cita a fotografia na sua forma materializada no *slide*; disposição perceptiva, no fragmento “*Vocês podem ver*”, quando o aluno chama a atenção da audiência para a inscrição, para que ela acompanhe o que será destacado na inscrição; estrutura sinalizadora, quando o aluno, utilizando um apontador laser, põe em evidência a espuma presente no rio, como uma característica que pode resultar em alguma informação.

O processo de fundamentação está presente no trecho “*que há bastante espuma presente nele, que é um traço comum de contaminação*”. A estrutura sinalizada anteriormente é transportada para o processo de fundamentação, sendo transformada em sinal no fragmento “*há bastante espuma*”, que retoma e nomeia a característica destacada. O sinal é em seguida associado ao contexto físico retratado na inscrição, no fragmento “*presente nele*”, em que o aluno está se referindo ao rio Cachoeira. A associação do sinal com o referente é feita por meio da elaboração do interpretante “*que é um traço comum de contaminação*”, que informa para a audiência que o rio está contaminado.

No total, foi possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação e todos os seus elementos característicos, respectivamente, em quantidades unitárias.

O Quadro 5.28 destaca a produção de sentidos durante a leitura de mapa, na UA-6 da EO-G3. Como relatado anteriormente, a utilização de mapas no ensino de ciências contribui para a realização de uma leitura científica do mundo pelo estudante e está altamente associada ao desenvolvimento de letramento gráfico. O mapa na UA-6 põe em evidência os pontos de amostragem e a área de estudo. Para isso, o G3 utiliza um mapa que apresenta o percurso do rio Cachoeira entre as regiões de Ilhéus e Itabuna. A ordem de leitura do mapa foi regida pela ordem dos pontos de amostragem. Foi possível identificar processos de estruturação, em sua maioria seguidos de processo de fundamentação, o que indica uma leitura bastante alinhada ao MSLI e adequada à situação comunicativa da EO.

Quadro 5.28 – Processos do MSLI na UA-6 da EO-G3.

6	<div data-bbox="440 994 1251 1453" data-label="Image"> <p>Área de Estudo</p> <p>Fonte: http://quimicaweb.siq.org.br/images/pdf/Vol36No2_230_04-AR12B15MS.pdf</p> </div> <p>A área de estudo vai do ponto um ao ponto nove (<i>laser apontando os pontos no mapa</i>). Ela se foca principalmente em Itabuna (<i>laser apontando no mapa</i>) (PE), que contém a área rural da cidade e a área urbana (PF).</p> <p>Entre os pontos P2 e P3 (<i>laser apontando para os pontos no mapa</i>) (PE) há uma grande indústria de agropecuária que é focada em suínos, então todo o descarte feito vai para o rio (PF). E entre os pontos P8 e P9 (<i>laser apontando para os pontos no mapa</i>) (PE) há presença de muita apicultura, então todos os dejetos de lá também vão para o rio (PF). Sem falar na parte urbana de Itabuna (<i>laser apontando no mapa</i>), que o descarte não tem tratamento e é feito direto no rio.</p> <p>Como vocês podem ver, o rio está localizado no sul da Bahia (<i>laser apontando no mapa</i>), bem ali (PE).</p>
---	--

Inicialmente, o aluno expositor descreve a área de estudo e algumas de suas características. No trecho “*A área de estudo vai do ponto um ao ponto nove ((laser apontando os pontos no mapa)). Ela se foca principalmente em Itabuna ((laser apontando no mapa a região de Itabuna))*” predomina o processo de estruturação. O primeiro fragmento representa um movimento de redução de uma situação física, ou referente (área de estudo), em estruturas sinalizadoras ou sinais (ponto um ao nove), o que representa um movimento $R \rightarrow S$, reafirmando o objetivo da inscrição em apresentar os pontos de amostragem. Nesse fragmento é possível identificar o elemento estrutura sinalizadora, em “*do ponto um ao ponto nove*”, quando o aluno salienta o conjunto de pontos de amostragem no mapa, o que é reforçado pelo uso do apontador laser.

No trecho seguinte, “*Ela se foca principalmente em Itabuna ((laser apontando no mapa a região de Itabuna))*”, é possível identificar um elemento gráfico, no fragmento “*em Itabuna*”, referente à região identificada e materializada no mapa. Ao utilizar o apontador laser para chamar a atenção da audiência para a região da inscrição, destacada no texto verbal, o fragmento é tido como uma estrutura sinalizadora. O trecho seguinte “*que contém a área rural da cidade e a área urbana*” representa um processo de fundamentação, quando o aluno apresenta detalhes da situação física associada à estrutura do mapa que representa a cidade de Itabuna, elencando um elemento referente.

A partir disso, o aluno começa a dar detalhes de alguns pontos mais específicos, elencando processos de estruturação seguidos de processos de fundamentação, como no trecho “*Entre os pontos P2 e P3 ((laser apontando para os pontos no mapa)) há uma grande indústria de agropecuária que é focada em suínos, então todo o descarte feito vai para o rio*”. O processo de estruturação está indicado no início do trecho, em que é possível identificar dois elementos gráficos, quando o aluno cita os pontos dois e três a partir do que está materializado no mapa, e duas estruturas sinalizadoras, representadas pelos mesmos pontos, no momento que o aluno utiliza o apontador laser para salientar estes na inscrição. Em seguida, identifica-se um processo de fundamentação e os seguintes elementos característicos: referente, no fragmento “*há uma grande indústria de agropecuária que é focada em suínos*”, quando o aluno apresenta o contexto físico associado aos pontos; e interpretante, no fragmento “*então todo o descarte feito vai para o rio*”, que representa uma espécie de conclusão obtida a partir da relação que há entre os pontos destacados e o referente.

De forma semelhante, o aluno destaca os pontos oito e nove. Assim, no trecho “*E entre os pontos P8 e P9 ((laser apontando os pontos no mapa)) há presença de muita apicultura, então todos os dejetos de lá também vão para o rio*”, é possível identificar um processo de

estruturação e um processo de fundamentação, e os seguintes elementos: dois gráficos, quando o aluno cita as estruturas do mapa “P8” e “P9”; duas estruturas sinalizadoras, quando o aluno utiliza o apontador laser para destacar e salientar os referidos pontos na inscrição; um referente, no fragmento “*há presença de muita apicultura*”, que apresenta uma situação física relacionada aos pontos oito e nove; e um interpretante, no fragmento “*então todos os dejetos de lá também vão para o rio*”, que representa uma conclusão obtida durante a associação dos pontos de amostragem com o contexto físico deles.

No trecho seguinte, “*Sem falar na parte urbana de Itabuna ((laser apontando no mapa)), que o descarte não tem tratamento e é feito direto no rio*”, o aluno volta a destacar a região de Itabuna no mapa. No trecho não predomina nenhum processo do MSLI, no entanto, como a região do mapa já havia sido destacada e estruturada anteriormente, este elemento é tomado como um sinal e destacado na inscrição com o auxílio do apontador laser.

Por fim, o aluno expositor utiliza a inscrição para apresentar à audiência a localização da área de estudo, em relação ao estado da Bahia e o Brasil. No trecho “*Como vocês podem ver, o rio está localizado no sul da Bahia ((laser apontando no mapa)), bem ali*” predomina um processo de estruturação, sendo possível identificar os seguintes elementos: disposição perceptiva, no fragmento “*Como vocês podem ver*”, que representa um direcionamento do olhar da audiência para determinadas estruturas no mapa; estrutura sinalizadora, quando o aluno utiliza o apontador laser e enuncia o fragmento “*bem ali*”, para indicar a posição do rio Cachoeiro no mapa da Bahia; e um elemento referente, quando o aluno nomeia a região destacada, no fragmento “*sul da Bahia*”, que é o contexto físico representado na inscrição.

Em suma, foi possível identificar quatro processos de estruturação e seus respectivos elementos: disposição perceptiva (um), gráfico (cinco) e estruturas sinalizadoras (sete); e três processos de fundamentação e seus respectivos elementos: sinal (um), referente (cinco) e interpretante (dois).

É importante destacar nesse momento a multimodalidade do gênero EO e da linguagem científica, que se torna evidente e abundante na EO-G3, já que foi marcante a utilização pelo aluno expositor do apontador laser para dar destaque a diversos elementos presentes na inscrição, não apenas na UA-6, mas em todas as demais que possuíam alguma inscrição. O uso de apontadores laser, gestos e orientação corporal fornecem recursos semióticos adicionais para guiar a audiência no processo de significação das inscrições. Esses recursos também são considerados um tipo diferente de texto e, por sua própria natureza, podem ser colocados sobre a inscrição sem, contudo, sobrecarregar o canal de informações auditivas. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005).

Se um texto verbal escrito utilizasse palavras como “*aqui*” e “*lá*”, este seria muito mais difícil de entender do que um orador usando gestos, já que tais palavras possuem uma especificidade que não pode ser alcançada no texto verbal escrito, pelo menos não da mesma maneira como é implementada por gestos na situação de fala. Não apenas a inscrição em si teria que ter sinais adicionais que delimitariam o objeto de interesse, mas também o texto verbal escrito teria que ser mais detalhado e descritivo para identificar esses objetos na inscrição.

Na EO, e em demais situações orais, o emprego de gestos e de orientação corporal simultaneamente simplifica e amplia a fala, e, conseqüentemente, aumenta a explicitação da conexão entre a oralidade e a inscrição. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Os gestos que acompanham a fala e que estão diretamente relacionados à inscrição permitem que o texto verbal oral seja mais simples, e ainda mais específico e restrito do que o texto verbal escrito. É por isso que, em alguns casos, esperamos que os alunos com dificuldades para entender os conceitos do livro, compreendam mais facilmente o mesmo conceito quando o professor lhes fornece uma explicação muito semelhante, em uma aula por exemplo.

A seguir, são feitas algumas considerações sobre a produção de sentidos a partir da leitura de tabelas durante a EO-G3 (Quadro 5.29).

Quadro 5.29 – Processos do MSLI na UA-13 da EO-G3.

13
	Período Seco	Zn (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)
	Nov/2008						
	P1	128,9 ± 1,0	20,9 ± 1,0	< 0,047 ^A	200,3 ± 0,8	40,3 ± 1,8	3626 ± 137
	P2	268,3 ± 9,1	58,5 ± 2,3	< 0,047 ^A	178,3 ± 3,2	70,9 ± 3,3	13484 ± 564
	P3	152,8 ± 2,8	25,7 ± 2,8	< 0,047 ^A	84,0 ± 7,1	250,8 ± 6,0	22354 ± 123
	P4	39,0 ± 3,2	< 0,060 ^A	12,9 ± 0,8	14,9 ± 2,2	225,3 ± 9,5	20246 ± 504
	P5	84,6 ± 4,9	12,0 ± 0,9	32,8 ± 3,1	77,1 ± 3,9	170,9 ± 5,3	22447 ± 268
	P6	122,8 ± 8,6	< 0,060 ^A	28,2 ± 4,5	95,3 ± 4,9	450,5 ± 2,1	33238 ± 284
	P7	55,8 ± 1,2	11,3 ± 0,8	10,4 ± 1,0	81,9 ± 3,5	400,3 ± 12,4	17251 ± 264
	P8	85,0 ± 5,4	< 0,060 ^A	15,4 ± 0,5	24,5 ± 1,9	176,8 ± 7,6	28401 ± 170
	P9	47,7 ± 1,7	< 0,060 ^A	22,9 ± 0,8	14,1 ± 1,6	49,9 ± 2,3	14790 ± 180
	TEC (mg kg ⁻¹)	120,0	36,00	23,00	32,00	460,0	20000

Aqui nos resultados, ele tem os resultados de todos os pontos ((*laser aponta para a primeira coluna*)), mas só vale a pena se concentrar nos pontos um, dois e três ((*laser aponta para a primeira coluna*)) do zinco, do chumbo e do cobre ((*laser aponta para a primeira linha*)) (PE), que possuem um valor muito elevado comparado com o TEC ((*laser aponta para a última linha*)), que seria o teor que era esperado ter (PF).

Esses pontos ((*laser circulando a área em vermelho superior esquerda*)) podem ser atribuídos por causa da agricultura e da área urbana industrial, que é muito presente principalmente no ponto um e no ponto dois ((*laser aponta para os pontos na tabela*)) (PF), e nos pontos cinco e seis ((*laser aponta para*

os pontos na tabela)) (PE), que daí, já é mais a parte rural e agricultura (PF). Vale ressaltar que esse estudo foi feito durante o período seco, então, também há influência disso.
--

O Quadro 5.29 traz a UA-13, a qual contém uma tabela com os resultados da análise da concentração dos metais na fração residual das amostras de sedimento durante o período seco. Como apontado anteriormente, a elaboração de interpretantes a partir da leitura de uma tabela envolve a estruturação de diversos aspectos simultaneamente. Isso pode fazer com que os processos do MSLI não se tornem bem caracterizados, ou seja, não apresentem apenas seus elementos característicos, já que é preciso reafirmar e retomar diversas características, por diversas vezes. Com a ajuda do Modelo, isso se torna evidente em alguns momentos da leitura da tabela da UA-13. No entanto, o fato de os pontos de amostragem terem sido previamente elucidados se sobressai ao final da leitura da inscrição e, a partir disso, o aluno realiza prioritariamente processos de fundamentação.

No trecho inicial, *“ele tem os resultados de todos os pontos ((laser aponta para a primeira coluna)), mas só vale a pena se concentrar nos pontos um, dois e três ((laser aponta para os três primeiros pontos na primeira coluna)) do zinco, do chumbo e do cobre ((laser aponta para a primeira linha))”*, predomina o processo de estruturação. Foi possível identificar os seguintes elementos: disposição perceptiva (um), no fragmento *“só vale a pena se concentrar”*, quando o aluno está chamando a atenção da audiência para aspectos da tabela; gráfico (seis), nos fragmentos *“pontos um, dois e três”* e *“zinco, do chumbo e do cobre”*, quando o aluno faz menção à determinadas células da tabela; e estruturas sinalizadoras (sete), quando o aluno utiliza o apontador laser para salientar a coluna dos pontos de amostragem, os pontos um, dois e três, e as células dos metais zinco, chumbo e cobre.

O trecho seguinte representa um processo de fundamentação: *“que possuem um valor muito elevado comparado com o TEC ((laser aponta para a última linha da tabela)), que seria o teor que era esperado ter”*. São identificados os seguintes elementos: interpretante *“muito elevado”*, utilizado para caracterizar a estrutura sinalizadora *“valor”* destacada inicialmente; interpretante *“comparado com o TEC”*, quando o aluno define um referencial para que o interpretante *“muito elevado”* seja válido; e referente, no fragmento *“que seria o teor que era esperado ter”*, quando o aluno expositor conceitua a Concentração de Efeito Limiar – TEC, do inglês, *Threshold Effects Concentration*, que indica o valor de referência de concentração de metais para proteção de organismos que residem nos sedimentos. (MACDONALD; INGEROLL; BERGER, 2000). É possível ainda identificar um elemento gráfico, no trecho *“o TEC”*, quando o aluno lê o conteúdo de uma das células da tabela, e o elemento estrutura

senalizadora quando o aluno aponta para a última linha da tabela durante a elaboração do interpretante “*comparando com o TEC*”.

O aluno continua a leitura da tabela e no trecho “*Esses pontos ((laser circulando a área em vermelho superior esquerda)) podem ser atribuídos por causa da agricultura e da área urbana industrial, que é muito presente principalmente no ponto um e no ponto dois ((laser aponta para os pontos na tabela))*” é identificado um processo de fundamentação, já que os pontos de interesse já haviam sido salientados, ou seja, eles não precisam mais ser estruturados, e a leitura é realizada de forma a associar os resultados encontrados com o contexto local, o que prioriza a realização do processo citado.

Foram identificados os seguintes elementos do MSLI: sinal (oito), quando o aluno chama a atenção para as seis células superiores em vermelho na tabela, e no fragmento “*ponto um e no ponto dois*”; interpretante, no fragmento “*podem ser atribuídos por causa da agricultura e da área urbana industrial*”, que representa a elaboração de uma justificativa para os resultados fora da máxima permitida, a partir da associação com os referentes “*agricultura*” e “*área urbana industrial*”, que são fenômenos e contextos físicos associados aos pontos destacados. O laser nesse momento não é utilizado para salientar estruturas, mas para reforçar a elucidação dos pontos (sinais) da inscrição destacados pelo aluno expositor.

Por fim, o aluno destaca os pontos cinco e seis, no trecho “*e nos pontos cinco e seis ((laser aponta para os pontos na tabela))*”. Nesse trecho predomina um processo de estruturação e é possível identificar os seguintes elementos: dois gráficos, no fragmento “*nos pontos cinco e seis*”, quando o aluno cita as células correspondentes materializadas na tabela; e estrutura sinalizadoras (duas), ao utilizar o laser para apontar e salientar as células na tabela. A partir disso, o aluno finaliza a leitura explicando os resultados para esses pontos, no trecho “*que daí, já é mais a parte rural e agricultura*”. Este representa um processo de fundamentação, já que o aluno está associando os resultados com o contexto local desses pontos pela indicação dos referentes “*parte rural*” e “*agricultura*”.

Nesta UA se destaca novamente a multimodalidade da linguagem científica, seja pelo uso profuso do apontador laser, seja pelos recursos semióticos implantados na inscrição. A tabela da UA-13, ao ser inserida na EO-G3 foi refeita, seguindo orientações recebidas durante a disciplina, o que indica uma proximidade da apresentação aos moldes de uma EO adequada. (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007). É possível perceber que nesta, algumas células já estavam destacadas, as quais correspondem às mesmas que o aluno destacou utilizando o laser. Assim, esses recursos se complementam para chamar a atenção da audiência e na elaboração de sentidos durante a leitura da inscrição.

Em suma, foi possível identificar dois processos de estruturação e seus respectivos elementos: disposição perceptiva (um), gráfico (nove) e estruturas sinalizadoras (11); e três processos de fundamentação, com seus respectivos elementos: sinal (oito), referente (cinco) e interpretante (três).

O Quadro 5.30 traz a UA-14, a partir da qual são feitas algumas considerações sobre a produção de sentidos a partir da leitura de gráficos na EO-G3.

Quadro 5.30 – Processos do MSLI na UA-14 da EO-G3.

14	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Aqui são os gráficos indicando a porcentagem de ferro e manganês ((<i>laser aponta para os dois gráficos à esquerda</i>)), em cada fração daquelas que eu já citei. Vale ressaltar que o ferro é todo encontrado naquela fração residual (PF), que seria essa parte maior dos gráficos ((<i>laser aponta para características dos gráficos</i>)) (PE). Ressaltando que ele se decompõe e... extrair ele é mais difícil e ele fica até o final.</p>
----	--

O slide presente na UA-14 contém gráficos com os resultados para a distribuição de ferro e manganês. No trecho “*o ferro é todo encontrado naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos ((laser aponta para características dos gráficos))*” é possível identificar um processo de fundamentação e um processo de estruturação. Inicialmente, o aluno indica a conclusão obtida a partir da leitura do gráfico, e logo após quais características presentes nele que o fizeram chegar nessa conclusão. Ou seja, nesse momento, o objetivo de leitura das inscrições é provar um resultado. O processo de fundamentação é identificado no fragmento “*o ferro é todo encontrado naquela fração residual*”, o qual representa a elaboração de um interpretante, que é a conclusão. O aluno busca dar fundamentos ao que foi dito no fragmento seguinte: “*que seria essa parte maior dos gráficos*”. Este representa o processo de estruturação, quando o aluno destaca na inscrição qual a característica que o faz chegar na conclusão previamente enunciada.

Neste momento é permitido levantar o questionamento: como o aluno sabia que a barra do gráfico que por ele foi destacada representa a fração residual? Tal conhecimento advém da estruturação da legenda que acompanha os gráficos, a qual pode ser visualizada na Figura 5.6. A legenda permite que o leitor associe a cor da barra no gráfico com uma determinada fração. Assim, a barra branca com uma textura hachurada representa a quantificação dos metais na fração residual.

Figura 5.6 – Porcentagens de ferro distribuído nas frações do sedimento do rio Cachoeira.

Fonte: Santos, Souza e Santos (2013, material suplementar).

Uma leitura competente dos gráficos da Figura 5.6 exige a estruturação de diversos aspectos sucessivos, para que seja possível chegar à conclusão e elaboração de interpretantes. Nesse processo, é necessário identificar as barras nos gráficos, em seguida, estruturar a legenda para entender o que cada uma das barras representa, em seguida, associar a legenda com as barras do gráfico, e por fim associar e comparar as barras entre si, notando em qual das frações o metal em questão estava mais presente, já que as barras representam porcentagens de metais.

Apenas os dois últimos passos estavam presentes explicitamente na EO-G3. No fragmento “*naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos*”, com o auxílio do apontador laser, o aluno está salientando algumas barras em ambos os gráficos como estruturas sinalizadoras, utilizando a palavra “*parte*” para nomear e indicar as barras. No fragmento “*essa parte maior*”, ao caracterizar a barra como “*maior*”, o aluno está realizando uma comparação, ainda que implícita, em relação às demais barras, o que permite concluir que o ferro está mais presente nessa fração. A legenda, que é uma parte essencial para uma leitura adequada do gráfico, não foi estruturada para a audiência. É notável o entendimento e uso direto da legenda por parte do aluno expositor para a elaboração do interpretante, o que indica que ela é algo transparente para ele.

Em suma, foi possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação, e os seguintes elementos: duas estruturas sinalizadoras e um interpretante.

O Quadro 5.31 traz a UA-15, a partir da qual são apresentadas mais algumas considerações da produção de sentidos a partir de gráficos na EO-G3. O *slide* presente na UA-15 contém gráficos com os resultados para a distribuição de zinco, cobre, níquel e chumbo. O aluno expositor se detém nos gráficos do chumbo, realizando uma leitura na qual é possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação.

Quadro 5.31 – Processos do MSLI na UA-15 da EO-G3.

15	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Aqui do mesmo jeito, tem o zinco, o cobre, o níquel e o chumbo ((<i>laser aponta para os quatro gráficos à esquerda</i>)). Como vocês podem ver, o chumbo ele é pouco presente ((<i>laser aponta para característica dos gráficos</i>)) (PE), está apenas presente na fração residual (PF). Ainda bem, porque ele é o mais tóxico, dos analisados.</p>
----	--

No trecho “*Como vocês podem ver, o chumbo ele é pouco presente ((laser aponta para característica dos gráficos))*”, *está apenas presente na fração residual*” estão presentes ambos os processos de estruturação e de fundamentação, com a identificação dos seguintes elementos: disposição perceptiva (um), no fragmento “*Como vocês podem ver*”, que representa um momento em que o aluno redireciona o olhar para determinadas características da inscrição; interpretantes (dois), nos trechos “*o chumbo ele é pouco presente*” e “*está apenas presente na fração residual*”. Esses interpretantes estão associados, visto que a partir da ideia de que o chumbo está presente apenas na fração residual, é que se pode concluir que ele é pouco presente no sedimento do rio. Ao apontar para os gráficos do chumbo, o aluno está ainda salientando ambos como estruturas sinalizadoras.

A estrutura desses gráficos foi ainda menos explorada pelo aluno expositor, em relação aos gráficos do ferro na UA-14 (Quadro 5.30). Como dito anteriormente, são necessários diversos passos para a leitura adequada dessas inscrições e obtenção de conclusões. No trecho

“o chumbo ele é pouco presente ((laser aponta para característica dos gráficos)), está apenas presente na fração residual” o aluno está destacando as barras da fração residual, por meio da indicação com o apontador laser. Demais passos, como estruturação da legenda e comparação com outras barras, não foram elucidados.

Dessa forma, foi possível identificar um processo de estruturação e um processo de fundamentação, e os seguintes elementos: duas estruturas sinalizadoras, um elemento disposição perceptiva e dois interpretantes.

Destaca-se, a seguir, a leitura de gráficos do tipo dendrograma na EO-G3 e a discussão acerca da produção de sentidos a partir da identificação dos processos do MSLI. Dendrogramas, comumente chamando de gráficos de árvores, são de grande utilidade para classificação, comparação e discussão de grupos de dados. (VICINI; SOUZA, 2005). Apesar de parecer complexa, a leitura desse gráfico é simples. Como exemplo, utiliza-se um dos gráficos presente no artigo de Souza, Santos e Souza (2013), que pode ser visualizado na Figura 5.7.

Figura 5.7 – Dendrograma de análise de cluster agrupado pelos resultados das amostras de sedimento coletadas nos períodos secos.

Fonte: Santos, Souza e Santos (2013, p. 235).

Em dendrogramas verticais, como o da Figura 5.7, as linhas horizontais (paralelas ao eixo x) representam os grupos que estão unidos em ordem crescente de semelhança. Já a posição dessas linhas no eixo y, indica a distância entre os grupos que foram formados. O dendrograma deve ser lido da esquerda para direita. (VICINI; SOUZA, 2005). Ao analisarmos a Figura 5.7, é possível notar que o dendrograma está invertido, visto que os grupos que possuem maior distância entre si (menor semelhança) se encontram à direita, e os que possuem menor distância (maior semelhança) se encontram à esquerda. Dessa forma, as amostras dos pontos dois e três na Figura 5.7 (à esquerda) são as que mais possuem semelhança no dendrograma, por possuírem a menor distância, no parâmetro que está sendo analisado.

O Quadro 5.32 demonstra como os dendrogramas foram elencados na EO-G3, e apresenta também a identificação dos processos do MSLI.

Quadro 5.32 – Processos do MSLI na UA-16 da EO-G3.

16	<div data-bbox="450 450 1268 907"> <p style="text-align: center;">Resultados e discussões</p> <p style="text-align: center;">Dendrograma (período seco) Dendrograma (período chuvoso)</p> <p style="text-align: center;">(a) (b)</p> <p style="text-align: center;">Fonte: http://quimicaronia.sibq.org.br/imagebank/pdf/Vol38No2_230_04-AR12315.pdf</p> </div> <p>Aqui há dois dendrogramas. Esses dendrogramas, eles analisam o que foi encontrado naquele ponto. Eles colocam em conjunto aqueles que tiveram dados parecidos. Por exemplo, vocês podem ver que nos pontos oito e nove, tanto no período seco como no período chuvoso (PE) (<i>laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos</i>)), tiveram os mesmos poluentes. E nos dois dendrogramas, eles estão juntos (<i>laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos</i>)) (PF). Nos outros (<i>pontos</i>)), eles variam, em todos eles (PE). Isso pode ser atribuído ao tempo, ou com a vazão e depois a seca do rio, isso também é atribuído.</p>
----	--

O Quadro 5.32 traz a UA-16, que contém dois dendrogramas. Como base na explicação realizada sobre esse tipo de gráfico, é possível entender que a produção de sentidos a partir de dendrogramas exige a estruturação e associação de diversos sinais simultaneamente. Na fala do aluno foi possível identificar tantos processos de estruturação como de fundamentação.

O aluno inicia sua fala dando uma ideia resumida da função dos dendrogramas no trecho “*Eles colocam em conjunto aqueles que tiveram dados parecidos*”, para em seguida iniciar a discussão das inscrições. Em sua pesquisa, Santos, Souza e Santos (2013) utilizam os dendrogramas para avaliar fatores que afetam a mobilidade dos metais no rio. Seria desejável que essa informação estivesse presente na EO, o que proporcionaria um entendimento adequado do propósito das inscrições na pesquisa. No trecho “*Por exemplo, vocês podem ver que nos pontos oito e nove, tanto no período seco como no período chuvoso (laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos)*”, é possível identificar um processo de estruturação e os seguintes elementos: disposição perceptiva (um), no fragmento “*vocês podem ver*”, quando o aluno chama a atenção da audiência, notando que há algo no gráfico que pode resultar em

alguma informação; gráfico (dois), no fragmento “*pontos oito e nove, tanto no período seco como no período chuvoso*”, que é a indicação do agrupamento dos pontos oito e nove, em ambos os gráficos, materializados na inscrição; estrutura sinalizadora (dois), referente aos agrupamentos dos pontos oito e nove, salientados, além da fala, com o auxílio de um apontador laser.

No trecho seguinte, “*tiveram os mesmos poluentes. E nos dois dendrogramas, eles estão juntos ((laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos))*”, predomina o processo de fundamentação. O fragmento “*tiveram os mesmos poluentes*” representa a elaboração de um interpretante, que se caracteriza como uma possível conclusão referente à leitura dos dendrogramas. A partir disso, as características das inscrições são exploradas com o objetivo de comprovar o que foi concluído pelo aluno expositor.

O fragmento “*eles estão juntos*” representa a elaboração da estrutura “grupo dos pontos oito e nove” como um sinal. Este já havia sido salientado como uma estrutura sinalizadora, no entanto, com a elaboração do interpretante, ele é transportado para o processo de fundamentação e transformado em sinal. O uso do apontador laser reforça para a audiência essa estrutura como o sinal que resultou no interpretante enunciado. É importante salientar que a conclusão de que os pontos oito e nove possuem os mesmos poluentes não é conceitualmente correta, visto que os dendrogramas não estão avaliando a presença de poluentes, mas segundo Souza, Santos e Souza (2013), a mobilidade dos metais.

A fonte desse erro conceitual não é precisamente conhecida, mas provavelmente está associada com uma possível falta de esclarecimento do referente dos dendrogramas. Sabe-se que um interpretante conecta um sinal com o seu referente, e de acordo com o interpretante elaborado pelo aluno expositor, ele toma como referente os “*fatores poluentes*”, sendo que o artigo aponta que a “*mobilidade dos íons metálicos*” é que foi analisada. (SOUZA; SANTOS; SOUZA, 2013, p. 235).

Com o trecho “*Nos outros ((grupos de pontos)), eles variam, em todos eles*” o aluno expositor busca mostrar para a audiência que os demais pontos mudam de grupo, de acordo com o período em que foi investigado, buscando também agregar dados para comprovar o interpretante elaborado anteriormente. Por exemplo, de acordo com os gráficos, o ponto um está agrupado com o ponto sete no período seco, mas no período chuvoso, o ponto um se encontra agrupado ao ponto quatro. Somente os pontos oito e nove permaneceram agrupados em ambos os períodos de análise. Tal informação contribui para comprovar a conclusão previamente elaborada.

Dessa forma, no trecho predomina o processo de estruturação, com identificação dos elementos: estrutura sinalizadora, no fragmento “*Nos outros*”, quando o aluno busca salientar os demais grupos de pontos; interpretante, no fragmento “*eles variam*”, que representa uma conclusão obtida pela comparação dos demais grupos existentes nos dendrogramas.

Em suma, foi possível identificar dois processos de estruturação e um processo de fundamentação, e os respectivos elementos: disposição perceptiva (um), gráfico (dois), estrutura sinalizadora (três), sinal (um), referente (um) e interpretantes (dois).

A partir da contagem dos EPE e EPF, obtêm-se o gráfico da Figura 5.8, que apresenta a distribuição dos elementos do MSLI no decorrer da EO-G3. Os pontos no gráfico representam a soma dos EPE e EPF em cada UA.

Figura 5.8 – Distribuição dos EPE e dos EPF na EO-G3.

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar a figura, é perceptível que a frequência entre EPE e EPF é semelhante dentro das UA. No entanto, somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por 9 obtêm-se os seguintes valores de média desses elementos por inscrição com função complementar: 5,3 EPE e 3,8 EPF por inscrição. A discrepância entre esses números indica que, durante a leitura de inscrições na EO-G3, as características salientadas no processo de estruturação não estavam sendo transportadas para o processo de fundamentação de forma satisfatória. Além disso, as últimas três UA continham gráficos de barras e dendrogramas, ou seja, inscrições com demasiado potencial de estruturas e referentes para serem utilizados para explicar os resultados obtidos. Os baixos valores de EPE e EPF nas UA mencionadas indicam uma exploração frágil dos aspectos das inscrições pelo aluno expositor da EO-G3.

Nota-se ainda, na Figura 5.8, que durante quase toda apresentação a frequência dos EPE se sobressai em relação à frequência dos EPF, o que pode ser explicado a partir dos tipos de inscrições elencados em cada UA. Na UA-5, em que a frequência de EPE e EPF é igual, a inscrição lida foi uma fotografia, que não necessitou da estruturação de diversos aspectos para produzir sentidos, auxiliado pela alta capacidade da inscrição em “representar a realidade”. As demais UA continham inscrições que requisitavam uma leitura mais detalhada por parte do aluno expositor, levando assim, a uma maior elucidação de EPE. A seguir, as leituras de inscrições realizadas na EO-G3 são classificadas de acordo com Roth (2002).

5.3.2 Tipos de leituras de inscrições na EO-G3

A seguir, serão discutidos os tipos de leituras de inscrições presentes na EO-G3, de acordo com a classificação de Roth (2002), discutindo-se também os fatores que influenciam o que foi observado. A análise completa, juntamente com a transcrição e os *slides* podem ser visualizados na íntegra no CD-ROM, em anexo. Somente a leitura problemática não foi identificada na EO-G3.

5.3.2.1 Leituras transparentes na EO-G3

Em comparação com as demais, a leitura transparente foi pouco recorrente na EO-G3, o que não é surpreendente devido ao contexto e à situação comunicativa da EO, que solicita do aluno expositor a realização prioritária de leituras competentes, para que a audiência acompanhe na inscrição quais estruturas resultam no que é enunciado. O Quadro 5.33 apresenta trechos de leituras transparentes na EO-G3, representados de forma **sombreada**.

Quadro 5.33 – Tipos de leituras na UA-14 da EO-G3.

14

Aqui são os gráficos indicando a porcentagem de ferro e manganês ((*laser aponta para os dois gráficos à esquerda*)), em cada fração daquelas que eu já citei. Vale ressaltar que o ferro é todo encontrado naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos ((*laser aponta para características dos gráficos*)). Ressaltando que ele se decompõe e... extrair ele é mais difícil e ele fica até o final.

Como relatado anteriormente, uma leitura competente dos gráficos apresentados na UA-14, como também na UA-15 (Quadro 5.34), requer a estruturação sucessiva de diversos aspectos presentes na inscrição, e em especial a legenda dos gráficos. Somente com a percepção da legenda é que o aluno expositor pode associar as barras presentes no gráfico com algumas das frações residuais dos sedimentos.

Quadro 5.34 – Tipos de leituras na UA-15 da EO-G3.

15

Transcrição: Aqui do mesmo jeito, tem o zinco, o cobre, o níquel e o chumbo ((*laser aponta para os quatro gráficos à esquerda*)). Como vocês podem ver, o chumbo ele é pouco presente ((*laser aponta para característica dos gráficos*)), está apenas presente na fração residual. Ainda bem, porque ele é o mais tóxico, dos analisados.

A legenda não é anunciada na fala do aluno em nenhuma das UA. No entanto, se tal houvesse sido, por exemplo, utilizando texto verbal oral, uma leitura hipotética seria “*segundo a legenda, a fração residual é a parte/barra hachurada*”. Essa sentença é muito semelhante ao que foi proferido pelo aluno, por exemplo, na UA-14, “*naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos*”, e na UA-15 “*((laser aponta para característica dos gráficos)), está apenas presente na fração residual*”.

A diferença entre elas é que, nas duas últimas, o aluno expositor não apresenta para a audiência de onde, na inscrição, se originam as informações enunciadas, seja por meio da fala ou por meio de gestos, já que ele utiliza o apontador laser para apontar o gráfico e não a legenda. O uso do apontador laser, em ambas UA, se assemelha a um momento no qual o aluno citaria a barra hachurada, caso fosse utilizar o texto verbal oral para isso. Na UA-14, ele também classifica imediatamente a estrutura destacada, já que ele emprega a palavra “*maior*” na sentença. Ou seja, ao utilizar as informações disponíveis pela legenda para identificar o que representa a fração residual, mas sem indicação daquela em sua fala, o aluno produz uma leitura transparente.

Alguns fatores que contribuem para a leitura transparente da legenda do gráfico são: a apresentação de diversos gráficos por UA, que proporciona uma visualização mais abrangente dos gráficos e desfavorece a concentração em aspectos específicos; a semelhança entre as inscrições, que está relacionada com o fator anterior; e a familiaridade com o contexto, adquirido ao longo da disciplina, e permite que o aluno expositor, juntamente com a audiência, reconheçam e entendam as propriedades dos dados presentes nas inscrições, aumentando a transparência dos aspectos dos gráficos.

5.3.2.2 Leituras competentes na EO-G3

De acordo com o que era esperado, a leitura competente foi predominante na EO-G3, e, no presente contexto, não é realizada a partir da falta de familiaridade do aluno expositor com as inscrições ou com o referente, mas a partir da presença da audiência, que está tendo um contato com as inscrições presente na EO pela primeira vez. Com base nisso, o aluno expositor realiza a leitura de inscrições de forma a direcionar o olhar da audiência para características e componentes da inscrição que devem ser percebidos, apresentando, em seguida, informações que estabilizam e associam as estruturas destacadas com situações físicas. O Quadro 5.35 ilustra um exemplo de leitura competente na EO-G3, indicada nos trechos em *itálico*.

Quadro 5.35 – Tipos de leituras na UA-5 da EO-G3.

5	<div style="text-align: center;"> <p>A proposta do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus.</p> <p>O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição dos metais no sedimento superficial do rio no percurso entre Itabuna e Ilhéus. <i>Aqui está uma foto do ponto que digamos, está mais bem cuidado hoje em dia. Vocês podem ver ((laser apontando para a fotografia)) que há bastante espuma presente nele, que é um traço comum de contaminação.</i></p> </div>
---	--

O Quadro 5.35 traz a UA-5, que contém uma fotografia de “elementos químicos” e uma fotografia do rio Cachoeira. Como classificadas anteriormente, a primeira possui função decorativa, e dessa forma sua leitura não pode ser classificada de acordo com Roth (2002). Já a segunda possui função complementar, e, de acordo com os elementos elencados na fala do aluno, sua leitura foi classificada como competente. A leitura da fotografia visa produzir o sentido de que o rio está poluído, para isso, o aluno expositor destaca na fotografia uma característica utilizando o apontador laser. Nessa etapa ele está realizando um trabalho interno à inscrição, auxiliando a audiência na identificação de aspectos e estruturas que podem ajudar na produção dos sentidos desejados. Em seguida, ele nomeia a característica destacada no trecho “há bastante espuma”. A associação da espuma com o referente da fotografia resulta na elaboração do interpretante “um traço comum de contaminação”, que completa a produção de sentidos desejada. Dessa forma, por realizar uma leitura alinhada as etapas do MSLI, pode-se classificar a leitura como competente.

Quando o aluno segue um caminho oposto, apontando inicialmente referentes ou elaborando interpretantes, para em seguida apontar na inscrição, as características que resultam no que foi enunciado, ele realiza o que chamamos de LCI. Esse tipo de leitura, como explicitado anteriormente, ocorre quando o aluno tem uma determinada familiaridade com a inscrição e seus referentes, tendendo, assim, a produzir uma leitura transparente. No entanto, o contexto da

EO se sobressai e o aluno destaca, em seguida, os elementos da inscrição que representam os referentes elencados.

Retorna-se ao Quadro 5.33, em que estão presentes exemplos de LCI na EO-G3, representada nos trechos sublinhados. Na UA-14, a LCI está representada no trecho “*Vale ressaltar que o ferro é todo encontrado naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos*”. O aluno inicia a leitura dos gráficos dos ferros enunciando que o metal é encontrado totalmente na fração residual, sem revelar nenhuma característica que apresente para a audiência evidências que ratificam o que foi dito. Somente após formular essa conclusão é que ele aponta as barras que representam a fração residual no gráfico, caracterizando-as também como as maiores, em relação às demais, realizando assim uma LCI.

Como explicado anteriormente, a ocorrência de LCI está associada à leitura com o objetivo de comprovar enunciados, que emergem a partir das características da tarefa proposta de produção de uma EO a partir de artigos originais de pesquisa. Nesse contexto, os alunos precisam elucidar conhecimentos já prontos, ao invés de produzirem eles mesmos as inscrições, para explorá-las e obter resultados. No contexto da CELCII, a partir da leitura do artigo, os alunos já sabem quais os resultados e discussão (interpretantes e referentes), enunciando-os prontamente durante a EO, para, em seguida, observarem na inscrição, o que comprova e dá base para o que foi falado. O Quadro 5.36 ilustra mais um exemplo de LCI na EO-G3.

Quadro 5.36 – Tipos de leituras na UA-16 da EO-G3.

16	<div data-bbox="375 1330 1193 1787"> <p>Resultados e discussões</p> <p>Dendrograma (período seco)</p> <p>Dendrograma (período chuvoso)</p> <p>Fonte: http://quimicarcara.sbg.org.br/imagens/bank/pd/Vol36No2_210_04-AR12319.pdf</p> </div> <p>Aqui há dois dendrogramas. Esses dendrogramas, eles analisam o que foi encontrado naquele ponto. Ele coloca em conjunto aqueles que tiveram dados parecidos. <u>Por exemplo, vocês podem ver que nos pontos oito e nove, tanto no período seco como no período chuvoso ((laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos)), tiveram os mesmos poluentes. E nos dois dendrogramas, eles estão juntos</u></p>
----	--

	((laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos)). <u>Nos outros ((pontos)), eles variam, em todos eles.</u> Isso pode ser atribuído ao tempo, ou com a vazão e depois a seca do rio, isso também é atribuído.
--	--

O Quadro 5.36 traz a UA-16, a qual contém dois gráficos do tipo dendrograma. Analisando a fala do aluno, ele inicialmente elucida para a audiência a conclusão (interpretante) que os pontos oito e nove possuem os mesmos poluentes. Em seguida, ele começa a destacar no gráfico algumas estruturas que validam o enunciado, como o fato dos pontos oito e nove estarem juntos nos dois dendrogramas, ao contrário dos demais pontos, que estão variando entre o período seco e o período chuvoso. O processo de enunciar primeiramente o interpretante e, somente depois, as características que lidam nele, representa a realização de LCI.

Como relatado anteriormente, o fragmento “*nos pontos oito e nove, tanto no período seco como no período chuvoso, tiveram os mesmos poluentes*” está conceitualmente incerto. Classificar essa leitura como problemática não é viável, já que, seguindo estritamente a definição de Roth (2002), nesse tipo de leitura o aluno se detém na estruturação de sinais da inscrição e não consegue conectá-la a algum fenômeno, o que não ocorreu na EO-G3, já que as estruturas salientadas pelo aluno estavam adequadas à produção de sentidos.

Em resumo, as leituras competentes foram preponderantes durante a EO-G3, o que é almejado em relação à produção do gênero e à situação comunicativa do mesmo, que considera a audiência como leiga e necessita de um processo de leitura que delimite e propicie uma correta produção de sentidos. As leituras transparentes se deram em momentos excepcionais, influenciadas pelas muitas inscrições em exibição simultânea, que desfavorece a atenção em aspectos específicos da inscrição que, uma vez elucidados, poderiam resultar em leituras competentes. Foram identificadas ainda LCI, as quais ocorriam quando o aluno tendia a realizar leituras transparentes, porém, para contribuir com o entendimento da audiência, os sinais eram retomados após enunciar referentes ou interpretantes, a fim de demonstrar como as informações foram obtidas na inscrição.

6 SÍNTESE COMPARATIVA: A EXTENSÃO DO LETRAMENTO GRÁFICO DOS GRUPOS G1, G2 E G3

Neste capítulo será apresentada uma síntese comparativa dos resultados obtidos durante a análise da função das inscrições, de como ocorreu a produção de sentidos e de quais os tipos de leituras que foram realizados pelos alunos dos G1, G2 e G3, buscando compreender a extensão do letramento gráfico dos mesmos.

Segundo Bowen e Roth (2002), livros didáticos dão ênfase a inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos (fotografias, esquemas, ícones, mapas). Já artigos científicos enfatizam o uso de inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias (gráficos, tabelas, equações). A EO, no contexto da comunicação científica, pode ser vista como um gênero formado pelos outros dois citados, o que faz com que ele proporcione o contato dos alunos com diferentes tipos de inscrições. Sendo uma prática autêntica científica, fica evidente também a origem da potencialidade do gênero na promoção de níveis de letramento gráfico.

O grupo que apresentou um contato maior com diversos tipos de inscrições foi o G1, estando presente um total de oito tipos de inscrições na sua EO. Na EO-G2 e EO-G3 estavam presentes cinco e quatro tipos de inscrições, respectivamente, o que pode parecer um contato breve. No entanto, é preciso observar o modo e a função dessas inscrições para que se possa obter informações a respeito do valor informativo que agregavam.

Em relação à posição no *continuum* das inscrições, à função das inscrições e à possibilidade de leitura, devido à riqueza de detalhes que possuem, inscrições próximas do mundo dos fenômenos e objetos estão inclinadas a serem tidas como representações fiéis dos fenômenos que representam e, portanto, estão propensas a serem utilizadas como inscrições decorativas ou ilustrativas, o que acarreta em subtração de valor informativo, o que ocorreu para a maioria dessas inscrições na EO-G1. Cita-se o esquema na UA-6 e o mapa na UA-5 como exceções, as quais têm função complementar, e uma produção de sentidos alinhada as etapas do MSLI.

Com relação às tabelas, à equação e ao gráfico presentes na EO-G1, que são inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias, tais tiveram função complementar e presença de leituras competentes e transparentes, como também problemática. A produção de sentidos dessas inscrições contemplava ambos os processos do MSLI, havendo momentos que o aluno realizava o processo de estruturação seguido de fundamentação, como também momentos que o aluno trazia elementos do processo de fundamentação para depois realizar a estruturação da inscrição, como também momentos que nenhum dos processos eram bem característicos, ou

seja, apesar da existência de elementos do MSLI, não era possível caracterizar um processo de estruturação ou fundamentação. Todos esses movimentos realizados pelo aluno expositor durante as suas leituras, que fazem parte um processo dialético (ROTH; BOWEN, 2001), proporcionam uma melhor compreensão da inscrição pela audiência e reafirma para a mesma que as estruturas destacadas pelo aluno resultam em informações coerentes. A partir desses dados, é possível perceber que, além do amplo contato com os diversos tipos de inscrições, na EO-G1 este era realizado quase sempre no maior nível de valor informativo, que é o de função complementar, já que um total de seis dos oito tipos de inscrições foram elencados dessa forma.

Na EO-G2, em relação às inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, apesar da pequena recorrência (duas fotografias e um mapa), apenas uma delas foi utilizada com a função decorativa, o que demonstra a possibilidade de agregar valor informativo a inscrições como fotografias ao utilizá-las com função complementar, como na UA-4 por exemplo.

Com relação às tabelas, aos fluxogramas e à equação presentes na EO-G2, que são inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias, apenas os fluxogramas e a equação tinham função complementar e, conseqüentemente, leituras competentes e transparentes. Durante a leitura dos fluxogramas, apesar da familiaridade com as inscrições (as quais foram criadas pelo grupo), a falta de um contato com os processos e técnicas representadas fez com que os processos de estruturação predominassem em relação aos de fundamentação. Já durante a leitura da equação, a familiaridade com os sinais e a estrutura da inscrição era tamanha que os processos de fundamentação predominaram sobre os de estruturação.

As tabelas da EO-G2 apresentam função ilustrativa, visto que o aluno exibia as inscrições por um curto período de tempo, citava-as verbalmente, e passava para o próximo *slide*, que continha conclusões obtidas a partir das inscrições. Dessa forma, a audiência possuía apenas uma imagem de como foram organizados os dados obtidos. As características da inscrição, que quando exploradas resultam nas conclusões enunciadas, não foram apresentadas à audiência, resultando numa subtração de valor informativo da inscrição. A partir desses dados, é possível perceber que, apesar do contato um pouco restrito com os diversos tipos de inscrições, na EO-G2 este era realizado quase sempre no maior nível de valor informativo, que é o de função complementar, já que quatro dos cinco tipos de inscrições exibiam essa função. No entanto, é altamente preocupante o fato de todas as tabelas terem função ilustrativa.

Para a EO-G3, em relação às inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, seguindo uma tendência esperada para esse tipo de inscrição, algumas fotografias foram utilizadas de forma decorativa ou ilustrativa. No entanto, cabe destacar que a fotografia da UA-

5 e o mapa da UA-6 foram elencados com função complementar e leituras competentes, exemplificando novamente a possibilidade de agregar valor informativo a esse tipo de inscrição.

Em relação às inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias na EO-G3, a maioria dos gráficos foram utilizados de forma ilustrativa, de modo semelhante ao que ocorreu com as tabelas da EO-G2, com apenas indicação do que neles está representado. Alguns gráficos e a tabela continham função complementar e uma produção de sentidos alinhadas ao MSLI, com a presença de leituras competentes e transparentes. Para esses gráficos, nota-se ainda uma baixa quantidade de elementos do MSLI, ou seja, suas características não foram tão bem exploradas, de forma que as inscrições não assumiram uma função tão diferente da ilustrativa ao serem utilizadas pelo aluno expositor. A partir desses dados, é possível perceber o contato com os diversos tipos de inscrições foi um pouco restrito.

É possível perceber também que nas EO-G2 e EO-G3, a posição da inscrição no *continuum* não exerce influência acentuada na possibilidade de leitura, visto que tanto inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, como inscrições próximas ao mundo dos conceitos e teorias, exibiam diversas funções, de forma que elas poderiam ter, ou não, uma produção de sentidos em termos de elementos do MSLI. Diferente da EO-G1 que as inscrições à esquerda do *continuum* apresentavam, predominantemente, funções decorativas ou ilustrativas, e as inscrições à direita do *continuum* tinham função complementar.

O caminho para realizar a leitura de uma inscrição representa a ordem e sequência lógica de características destacadas e discutidas nela. Este recebe influência das próprias características das inscrições (fatores internos) e do contexto no qual a inscrição está inserida (fatores externos). Como um dos fatores internos, citam-se os elementos presentes na inscrição, tais como sinais e textos verbais. Esquema e fluxogramas, por exemplo, geralmente apresentam setas que indicam a ordem na qual determinados eventos ocorrem em relação ao fenômeno representado. Tais recursos também podem ser utilizados pelo leitor para a definição de um caminho de leitura. Como fatores externos, cita-se a disposição perceptiva do leitor, que faz com que cada indivíduo olhe para uma inscrição de forma única. No caso da EO, os textos verbais presentes nos *slides* também se configuram como um fator externo à inscrição que pode exercer influência no modo como o aluno expositor organiza a sua leitura.

É possível pontuar a influência de fatores externos durante a leitura de inscrições nas EO e como isso resulta em uma leitura mais alinhada aos processos do MSLI. Por exemplo, para o mapa na UA-5 da EO-G1, a ordem de estruturação dos pontos de amostragem presentes na inscrição é organizada a partir do texto verbal escrito presente no *slide*, que pode ser visualizado na Figura 6.1. O texto escrito é composto pelo número do ponto de amostragem,

seguido pela localização física do ponto. Dessa forma o ponto um representa o rio Furnas (Figura 6.1). A partir dessa composição, o texto contribui para que o aluno expositor realize uma leitura do mapa alinhada ao MSLI, já que segue a ordem: ponto no mapa e localização física, ou seja, estruturação e fundamentação. Situação semelhante ocorre com o mapa na UA-5 da EO-G2, o qual também recebe influência do texto verbal presente no *slide*.

Figura 6.1 – *Slide* da UA-5 da EO-G1.

Fonte: Banco de Dados do GPEQSC.

Na EO-G2 é possível pontuar a influência de fatores externos durante a leitura de fotografias. Por serem inscrições com bastante detalhes e diferentes maneiras de olhar, a leitura de fotografias deve ser executada de forma a guiar a audiência para a produção de um sentido adequado. Com isso, o contexto em que elas estão presentes e a temática a que pertencem atuam como um fator externo para determinar o que o aluno expositor deve salientar durante a leitura da inscrição. A UA-4 da EO-G2 realiza uma descrição da área estudada na pesquisa. A fotografia presente nela apresenta a área do município de Adrianópolis, e, de acordo com o que estava sendo tratado na UA e a temática “contexto de pesquisa”, o aluno chama a atenção para o rio que está na imagem, o que contribui para a realização de uma leitura competente. Caso o aluno não tivesse destacado as características da fotografia, elencando-a assim com função decorativa ou ilustrativa, não seria possível afirmar que a audiência percebeu o rio na imagem. Semelhantemente na UA-5 da EO-G3, a qual tratava do objetivo de trabalho, o aluno chama a atenção para a espuma presente no rio por meio da imagem tentando evidenciar que o mesmo se encontrava poluído, realizando também leitura competente e alinhada ao MSLI.

Nos fluxogramas das UA-6, UA-7 e UA-8 da EO-G2, estão presentes setas que apontam a direção na qual os eventos ocorrem. Tais estruturas, como relatadas, são consideradas fatores internos e organizam uma alternativa de caminho que o leitor pode percorrer. É justamente a

estrutura característica do fluxograma que faz com que o aluno inicie a leitura enunciando a unidade de entrada do processo, ao invés dos produtos obtidos, o que contribui para a realização de uma leitura que segue as etapas de estruturação e fundamentação do MSLI.

Inscrições como tabelas e equações possuem determinada restrição de leitura, compartilhadas com os modos de comunicação verbal escrito (fatores internos). Para equações, a leitura geralmente se dá da esquerda para direita. Assim, apesar do aluno expositor e da audiência enxergarem a equação em sua totalidade de apenas uma vez, a leitura se dá símbolo após símbolo, sinal após sinal, ou seja, o leitor precisa necessariamente passar por todos os elementos que a constituem, o que pode contribuir para a produção de sentidos mais alinhada com as etapas do MSLI. Tal fato foi verificado para a equação presente na EO-G1, devido à presença de processos de estruturação seguidos de fundamentação. Porém na EO-G2, apesar do aluno realizar a leitura da equação de acordo com sua linearidade, foram caracterizados apenas processos de fundamentação. É notável também que na EO-G1, mesmo com a realização de ambos os processos do MSLI, assim como na EO-G2, os EPF se sobressaíam em relação aos EPE durante a leitura das equações.

Foi possível identificar, no início da leitura das equações de ambas as EO, a realização de movimentos $R \rightarrow S$, de redução de uma situação física para uma inscrição, um caminho inverso ao MSLI, que representa a LCI. Tais leituras resumiam as inscrições em um aspecto: o referente físico com o qual a equação estava associada. Tanto as LCI nos inícios das leituras, quanto a predominância de elementos do processo de fundamentação, advêm do aspecto central e poderoso das equações para a ciência e para o cientista, que veem nelas um meio de antecipar e controlar fenômenos (ALVES, 2011), tidas assim como algo de difícil refutação. Tal aspecto, difundido no meio científico, se transporta para a comunicação científica, de forma que, por exemplo na EO-G2, na UA-9, o aluno enuncia prontamente a LCI “*A fração particulada, a gente usou uma equação*”, que põe a inscrição em destaque, como a forma mais confiável e apropriada de se chegar aos teores de fração particulada. O aluno poderia disponibilizar na EO apenas os valores e resultados obtidos, porém, a apresentação da equação se faz importante, já que esta é considerada normatizada, enquanto fonte confiável de informações, e, portanto, sustenta o discurso.

Para as tabelas, os caminhos de leituras geralmente são influenciados pelo fator interno organizacional dessas inscrições: de cima para baixo, e da esquerda para a direita. Durante as leituras de tabelas, seja no início, quando o aluno expositor destaca um conjunto de células, seja no meio da leitura, quando ele destaca algumas células individuais, a escolha de quais células enfatizar não é aleatória, mas segue a ordem mencionada, elaborando interpretantes a partir do

cruzamento dessas estruturas sinalizadoras, como ocorreu na UA-13 da EO-G3, em que foi possível visualizar uma leitura competente que segue a ordem sugerida no MSLI, de estruturação, seguida por fundamentação.

As leituras das tabelas da EO-G1 tiveram trechos classificados como LCI, que segue passos para produção de sentidos na direção contrária ao MSLI. Apesar disso, a estrutura organizacional das inscrições ainda exerce influência durante a leitura. Por exemplo, no Quadro 6.1, o aluno inicia a leitura da tabela da UA-11 elaborando o interpretante e a conclusão de que somente o cobre, zinco e chumbo apresentam quantidades acima das máximas permissíveis, para em seguida destacar a estrutura que representa essa informação: formatação negrito. Na transcrição da fala do aluno expositor, estão enumeradas quatro estruturas da tabela que foram destacadas por ele durante a leitura: as células dos metais cobre, zinco e chumbo, no topo da tabela, e ordenadas da esquerda para a direita (1.); a leitura do aluno segue na direção de cima para baixo, colocando em destaque a formatação negrito (2.); em seguida as células dos pontos um e dois (3.) e a coluna de pontos de amostragem (4.), seguindo também um movimento de cima para baixo e realização também de leituras competentes. Esses movimentos estão destacados com setas sobre a imagem do *slide*. De acordo com essa perspectiva, mesmo com a realização da LCI, a ordem de estruturas destacadas segue a forma como a tabela foi organizada.

Quadro 6.1 – Aspectos destacados durante a leitura da tabela na UA-11 da EO-G1.

11

Tabela 2: Concentração (mg kg^{-1}) dos metais pseudo-totais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Cu	Zn	Pb
1	103,2 ± 2,04	5497,36 ± 434,22	7569,78 ± 439,72
2	133,23 ± 2,04	1412,29 ± 63,91	1823,94 ± 128,12
3	26,66 ± 1,16	116,50 ± 15,29	205,25 ± 8,26
4	95,27 ± 7,60	102,55 ± 23,50	117,25 ± 3,03
5	109,32 ± 3,05	329,96 ± 108	115,98 ± 5,28
6	47,99 ± 2,00	639,83 ± 9,74	635,82 ± 45,59

[...] no caso dos pseudototais, cobre, zinco e chumbo (1) apresentaram quantidade acima das máximas permissíveis. Essas são representadas na tabela em negrito (2), como podem ver. [...] o ponto um e dois (3) são os pontos que apresentam maior quantidade de metais. E conforme os pontos passam (4), [...].

Como verificado, mesmo com a contribuição da estrutura das tabelas, é possível identificar trechos de LCI para as tabelas da EO-G1. Dessa forma, algum fator externo se

sobressai em relação ao fator interno. Comparando as formas como as tabelas da EO-G1 e EO-G3 foram elencadas, ambas pertenciam à temática “resultados”. Dessa forma, propõe-se que o fator externo para que ocorra LCI nas tabelas é a sua centralidade na discussão dos resultados. Na EO-G1, as tabelas ocupam uma posição central, já que além de apresentarem os dados obtidos, é a partir delas que o aluno expositor apresenta algumas conclusões e realiza a LCI. Na EO-G3, a posição central para apresentação de resultados e conclusões é ocupada pelos gráficos (os quais contém LCI), sendo a tabela utilizada para uma breve apresentação dos dados obtidos, ou seja, uma posição descentralizada, sem LCI.

Com relação aos demais tipos de leitura, a leitura competente (incluindo a competente inversa) foi predominante em todas as EO, como era esperado, com recorrência em sete, seis e nove inscrições nas EO-G1, EO-G2 e EO-G3, respectivamente. Esse tipo de leitura era fomentado pela situação comunicativa da EO, na qual o aluno expositor necessita direcionar a audiência, que não tem familiaridade com a inscrição e com seus referentes, para aspectos estruturais que proporcionam a elaboração de interpretantes e a produção de sentidos.

Uma pequena parcela das inscrições continha apenas um tipo de leitura, e quando isso ocorria, nota-se que a leitura predominante era competente em inscrições próximas ao mundo dos fenômenos e objetos, como com o esquema na UA-6 da EO-G1, a fotografia na UA-4 da EO-G2 e a fotografia na UA-5 da EO-G3. Já a maioria das inscrições apresenta alguma combinação entre as leituras dos tipos competente, competente inversa, transparente e problemática.

É na combinação com outras leituras que a leitura transparente se torna um pouco mais representativa na análise, com recorrência em cinco inscrições nas EO-G1 e EO-G2 cada, e quatro na EO-G3. Nenhuma UA continha apenas leituras transparentes e somente o fluxograma na UA-8 da EO-G1 foi lido totalmente dessa maneira. As leituras transparentes nas demais inscrições eram em relação a aspectos e estruturas pontuais das mesmas, como a leitura transparente da legenda dos gráficos nas UA-14 e UA-15 da EO-G3. Esse tipo de leitura é favorecido a partir da familiaridade do aluno com a inscrição, adquirida ao longo das atividades realizadas na disciplina, visto que a leitura transparente ocorreu com inscrições cujas fontes são o artigo e criação própria. Nenhuma inscrição com fonte externa apresentou leitura transparente.

Foi possível identificar apenas uma leitura problemática, referente ao gráfico na UA-13 da EO-G1. Na referida situação, o aluno se detém na estruturação de aspectos do gráfico que não seriam utilizados em uma produção adequada de sentidos e dessa forma não auxiliou a audiência na visualização das relações que ele pretendia mostrar, especialmente porque a LCI estava associada à ocorrência de uma leitura transparente.

Observando as temáticas das inscrições, aquelas com a temática “contexto de pesquisa” e “procedimentos experimentais” sofrem leituras que geralmente têm como objetivo explicar um conceito ou um fenômeno. Dessa forma, o aluno inicialmente explorava as características da inscrição, para em seguida conectar os sinais elucidados com o que eles representam, auxiliando, assim, a audiência na produção de sentidos para a inscrição, o que pode ser identificado nas três EO. Já as inscrições da temática “resultados”, nas EO-G1 e EO-G3 geralmente apresentavam a leitura com o objetivo de provar enunciados. De acordo com essa temática, seria natural que o aluno investigasse inicialmente as suas características e no final elaborasse conclusões, que representariam interpretantes. No entanto, o aluno realiza o inverso, enunciando inicialmente as conclusões e em seguida explora as características das inscrições para provar o que por ele foi dito.

Um dos fatores que contribuíram para a realização de leituras com o objetivo de provar enunciados é a atividade em si, na qual os alunos tomam um artigo e vão à frente da turma apresentar a pesquisa realizada por terceiros, ou seja, os alunos estavam esclarecendo um conhecimento já pronto, que não foi construído por eles, e que era necessário apenas que o entendessem. Dessa forma, não há uma investigação propriamente dita das inscrições, o que resultaria em uma produção de sentidos alinhada ao MSLI.

As atividades com inscrições encontradas na literatura são geralmente investigativas, quando alunos e cientistas são requisitados a resolverem problemas ou responderem questões que envolvam inscrições. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005; ROTH, 2003b; KELLER, 2008). Ou seja, nesses trabalhos é bastante comum que os sujeitos estruturem e fundamentem a inscrição, para então chegarem a algum resultado e conclusão, que é o inverso do que os alunos investigados nesta pesquisa estavam praticando.

Na EO-G2, a maioria das inscrições com alto valor informativo (inscrições complementares) tem temática “procedimentos experimentais”, o que não é um problema. O impasse reside no fato de que todas as inscrições da temática “resultados” apresentaram função ilustrativa, o que não proporciona e nem auxilia a audiência na elaboração de sentidos das mesmas em um momento altamente necessário, como também não evidencia o papel central das inscrições na produção do conhecimento científico.

É muito comum uma pesquisa científica, mesmo que extensa, acabar resumizando todos seus resultados em inscrições, tais como gráficos, tabelas, desenhos etc. Em relação a isso Latour e Woolgar (1997) citam:

Que contraste entre o custo, o tamanho da aparelhagem e o produto final – essa simples folha de papel onde se desenhou uma curva, um esquema ou um quadro de figuras! É sobre ela que se debruçam os pesquisadores em busca de

um ‘significado’. Ela torna-se ‘dado’ em uma demonstração ou em um artigo. (LATOURE; WOOLGAR, 1997, p. 44).

Essa característica da pesquisa científica está presente no artigo de Melo et al. (2012), já que todas os seus dados se apresentam na forma de tabelas e gráficos, e a partir da discussão destes são obtidas conclusões. No entanto, devido à forma como as tabelas se transferem e são utilizadas na EO-G2, o propósito das inscrições para a ciência não se clarifica nesta. Durante a realização da EO, o grupo não seguiu as orientações dadas durante a disciplina, como a reelaboração das tabelas, de modo que os alunos teriam oportunidade de previamente por em destaque aspectos da inscrição que resultam nos resultados e conclusões. Sem a adequação, durante a apresentação, a inscrição acaba por ser utilizada de forma ilustrativa.

É possível indiciar alguns fatores que proporcionam determinadas funções ou tipos de leituras. O primeiro deles é a origem das inscrições. A maioria das inscrições que tem origem no artigo ou eram criadas pelos próprios alunos tem função complementar e leituras transparentes, competentes (incluindo LCI) ou problemática. Já as inscrições com origem externa, retiradas principalmente de fontes *online*, têm funções decorativas ou ilustrativas.

Dentre os diversos aspectos retóricos da linguagem científica, está o uso de inscrições, que nos artigos originais de pesquisa são utilizados para fortalecer o discurso e dar credibilidade às afirmações dela decorrentes. (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2012). Esse aspecto se transporta para a EO à medida que durante a sua produção os alunos inserem ou adaptam inscrições do artigo na apresentação, sendo utilizadas então para dar credibilidade ao discurso do aluno expositor, já que põe a audiência frente às evidências do que estava sendo relatado, apresentando função complementar, já que foram elucidadas e explicadas pelo aluno expositor. Como as demais inscrições de fontes externas não adicionariam tanta credibilidade ao que está sendo relatado na EO, suas funções se limitam geralmente à ilustrativas e decorativas.

Outro fator que afeta a função e o tipo de leitura da inscrição durante a EO é a ocorrência de aspectos que se fazem presentes em diversas inscrições, em especial as estruturas que indicam pontos de amostragem, que foram identificadas em pelo menos 30% das inscrições da EO-G1, 45% das inscrições da EO-G2, até 80% das inscrições da EO-G3. Os pontos de amostragem aparecem inicialmente em um mapa, durante a temática “procedimento experimental”, quando o aluno expositor os apresentam, conectando a um referente físico específico que o ponto representa e elaborando interpretantes que justificam a inserção do ponto na pesquisa.

Ao reaparecem nos gráficos e tabelas, durante a temática “resultados”, o aluno não precisa mais estruturar essas características. Na EO-G3, os pontos de amostragem são

apresentados inicialmente na UA-6 e retomados na tabela da UA-13. Se referindo aos pontos um, dois e três, o aluno expositor elabora o interpretante “(o resultado desses) *pontos podem ser atribuídos por causa da agricultura e da área urbana industrial*”. Aqui os referentes “*agricultura*” e “*área urbana industrial*” são então incorporados em um novo interpretante que justifica os dados obtidos e apresentados na tabela.

A disposição das inscrições nos *slides* também pode influenciar na função e na leitura das inscrições. Quando uma inscrição está disposta sozinha no *slide*, acompanhada apenas de textos verbais, como na Figura 6.1, ela está mais propícia a apresentar função complementar. Quando mais de uma inscrição está presente no *slide*, o aluno geralmente necessita centralizar seus esforços de leitura em uma delas, a qual apresenta função complementar, deixando as demais de lado, podendo apresentar função ilustrativa ou decorativa, como na UA-6 da EO-G1 (Quadro 6.2).

Quadro 6.2 – UA-6 da EO-G1.

6	<div data-bbox="475 1003 1085 1456" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="207 1489 1356 1657">As amostras [...] foram colhidas com <i>Draga Vanveen</i>, que é esse aparelho aqui ((<i>aponta para o slide</i>)), e acondicionados em sacos plásticos. [...] Aqui podemos ver o curso do rio. Os sedimentos, eles estão no curso inferior, que é onde houve a coleta das amostras. Sendo o curso superior onde encontra-se a nascente, e o curso médio, o transporte.</p>
---	--

No *slide* da UA-6 estão presentes duas inscrições: uma fotografia do aparelho *Draga Vanveen*, utilizado para colher as amostras e um esquema dos cursos de um rio genérico. A partir da transcrição é possível perceber que o aluno descreve o esquema, o qual apresenta função complementar e apenas cita a fotografia, a qual apresenta, assim, função ilustrativa. Situação semelhante ocorre com fotografias na UA-5 e com gráficos nas UA-14 e UA-15, na EO-G3.

Um último fator que afeta o modo como os sentidos são elaborados durante as EO é a presença ou falta de familiaridade dos alunos, em especial do aluno expositor, com os referentes das inscrições. Por estarem ainda de primeiro ano, é normal os alunos não terem experiência e familiaridade com algumas das técnicas e processos utilizados nas pesquisas apresentadas. Isso se reflete ou na escassez de processos de fundamentação, como ocorreu com os fluxogramas da EO-G2, ou na utilização de inscrições com apenas funções ilustrativa e decorativa, como ocorreu com fotografias de tema “procedimentos experimentais” em todas as EO.

Foi possível constatar o desenvolvimento de diversas habilidades referentes às práticas de inscrições. Destaca-se inicialmente a habilidade de produzir inscrições, presente na EO-G1 e EO-G2. Com o avanço da tecnologia, criar inscrições é atualmente uma tarefa simples, porém que necessita de atenção acentuada para que o produto final seja interpretado de forma adequada pelos leitores. Os fluxogramas criados na EO-G1 e EO-G2 contêm aspectos estruturais bem delineados que, quando alinhados ao texto verbal oral do aluno expositor, favoreciam um entendimento adequado dos processos analíticos que estavam sendo representados. No entanto, é preciso ressaltar, novamente, que devido à falta de familiaridade dos alunos com as técnicas e equipamentos utilizados nas pesquisas, a realização de processos de fundamentação foi um pouco escassa, especialmente na EO-G2.

Foi possível identificar a habilidade de adequar inscrições a situações diferentes daquelas em que foram concebidas, presente em todas as EO, mas em diferentes níveis. A adaptação de uma inscrição pode ser realizada tanto nas suas dimensões estruturais e visuais, quanto no contexto que a rodeia. Por exemplo, utilizar na apresentação uma fotografia de um espectrômetro encontrada em um site de vendas de materiais para laboratório, mesmo que não ocorram mudanças gráficas, representa uma adaptação na dimensão do contexto da inscrição. No entanto, é necessário analisar a função da inscrição e os sentidos produzidos para compreender se sua adaptação favoreceu o entendimento da mesma. Nas aulas, durante a disciplina CELCII, os alunos eram orientados a refazerem inscrições presentes no artigo antes de inseri-las na EO. A Figura 6.2 apresenta a adaptação de uma tabela presente no artigo de Cotta, Rezende e Piovani (2006) para a EO-G1.

Figura 6.2 – Adaptações realizadas pelo G1 na tabela que apresenta a concentração (mg kg^{-1}) dos metais pseudototais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

Pontos de amostragem	Concentração (mg kg^{-1})								
	Zn	Cu	Cr	Mn	Fe	Ni	Cd	Pb	Al
1	5497,36±434,22	103,95±2,04	63,97±3,98	2785,36±10,77	53841,28±3053,16	41,31±2,30*	10,00±0,0*	7569,78±439,72	7989,67±747,04
2	1412,29±63,91	133,23±3,00	37,30±2,28	1205,80±120,79	48231,18±1092,34	31,98±1,98	2,00±0,0*	1823,94±128,12*	14089,86±459,16
3	416,50±15,29*	26,66±1,16	29,32±2,32	449,16±30,44	23590,93±2168,38	<LQ	ND	205,25±8,26*	13787,80±76,04
4	1032,65±23,50	95,27±7,60	42,64±1,13	421,05±37,40	33777,58±2835,75	27,32±2,31	ND	117,25±3,03	25723,07±1361,15
5	329,96±0,08*	109,32±3,05	30,00±2,00	1159,86±72,35	54725,42±4905,37	28,00±1,99	ND	115,98±5,28	25223,30±1170,23
6	639,83±9,74	47,99±2,00*	34,66±1,16	731,15±50,97	32324,97±2537,12	24,66±1,14	ND	635,82±45,59*	18261,73±1172,41

Pontos de amostragem	Concentração (mg kg^{-1})		
	Cu	Zn	Pb
1	103,95 ± 2,04	5497,36 ± 434,22	7569,78 ± 439,72
2	133,23 ± 3,00	1412,29 ± 63,91	1823,94 ± 128,12
3	26,66 ± 1,16	416,50 ± 15,29	205,25 ± 8,26
4	95,27 ± 7,60	1032,65 ± 23,50	117,25 ± 3,03
5	109,32 ± 3,05	329,96 ± 0,08	115,98 ± 5,28
6	47,99 ± 2,00	639,83 ± 9,74	635,82 ± 45,59

Fonte: Autoria própria.

A partir da Figura 6.2, é possível perceber que durante o processo de adaptação os alunos eliminaram as colunas com os resultados para os metais cromo, manganês, ferro, níquel, cádmio e alumínio, tendo em vista que a análise da concentração de tais metais não apresentou resultados fora dos limites permitidos, permanecendo na tabela da EO apenas aqueles que apresentaram, fato esse inclusive enunciado pelo aluno expositor na UA-11 da EO-G1. Essa adaptação favorece uma produção de sentidos mais adequada, visto que põe em destaque as informações a serem discutidas.

Outras adaptações, como a inserção de sombreados em algumas células da tabela na UA-13 da EO-G3 e o uso de animações para indicar os referentes dos pontos de amostragem no mapa na UA-5 da EO-G1, também favorecem uma produção de sentidos adequada. Existem, no entanto, exemplos de adaptações que não proporcionam à audiência uma produção de sentidos pertinente. Por exemplo, as tabelas da EO-G2, que foram apenas copiadas do artigo e coladas na apresentação, sem serem refeitas pelo grupo, resultando na sua utilização com função ilustrativa. Outro exemplo é a fotografia dos elementos químicos na UA-5 da EO-G3, a qual foi inserida pretendendo-se simbolizar os metais que estavam distribuídos no rio Cachoeira. No entanto, como não havia nenhuma indicação precisa desse sentido no contexto ao redor da inscrição, seja no texto verbal escrito ou falado, sua função é decorativa e a produção de sentidos para essa inscrição fica à mercê da disposição perceptiva da audiência.

Uma habilidade marcante e presente também em todas as EO é a capacidade de aplicar recursos semióticos para direcionar a produção de sentidos, tais como o uso de entonação no texto verbal falado, o uso de gestos e apontador laser etc. Essa habilidade está altamente relacionada com a anterior, visto que apenas recursos externos à inscrição podem não ser suficientes para direcionar a atenção da audiência e a produção de sentidos, sendo também necessária a adição de recursos internos à inscrição, tais como animação, uso de cores, formas geométricas etc., que se configuram também como adequações.

O uso de animações para indicar o que os pontos de amostragem representavam no mapa na UA-5 da EO-G1; o uso do apontador laser durante a leitura dos fluxogramas na EO-G2; o sombreamento em vermelho e verde de algumas células na tabela na UA-13 da EO-G3, a qual indicava pontos que estavam com concentração acima e abaixo do limite TEC, respectivamente, são exemplos de como a habilidade de utilizar recursos semióticos para direcionar a produção de sentidos se manifesta em cada uma das EO. Em especial na EO-G3, foi marcante o uso também do apontador laser durante a leitura de quase todas as inscrições, de forma que o aluno expositor exibe domínio sobre a produção do gênero EO, não apenas por utilizar o apontador laser em conjunto com sua fala para destacar os aspectos das inscrições, mas também por considerar as necessidades representacionais da sua audiência.

Outra habilidade identificada foi a de questionar e refletir sobre a forma como a inscrição foi construída, a qual estava presente nas EO-G1 e EO-G3. Essa habilidade se manifesta em momentos nos quais o aluno cita que a tabela na UA-10 da EO-G1 é construída com os pontos de amostragem, porque a CTC é uma característica relacionada ao solo e não aos metais analisados; ou como quando o aluno explica a função específica dos dendrogramas na UA-16 da EO-G3. É essa habilidade que confere ao estudante o poder de refletir criticamente sobre o conhecimento científico e suas formas de representação visual, em vez de aceitá-lo sem críticas, identificando também as relações de poder embutidas em inscrições, especialmente naquelas que estão sendo veiculadas fora do ambiente acadêmico. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005). Não foi possível identificar essa habilidade na apresentação da EO-G2, o que demonstra a ausência de uma postura mais reflexiva em relação ao papel das inscrições para a ciência por parte desses alunos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, diversos estudos têm colocado em destaque o papel das inscrições para o trabalho científico realizado em laboratório e para a comunicação. Dessa forma, não é surpreendente que educadores e pesquisadores em educação venham chamando a atenção sobre maneiras adequadas de se utilizar inscrições em espaços educacionais, no sentido de criar e organizar ambientes e práticas que proporcionem aos estudantes o desenvolvimento do seu letramento gráfico. No entanto, no contexto nacional, investigações dedicadas a essa temática são escassas.

Nessa perspectiva, tomou-se como objeto de análise a interação de estudantes do curso de Bacharelado em Química do IQSC/USP com inscrições, durante a produção do gênero EO com base em artigos originais de pesquisa. Tal produção, pelas suas características, se configura como uma abordagem científica prática e autêntica, de forma que, além de proporcionar um trabalho adequado com inscrições na sala de aula, viabiliza a verificação da extensão do letramento gráfico desses estudantes.

Com base nos recortes apresentados nos capítulos *Introdução* e *Referenciais Teóricos*, foram investigados os aspectos relativos à utilização e leitura das inscrições presentes nas EO de três grupos selecionados a partir da semelhança entre os objetivos de pesquisa dos artigos empregados na produção das mesmas. O procedimento de análise seguiu as etapas de verificação da função das inscrições nas EO, mapeamento de elementos e processos do MSLI e a identificação dos tipos de leituras desenvolvidos durante a apresentação. Por meio da análise dos resultados objetivamos responder a duas questões de pesquisa: a) como ocorre a produção de sentidos a partir das inscrições durante a realização da EO? b) em qual extensão se dá o letramento gráfico dos alunos a partir da realização de EO?

Em relação à primeira pergunta, a elaboração de sentidos se relaciona primeiramente com as funções das inscrições na EO, que podem ser decorativas, ilustrativas ou complementares. Nas duas primeiras funções, a produção de sentidos requer uma participação mais ativa da audiência nesse processo, visto que, na função decorativa, a inscrição não é citada pelo aluno expositor, e na função ilustrativa, ela é meramente indicada. Ou seja, são poucos os recursos disponibilizados explicitamente pelo aluno expositor, de forma que a audiência necessita procurar pistas no contexto em que a inscrição se encontra, como aspectos nelas presentes, o texto verbal oral do aluno expositor, outros textos encontrados no *slide* etc. Ao final, o sentido produzido é fruto de dois fatores: a disposição perceptiva da audiência, a qual

influencia na busca pelas pistas; e a familiaridade com a inscrição e os referentes. Sendo assim, a produção de sentidos também nunca é garantida.

A presença de inscrições decorativas e ilustrativas estava adequada para a EO-G1. No entanto, para a EO-G2 e EO-G3 nota-se uma tendência no uso de funções de maneira ilustrativa, especialmente durante a apresentação dos resultados da pesquisa, o que diminui o valor informativo de inscrições bastante significativas.

Para as inscrições com função complementar, o processo de produção de sentidos coloca o aluno expositor no centro do mesmo, já que ao explicar e descrever a inscrição, ele está provendo recursos semióticos e guiando a audiência para uma percepção apropriada do que está sendo representado. A partir disso, a produção de sentidos pode ser descrita em termos de elementos e processos do MSLI, o que revela detalhes e se os recursos semióticos utilizados pelo aluno foram adequados ou não para a mesma.

De acordo com o Modelo, a leitura de uma inscrição deve se iniciar com a estruturação de seus aspectos internos, que seria o processo de estruturação para, em seguida, conectar esses aspectos com referentes externos à inscrição, que seria o processo de fundamentação. Produções de sentidos que seguem essa ordem foram identificadas durante a utilização de inscrições nas EO analisadas, e ocorriam em momentos que o aluno tinha como objetivo explicar ou descrever um fenômeno ou situação utilizando alguma inscrição, de acordo com o contexto e situação comunicativa da EO. Esses momentos puderam ser classificados como leituras competentes de inscrições e foram predominantes em todas as EO.

No entanto, foi possível identificar momentos em que o aluno utilizava as inscrições para comprovar conclusões (interpretantes) previamente enunciadas por ele, o que resultava em produções de sentidos que seguem uma ordem contrária à do Modelo, já que o aluno enunciava inicialmente os interpretantes e referentes, para em seguida estruturar as características internas da inscrição que validam o que foi enunciado. Esses momentos foram classificados como LCI de inscrições e predominavam especialmente durante a apresentação dos resultados das EO-G1 e EO-G3.

Em ambos os casos, o que nos informa se a produção de sentidos foi adequada ou não é a frequência de EPE e EPF, que quando semelhantes indicam que o aluno expositor conseguia enxergar além das estruturas internas da inscrição, conectando com os referentes representados pela elaboração de interpretantes, o que foi verificado para a maioria das inscrições da EO-G1 e da EO-G3. Na EO-G2 havia uma grande discrepância na frequência, em que os EPE se sobressaíam em relação aos EPF, indicando que nessa apresentação a audiência estava suprimida de relações que enriqueceriam a forma com as inscrições foram utilizadas. Mais duas

situações de produção de sentidos podem ser caracterizadas dentro das leituras de inscrições complementares, a partir da frequência de elementos e processos do MSLI.

A primeira é quando os EPF se sobressaem em relação aos EPE, a partir da realização prioritária de processos de fundamentação, o que indica uma alta familiaridade do aluno expositor com a inscrição. Como o processo de estruturação interno dos aspectos da inscrição é diminutivo, as leituras resultantes são transparentes ou problemáticas. A produção de sentidos na leitura transparente requer uma participação mais ativa da audiência, já que o aluno expositor provê geralmente os interpretantes e referentes da inscrição, mas não as estruturas que levam a elaboração daqueles elementos. Ou seja, a audiência recebe um sentido pronto, mas caso ela queira questionar ou reconstruir esse sentido, esse trabalho será por sua conta, a partir da sua disposição perceptiva e familiaridade com a inscrição. A leitura de inscrições de um modo completamente transparente ocorreu com o fluxograma da UA-8 na EO-G1 e com a equação da UA-9 na EO-G2. Nestas UA, os EPF se sobressaíam em relação aos EPE.

Já na leitura problemática a produção de sentidos não é alcançada, visto que as estruturas da inscrição destacadas pelo aluno expositor são insuficientes para tal. Ou seja, o aluno realiza um processo de estruturação frágil e que não corrobora com os interpretantes e referentes elaborados. Dessa forma, os EPF se sobressaem em relação aos EPE, como ocorreu durante a leitura do gráfico na UA-13 da EO-G1, em que a leitura problemática foi identificada. Cabe destacar que os momentos em que ocorreram leituras com erros conceituais não podem ser classificados como leituras problemáticas, já que o MSLI avalia a leitura das inscrições de maneira estrutural. No entanto, essas leituras podem ser mais problemáticas do que aquelas em que nenhum sentido foi produzido, já que elas carregam conceitos e conhecimentos que não auxiliarão o aluno em sua prática escolar ou extraescolar. A partir disso, é possível, nesse momento, propor estudos futuros que visem ampliar ou modifiquem o Modelo, de forma que tal inclua perspectivas epistemológicas.

A segunda situação que merece destaque é quando as frequências de EPE e EPF são relativamente baixas, o que, dependendo dos objetivos de utilização e da temática da inscrição, não são interessantes para a produção de sentidos. Tal situação foi bastante recorrente na EO-G3 durante a leitura dos gráficos que apresentavam os resultados da pesquisa, o que revela uma exploração reduzida, e que põe as inscrições numa posição quase que ilustrativa de baixo valor informativo, ou seja, com uma produção de sentidos mais generalizada e trivial.

A produção de sentidos ainda recebeu influência dos seguintes fatores: características intrínsecas e a posição da inscrição no *continuum* das inscrições; a temática em que estava localizada; a origem da inscrição; a disposição nos *slides*; a presença de mesmos aspectos que

permeiam diversas inscrições; e a falta ou a presença de familiaridade dos alunos com referentes.

Cabe aqui destacar o potencial do MSLI para descrever o desdobramento de múltiplas camadas de ideias necessário para a produção de sentidos e informações a partir de inscrições, em uma situação até então não investigada, que é a utilização de inscrições durante a produção do gênero EO a partir de artigos originais de pesquisa. Com base no modelo, associado com a classificação das leituras, fomos capazes de identificar e caracterizar a LCI, que representa o movimento de definição de um sinal a partir de um referente.

Pode-se destacar o desenvolvimento das seguintes habilidades de letramento gráfico: produzir inscrições, adequar inscrições a situações diferentes daquelas em que foram concebidas, aplicar recursos semióticos para a produção de sentidos e questionar e refletir sobre o modo como a inscrição foi construída. Tais habilidades, apresentadas em ordem crescente de cognição envolvida (OLANDE, 2014; ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005), contribuem para o desenvolvimento do letramento gráfico dos alunos, de forma que eles consigam se envolver satisfatoriamente em atividades semióticas de leitura e avaliação de inscrições, dentro e fora da sala de aula.

A partir da análise dos resultados é possível refletir e tecer considerações sobre a extensão de letramento gráfico dos grupos durante a realização da EO, o que responde à segunda questão de pesquisa elencada neste trabalho. Para tal são propostas duas dimensões hierárquicas de letramento gráfico. A primeira seria a dimensão elementar, na qual os alunos utilizam e veem as inscrições prioritariamente como ilustradores do conhecimento científico. A partir disso, o contato com os diversos tipos de inscrições é limitado e o conhecimento desenvolvido durante a apresentação não se relaciona com as mesmas e, com isso, poucas habilidades se manifestam. A segunda dimensão é a analítica, na qual os alunos veem e utilizam as inscrições prioritariamente como dados científicos, o que resulta no contato e utilização de diversos tipos de inscrições e desenvolvimento do conhecimento na EO em torno das mesmas, permitindo assim, a manifestação de diversas habilidades.

A EO-G1 se encontra na dimensão analítica de letramento gráfico, visto que apresentou o desenvolvimento por parte dos alunos de todas as habilidades listadas anteriormente, como também um amplo contato com diversos tipos de inscrições no maior nível informativo possível durante a apresentação. O grupo possui, assim, um senso de avaliação sobre como abordar e utilizar as inscrições fora e dentro da sala de aula. A produção de sentidos em termos do MSLI se mostrou adequada nesta EO, fato verificado também pela semelhança entre os valores da média de EPE e EPF por inscrição com função complementar, indicando que o aluno expositor

conseguiu de maneira satisfatória conectar as estruturas e sinais presentes nas inscrições com o mundo dos fenômenos e objetos.

A EO-G2 se encontra na dimensão elementar. É notável a ausência da habilidade de questionar e refletir sobre a forma como a inscrição foi construída. Além disso, a habilidade de adequar inscrições a situações diferentes daquelas em que foram concebidas não se manifesta de maneira satisfatória, visto que a forma como as tabelas com os resultados foram incorporadas na EO resultou na utilização das mesmas apenas como ilustradores. É notável também o contato limitado com os diversos tipos de inscrições, e que apesar de a maioria delas terem função complementar, a produção de sentidos em termos de processos e elementos do MSLI não favorece a significação pela audiência, como pode ser verificado pela discrepância entre as médias de EPE e EPF por inscrição, ou seja, a audiência carecia de mais processos de fundamentação que expandiriam a forma como essas inscrições se conectam com o mundo dos fenômenos e objetos. Essas limitações impedem a EO-G2 de alcançar uma extensão maior de letramento gráfico.

A EO-G3 também se encontra na dimensão elementar de letramento gráfico. Da mesma maneira que na EO-G2, o contato limitado com os diversos tipos de inscrições e a ausência de algumas habilidades impede o grupo de alcançar a dimensão analítica de letramento gráfico. A habilidade de criar inscrições não se fez presente na EO-G3 e mesmo com grande parte das inscrições apresentando função complementar, a produção de sentidos em termos do MSLI se desvia de um ideal esperado, visto que as estruturas elucidadas durante o processo de estruturação não eram encaminhadas satisfatoriamente para o processo de fundamentação, dado verificado pela discrepância entre as médias de EPE e EPF por inscrição. Os gráficos com função complementar foram explorados quase que de maneira ilustrativa, devido à mínima presença de elementos do MSLI. Dessa forma, o propósito das inscrições para a ciência não se evidencia, nem questionamentos acerca da natureza das mesmas, e que fomentariam e enriqueceriam o que foi apresentado na EO. No entanto, é importante ressaltar que foi verificada a habilidade de questionar e refletir sobre a forma como a inscrição foi construída, o que põe o G3 em uma posição mais favorável e próxima do letramento de dimensão analítica.

Uma vez tecidas considerações sobre as respostas às questões de pesquisa, são apresentadas a seguir algumas implicações e contribuições da pesquisa para o ensino de ciências e a formação de professores, decorrentes da discussão e análise de dados realizadas. Inicialmente, é reconhecida a necessidade de pesquisas sobre como os estudantes desenvolvem habilidades relacionadas ao letramento gráfico. (BOWEN; ROTH, 2002). Assim, esta

dissertação contribui para a ampliação dessas iniciativas no âmbito nacional, em especial, nos campos de ensino de ciências e da comunicação científica.

A pesquisa favorece o delineamento de ações que promovam o letramento gráfico, seja no ensino básico ou no ensino superior, como também em cursos de formação de professores. Pozzer-Ardenghi e Roth (2010) defendem que a maneira mais adequada de promover o letramento gráfico e a interação dos estudantes com as inscrições é por meio das abordagens práticas e autênticas. A partir da revisão realizada entre os Relatos de Sala de Aula publicados na revista Química Nova, no capítulo *Introdução*, apesar da escassez de abordagens, notam-se as diversas possibilidades e objetivos de inclusão de práticas com inscrições na sala de aula de química, seja pela solicitação de produção de inscrições aos alunos ou uso de inscrições fornecidas pelo professor. No entanto, sequências didáticas que se apoiavam na produção de gêneros orais ou que estavam alinhadas à comunicação científica não foram mencionados.

Com base nisso, esta pesquisa evidencia a possibilidade de elaboração e aplicação de uma sequência de ensino pautada na realização da comunicação científica e da produção de gêneros orais, que carregam em seu bojo autenticidade desejável para a promoção de letramento gráfico, não só para o ensino de química, como também para o ensino de ciências. O processo de elaboração de EO, pôsteres, seminários, debates, etc., possibilita avaliações críticas acerca de inscrições a serem inseridas na apresentação, abrindo espaços para que o aluno desenvolva autonomia em criar suas próprias inscrições ou adaptar as existentes na literatura, a fim de torná-las legíveis ao seu público alvo. Ou seja, diversas habilidades relacionadas ao letramento gráfico são fomentadas na realização de atividades com gêneros orais, contribuindo também para que os estudantes percebam de forma mais clara a importância e os propósitos das inscrições para a ciência. Ao utilizar somente um artigo por grupo durante todo o semestre, a sequência de ensino se distancia ainda da ideia de contato disperso e quantitativo com as inscrições, se aproximando de um trabalho mais profundo e qualitativo com os aspectos destas.

Utilizar tais abordagens, coloca a promoção do letramento gráfico na perspectiva defendida por Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), o qual deve ser visto e tratado a partir da organização do currículo em práticas epistemológicas que permitam a emancipação do estudante, a partir do engajamento em questionamentos acerca do uso das inscrições, ao invés de apenas tentar regurgitar o que a ele é apresentado como fato inquestionável. Sendo assim, o professor apresenta um papel importante na promoção dessas práticas, visto que, por se configurar como uma linguagem, a representação gráfica e como interpretá-la, precisa ser ensinada.

Antes de entrar na sala de aula, o professor necessita saber como organizar o currículo e criar um ambiente que ajude os estudantes a se tornarem letrados em práticas de inscrições. E, dentro da sala de aula, o papel do professor se amplia ainda mais. Ele necessita estar e permanecer atento para não supor que o estudante possui dificuldades de cognição ou que já possui familiaridade com determinada inscrição e seus referentes, visto que diversos problemas com a utilização e leitura de inscrições advêm da falta de familiaridade do aluno com as práticas e atividades que envolvem as mesmas. Ou seja, é necessário verificar a existência de lacunas de experiências participativas em práticas sociais, históricas e culturais de uso de inscrições, a fim de suprimi-las. O professor deve ainda acompanhar o estudante durante todo o processo de construção do conhecimento, orientando sobre como utilizar, sobre a criação, inserção e adequação de inscrições, sem esquecer de respeitar a maneira peculiar como cada indivíduo constrói o conhecimento.

Para que essas atividades e abordagens sejam aplicadas de forma coerente e que resultem no desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico pelos alunos, os professores de ciências precisam estar devidamente preparados, tanto em conhecimento sobre as práticas aqui discutidas, quanto em aplicação de determinadas metodologias de ensino. Assim, o presente trabalho contribui ainda com aportes teóricos para a inclusão dessas discussões e dessas práticas nos cursos de formação docente, para que os futuros professores estejam mais capacitados a construírem, lerem, interpretar e discutirem inscrições, entre outras formas de representação do conhecimento científico, assim como, para terem a capacidade de entender as dificuldades que seus alunos irão enfrentar, e para criarem oportunidade de desenvolvimento dessas habilidades pelos mesmos por meio de tarefas e atividades que incorporem experiências autenticamente científicas.

Como em todo trabalho de pesquisa, além das conclusões, reconhece-se o surgimento de novas questões de pesquisa, dentre as quais destacamos a seguinte: como ocorre a produção de sentidos a partir de inscrições e a promoção do letramento gráfico no contexto de atividades investigativas aliadas à comunicação científica? As inscrições presentes nos textos científicos com os quais os estudantes têm contato, tais como livros didáticos e artigos científicos, permitem que os mesmos se apropriem e desenvolvam competências em práticas de letramento gráfico necessárias para a leitura de textos científicos?

Em relação à primeira pergunta, as pesquisas em letramento gráfico propõem atividades investigativas, nas quais se apresentam problemas e situações que envolvem o uso de inscrições com as quais os alunos precisam explorar e interagir para extrair dados, construir novas inscrições a partir de dados experimentais etc. (ROTH; POZZER-ARDENGHI; HAN, 2005;

ROTH, 2003b; KELLER, 2008). No entanto, é evidente a necessidade de iniciativas que alinhem melhor as temáticas de letramento gráfico, atividades investigativas e a comunicação científica. A produção científica não acaba quando um problema é solucionado, mas continua até a redação de um texto oral ou escrito que apresenta para a comunidade científica os resultados obtidos, a qual valida o conhecimento elaborado. Assim, são necessárias investigações que ultrapassem a etapa de solução de problemas utilizando inscrições e observem também a utilização das mesmas com finalidades retóricas, que promovem convencimento dos pares sobre os resultados de suas próprias investigações.

Em relação à segunda pergunta, Bowen e Roth (2010) verificam que diversos obstáculos ao desenvolvimento de habilidades em interpretação de inscrições se encontram, usualmente, associados com a forma como estas são apresentadas em livros didáticos e em aulas expositivas. Os autores ainda apontam que: a) as inscrições presentes em artigos originais de pesquisa fornecem mais recursos para interpretação e são menos ambíguas do que as que aparecem em livros didáticos, sejam estes de ensino médio ou superior; b) durante a adaptação de uma inscrição, de um artigo original de pesquisa para um texto didático, são realizadas mudanças que têm, na verdade, um elevado potencial para promoção de interpretações empobrecidas e deturpadas. Dessa forma, são desejáveis investigações que estabeleçam relações entre as inscrições presentes nos livros didáticos e as que encontram espaço nos artigos originais de pesquisa.

Esse tipo de estudo forneceria ainda base para o estabelecimento de relações com o estudo realizado nesta dissertação, em relação a dois aspectos. O primeiro deles seria a fonte dos dados para análise. Nesta pesquisa, foram utilizadas EO produzidas no ano de 2016 por aluno do curso de Bacharelado em Química do IQSC enquanto matriculados na disciplina CELCII, gravadas e armazenadas no banco de dados do GPEQSC. Apesar das vantagens em se utilizar um banco de dados, o pesquisador se encontra distante do contexto de pesquisa, não podendo interferir no processo de construção dos dados e de promoção do letramento gráfico. Para o caso da utilização de vídeos e gravações, o pesquisador se encontra ainda sob as impressões do indivíduo que coletou tais arquivos. O segundo aspecto se relaciona com a escolha dos dados a serem analisados. Nesta pesquisa, foram escolhidas três EO, a partir da semelhança entre os objetivos de pesquisa dos artigos originais de pesquisa a partir dos quais foram produzidas. No entanto, ainda eram três produções totalmente diferentes, com inscrições totalmente diferentes. Ou seja, a comparação entre essas três EO é limitada até certo ponto.

Dessa forma, seria interessante a organização de uma sequência de ensino que tenha como objetivo principal a promoção e desenvolvimento das habilidades do letramento gráfico

alinhadas às da comunicação científica, a partir de atividades investigativas, nas quais o pesquisador esteja em contato com o contexto, participando da produção dos dados em diversas etapas: no início, avaliando e selecionando inscrições a serem trabalhadas em sala de aula que permitam que os estudantes se apropriem e desenvolvam competências em práticas de letramento gráfico; e durante a aplicação das atividades, coletando suas próprias impressões. Dentre as ações a serem realizadas na sequência de ensino, seria relevante também investigar e propor um problema comum entre os estudantes, o que permitiria entender como diferentes alunos lidam e produzem sentidos, a partir de uma mesma inscrição; identificar os sentidos comuns que emergem de uma inscrição e quais as características comuns são tomadas pelos alunos a partir da sua disposição perceptiva etc. Os resultados provenientes dessas ações podem fornecer subsídios para a realização, em ambientes de ensino, de ações didáticas que incluam elementos que tornem o letramento gráfico dos alunos mais factível.

Por fim, destacamos o caráter pioneiro da pesquisa, até onde vai o nosso conhecimento, ainda sem precedentes no ensino de química, no contexto nacional. Ademais, as novas possibilidades de estudos destacadas evidenciam a necessidade de investigação da temática e capacidade de evolução da mesma e, conseqüentemente, o estabelecimento de tendência e contribuição para a melhoria do ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

ALVES, Esdras Garcia. **Um estudo multimodal de textos didáticos sobre o efeito fotoelétrico**. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ATKINS, P.; PAULA, J. **Physical chemistry**. 8. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2006. 1053 p.

AZEVEDO NETTO, C. X. Signo, sinal, informação: as relações de construção e transferência de significados. **Informação & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 1-13, 2002.

BODGAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1999. 167 p.

BOWEN, G. M.; ROTH, W. M. Why students may not learn to interpret scientific inscriptions. **Research in Science Education**, v. 32, n. 3, p. 303-327, 2002.

BOWEN, G. M.; ROTH, W. M. Graph interpretation practices of science and education majors. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 3, n. 4, p. 499-512, 2010.

BRAGA, S. A. M; MORTIMER, E. F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 56-74, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio** – Parte I Bases Legais. Brasília, 1999. 109 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Mestres e doutores 2015: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira**. Brasília, 2016. 348p.

CHAVES, Maria Helena Rodrigues. **O gênero seminário escolar como objeto de ensino: instrumentos didáticos nas formas de trabalho docente**. 2008. 183 f. Dissertação (Mestrado em Linguística), Instituto de Letras e Comunicação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, São Paulo, Brasil. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

CRUZ, C. H. B. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: desafios para o período 2011 a 2015. **Interesse Nacional**, n. 10, p. 1-22, 2010.

CUENCA, A. M. B.; ANDRADE, M. T. D.; NORONHA, D. P.; FERRAZ, M. L. E. F.; BUCHALLA, C. M.; ESTORNIOLO FILHO, J. **Guia de apresentação de teses**. 2. ed. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2017. 126 p.

DANOS, Xenia. **Graphicacy within the secondary school curriculum, an exploration of continuity and progression of graphicacy in children aged 11 to 15**. 2012. 496 f. Tese (Doutorado em Filosofia). Faculty of Social Sciences and Humanities, Loughborough University, Loughborough, 2011.

DESCARDECI, M. A. A. S. Ler o mundo: um olhar através da semiótica social. **Educação Temática Digital**, v. 3, n. 2, p. 19-26, 2002.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B.; PIETRO, J. F. D.; ZAHND, G. A exposição oral. In: ROJO, R. H.R.; CORDEIRO, G. S. (orgs.). **Gêneros orais e escritos na escola**: tradução de trabalhos de Bernard Schneuwly, Joaquim Dolz & colaboradores. 3. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 183-212.

DORNE, V. D. De sinal a signo: a “palavra” (discurso) em Bakhtin. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4., 2009. **Anais...** Campo Mourão: FECILCAM/NUPEM, 2009. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/nupem/anais_iv_epct/PDF/linguistica_letras_artes/06_DORNE.pdf> Acesso em: 12 abril 2018.

EINSTEIN, A. Ueber einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. **Annalen der Physik**, v. 4, n. 17, p. 132-48, 1905.

FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. Visualizações no ensino de química: concepções de professores em formação inicial. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 199-208, 2013.

FONSECA, Vanessa Avelar Cappelle. **Interações multimodais em uma sala de aula de biologia**. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 144 p.

FREITAS, Patrícia Raquel de. **Produção oral no seminário**: possíveis apropriações em uma prática de ensino. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada), Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

GARBI, G. G. **O romance das equações algébricas**. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2007. 240 p.

GOMES, M. V. T.; COSTA, A. S.; GARCIA, C. A. B.; PASSOS, E. D. A.; ALVES, J. D. P. H. Concentrações e associações geoquímicas de Pb e Zn em sedimentos do rio São Francisco impactados por rejeitos da produção industrial de zinco. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2088-2091, 2010.

GURUDI, V.; CAZETTA, V. Alfabetização científica e cartográfica no ensino de ciências e geografia: polissemia do termo, processos de enculturação e suas implicações para o ensino. **Revista de Estudos Culturais**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 62 p.

HAN, J.; ROTH, W. M. Chemical inscriptions in Korean textbooks: Semiotics of macro-and microworld. **Science Education**, v. 90, n. 2, p. 173-201, 2006.

ISHIKAWA, D. N.; NOALE, R. Z.; OHE, T. H. K.; SOUZA, E. B. R.; SCARMÍNIO, I. S.; BARRETO, W. J.; BARRETO, S. R. G. Avaliação do risco ambiental em sedimento dos lagos do Riacho Cambé, em Londrina, pela distribuição de metais. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1744-1749, 2009.

KELLER, Stacy Kathryn. **Levels of line graph question interpretation with intermediate elementary students of varying scientific and mathematical knowledge and ability**: a think aloud study. 2008. 264 f. Dissertação (Doutorado em Educação). College of Education, University of Central Florida, Orlando, 2008.

KRESS, G. **Multimodality**: a social semiotic approach to contemporary communication. London: Routledge, 2009. 214 p.

KRESS, G; VAN LEEUWEN, T. **Reading images**: the grammar of visual design. 1. ed. London: Routledge, 1996. 288 p.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. 310 p.

LEMKE, J. L. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J.; VEEL, R. (Eds.). **Reading science: critical and functional perspectives on discourses of science**. Londres: Routledge, 2005. p. 87-113.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 11 ed. São Paulo: SP EPU, 2007. 99 p.

LUNSFORD, E.; MELEAR, C. T.; ROTH, W. M.; PERKINS, M.; HICKOK, L. G. Proliferation of inscriptions and transformations among preservice science teachers engaged in authentic science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 4, p. 538-564, 2007.

MACDONALD, D. D., INGEROLL, C. G., BERGER, T. A. Development and evaluation of consensus – based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. **Archives Environmental Contamination and Toxicology** v. 39, n. 1, p. 20-31, 2000.

MASSI, L. S.; SANTOS, G. R.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Artigo científico como recurso didático no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 503-510, 2009.

MCMURRY, J. **Organic chemistry**. 7. ed. Belmonte: Brooks Cole, 2008. 656 p.

MELO, V. F.; ANDRADE, M.; BATISTA, A. H.; FAVARETTO, N.; GRASSI, M. T.; CAMPOS, M. S. Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 22-29, 2012.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de ciências da natureza. Em: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p.181-208.

MORTIMER, E. F.; CHAGAS, A. N.; ALVARENGA, V. T. Linguagem científica *versus* linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 7-19, 2016.

MUELLER, S. P. M. O crescimento da ciência, o comportamento científico e a comunicação científica: algumas reflexões. **Revista Escola Biblioteconomia UFMG**, v. 24, n. 1, p. 63-84, 1995.

NASS, Daniel Perdigão. **Gráficos como representações visuais relevantes no processo ensino-aprendizagem**: uma análise de livros didáticos de Química do Ensino Médio. 2008. 237 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OLANDE, O. Graphical artefacts: taxonomy of students' response to test items. **Educational Studies in Mathematics**, v. 85, n. 1, p. 53-74, 2014.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L.; Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. **Química Nova**, v. 33, n. 9, 1980-1986, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. **Comunicação e linguagem científica**: guia para estudantes de química. 2 ed. Campinas: Editora Átomo, 2007. 116 p.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Considerações sobre o papel da comunicação científica na educação em química. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1263-1270, 2008.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. A retórica da linguagem científica: das bases teóricas à elaboração de material didático para o ensino superior de química. **Química Nova**, v. 35, n. 4, p. 851-857, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Comunicação científica no ensino superior de química: uma revisão. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 553-562, 2015.

PAULA, H. F.; ALVES, E. G. Uso de um modelo semiótico para análise dos atos de significação de inscrições didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Caderno de Resumos**. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 21-34, 2008.

PRETI, D. **Análise de textos orais**. São Paulo: Humanitas, 1999. 119 p.

POZZER, L. L.; ROTH, W. M. Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 10, p. 1089-1114, 2003.

POZZER-ARDENGHI, L.; ROTH, W. M. Toward a social practice perspective on the work of reading inscriptions in science texts. **Reading Psychology**, v. 31, n. 3, p. 228-253, 2010.

QUADROS, A. L.; SÁ, E. F.; SILVA, P. S.; MORO, L.; PEREIRA, R. R.; MARTINS, D. A. A.; MARTINS, R. F.; SILVA, A. C. A. REIS, R. C.; MORTIMER, E. F. Análise dos modos semióticos em aulas de química do ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012. **Anais...** Bahia: Salvador, 2012.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O.; SILVA, E. M. S. Retextualização de artigos originais de pesquisa por graduandos em química. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. Extra, p. 4647-4652, 2017.

REZENDE, Denise Ferreira Diniz. **Análise das ações de uma professora na leitura e interpretação de gráficos em uma sequência de ensino investigativa de biologia**. 2015. 281 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J. As questões ambientais e a química dos sabões e detergentes. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 169-175, 2010.

ROJO, R. Letramento e diversidade textual. In: CARVALHO, M. A. F.; MENDONÇA, R. H. (Orgs.). **Práticas de leitura e escrita**. Brasília: Ministério da Educação (MEC), 2006. p. 24-29.

ROTH, W. M. Unspecified things, signs, and 'natural objects': Towards a phenomenological hermeneutic of graphing. In: BERENSON, S. B.; DAWSON, K. R.; BLANTON, M.; COULOMBE, W. N.; KOLB, J.; NORWOOD, K.; STIFF, L. (Eds.). **Proceedings of the twentieth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. Columbus: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1998. p. 291-297.

ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. **Journal of curriculum studies**, v. 34, n. 1, p. 1-24, 2002.

ROTH, W. M. **Toward an anthropology of graphing: semiotic and activity-theoretic perspectives**. Dordrecht: Springer, 2003a. 342 p.

ROTH, W. M. Competent workplace mathematics: how signs become transparent in use. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 8, n. 2, p. 161-189, 2003b.

ROTH, W. M. Emergence of graphing practices in scientific research. **Journal of Cognition and Culture**, v. 4, n. 3, p. 595-627, 2004.

ROTH, W. M.; BOWEN, G. M. Professionals read graphs: a semiotic analysis. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 32, n. 2, p. 159-194, 2001.

ROTH, W. M.; MCGINN, M. K. Inscriptions: toward a theory of representing as social practice. **Review of educational research**, v. 68, n. 1, p. 35-59, 1998.

ROTH, W. M.; POZZER-ARDENGHI, L.; HAN, J. Y. **Critical graphicacy**: understanding visual representation practices in school science. Vol. 26. Dordrecht: Springer, 2005. 285 p.

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

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.

SANTOS, J. S.; SOUZA, F. M.; SANTOS, M. L. P. Distribuição de Zn, Pb, Ni, Cu, Mn e Fe nas frações do sedimento superficial do Rio Cachoeira na região sul da Bahia, Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 2, p. S1-S2, 2013.

STOKES, S. Visual literacy in teaching and learning: a literature perspective. **Electronic Journal for the Integration of Technology in Education**, v. 1, n. 1, p. 10-19, 2002.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215 p.

VOIGT, C. L.; SILVA, C. P.; CAMPOS, S. X. Avaliação da bioacumulação de metais em *Cyprinus carpio* pela interação com sedimento e água de reservatório. **Química Nova**, v. 39, n. 2, p. 180-188, 2016.

WU, H. K.; KRAJCIK, J. S. Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: a case study of seventh graders' use of data tables and graphs. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 1, p. 63–95, 2006.

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B.; ANDRADE, J. B. D. Diretrizes curriculares para os cursos de química. **Química Nova**, v. 22, n. 3 p. 454-461, 1999.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento e Informação

Eu, _____

RG _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em ceder os dados produzidos durante a disciplina para o Banco de Dados do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC (GPEQSC), bem como ter:

1. A garantia de receber todos os esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

São Carlos, _____ de _____ de 2016.

Assinatura do Participante