



LETRAMENTO GRÁFICO NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA

Graphicacy in Undergraduate Chemistry Teaching

Mikeas Silva de Lima [qmikeas@usp.br]

Instituto de Química de São Carlos

Universidade de São Paulo

Av. Trabalhador São Carlense, 400, São Carlos, São Paulo, Brasil

Salete Linhares Queiroz [salete@iqsc.usp.br]

Instituto de Química de São Carlos

Universidade de São Paulo

Av. Trabalhador São Carlense, 400, São Carlos, São Paulo, Brasil

Resumo

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 Woff-Michael Roth e colaboradores foram adotadas como referencial teórico durante a análise, a qual consistiu em: classificar as funções das inscrições (representações visuais materiais elaboradas inerentemente durante o fazer científico, tais como gráficos, fotografias, tabelas, equações, mapas, esquemas etc.) 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. Em relação à extensão do letramento gráfico dos grupos investigados, um deles se encontra na dimensão analítica, na qual os estudantes veem e utilizam as inscrições prioritariamente como dados científicos. Os demais grupos encontram-se na dimensão elementar, na qual os estudantes utilizam e veem as inscrições prioritariamente como ilustradores do conhecimento científico, com um contato restrito com os diversos tipos de inscrição. 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: química; comunicação científica; inscrições; representações visuais; exposição oral.

Abstract

This study investigates the extent of chemistry undergraduates' graphicacy in a scientific 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 (material visual representations created inherently in scientific tasks, such as graphs, photographs, tables, equations, maps, schemes, etc.) 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. 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. The other 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. 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: chemistry; scientific communication; inscriptions; visual representations; oral presentation.

INTRODUÇÃO

A presença do modo de comunicação gráfico-visual na sala de aula e nos livros didáticos de ciências é frequente, de forma que o desenvolvimento adequado das habilidades e dos conhecimentos a respeito do seu uso, seja no ensino básico ou superior, ganha destaque nos documentos curriculares brasileiros. Em relação ao ensino básico, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere que os estudantes saibam interpretar gráficos, tabelas, códigos, equações, entre outras formas de representações visuais, para comunicar a públicos variados os resultados de análises, pesquisas e experimentos, “de modo a promover debates em torno de temas científicos e tecnológicos de relevância sociocultural” (MEC, 2018, p. 545). No ensino superior, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química recomendam que os graduados saibam “interpretar e utilizar as diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, símbolos, expressões etc.” (MEC, 2001, p. 5).

A discussão sobre o desenvolvimento das referidas habilidades pode ser realizada a partir da noção de letramento gráfico. Esta, segundo Roth, Pozzer-Ardenghi e Han (2005), refere-se ao conhecimento relativo para lidar criticamente com representações visuais bidimensionais, que permite aos estudantes questionarem relações de poder, discursos e identidades que são embutidas e reproduzidas durante a sua veiculação. A concepção desses autores está intimamente vinculada à perspectiva de Latour e Woolgar (1997), que utilizam o termo inscrições para nomear fotografias, desenhos esquemáticos, mapas, diagramas, fluxogramas, gráficos, tabelas, equações, entre outras representações visuais materiais que são elaboradas durante a produção de conhecimento científico para retratar e estabelecer relações icônicas com seus objetos e fenômenos de estudo. Por utilizar o termo materiais, essa perspectiva considera somente as representações concretas, por exemplo, impressas em um livro, projetadas em uma tela etc., e não integra representações mentais. Com base nisso, Lima e Queiroz (2019) esclarecem que o letramento gráfico, ao possuir uma perspectiva mais restritiva, se diferencia do letramento visual, que possui uma perspectiva mais ampla e inclui em seus estudos representações visuais como animações e gestos.

Segundo Roth *et al.* (2005), os diversos tipos de inscrições estão ainda distribuídos ao longo de um *continuum* como o da Figura 1. Numa das extremidades está o mundo dos fenômenos e objetos (MFO) e, na outra, o mundo dos conceitos e teorias (MCT).

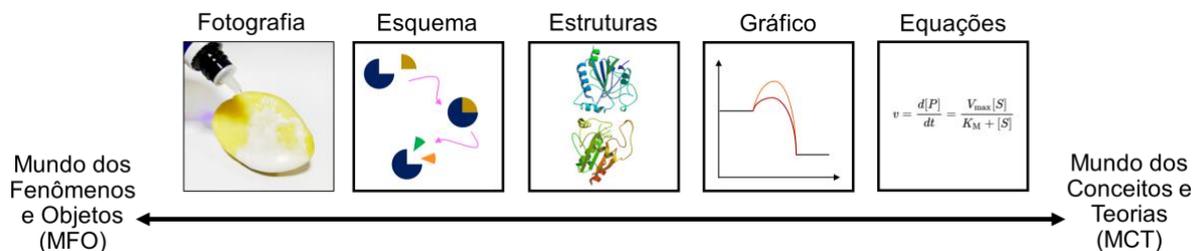


Figura 1 – *Continuum* de inscrições relacionadas à catálise enzimática. Fonte: autoria própria (estrutura molecular obtida gratuitamente no banco de mídias *Wikimedia Commons*).

Quanto mais próxima da extremidade do MFO 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 pode apresentar, como também maior a semelhança da inscrição com o que representa. Os esforços de leitura requeridos estão relacionados à identificação das semelhanças icônicas entre a inscrição e os objetos e fenômenos representados. Na direção do MCT, as inscrições, como gráficos, tabelas e equações, não possuem, ou possuem pouca semelhança com os fenômenos que representam, ou seja, o nível de abstração e informações contidas na inscrição aumenta. Quanto mais informação acumulada em uma mesma inscrição, mais potente e resistente à desconstrução ela é e assim, uma leitura mais sofisticada é necessária (Roth *et al.*, 2005).

Após surgirem em laboratórios de pesquisa, as inscrições são transformadas e veiculadas em publicações científicas, de onde podem vir a ser adotadas pela mídia, em jornais e revistas (Roth *et al.*, 2005), e incluídas em livros didáticos, e dessa forma se fazem presentes também no ensino, e em especial, no ensino de ciências. Em todos esses contextos, as inscrições apresentam funções, tais como: relacionar o MFO com o MCT; compartilhar e distribuir informações; elucidar padrões e regularidades, assim como a falta desses; evidenciar tendências; e servir de matéria-prima na elaboração de justificativas, modelos e argumentos, que darão a confiabilidade necessária ao conhecimento produzido. Essas funções revelam que as inscrições possuem um papel muito maior do que apenas ilustrar o conhecimento científico. No entanto, apesar da centralidade das inscrições e de práticas associadas para a ciência, do seu uso em jornais,

televisão e materiais didáticos, e das recomendações encontradas nos documentos curriculares, pesquisas sobre como os estudantes desenvolvem habilidades relacionadas ao letramento gráfico são escassas (Roth *et al.*, 2005).

Além disso, é possível observar que muitos estudantes, no ensino básico e superior, apresentam dificuldades de leitura e interpretação de inscrições. Segundo Roth *et al.* (2005), grande parte delas advém da falta de familiaridade com experiências participativas, práticas e atividades sociais, históricas e culturais que envolvem inscrições em ambientes educacionais. Nessa perspectiva, os autores defendem que o desenvolvimento do letramento gráfico deve ser realizado como uma prática social, que na comunidade científica, segundo Kelly e Takao (2002), são as práticas culturais, científicas e autênticas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam asserções de conhecimento. Exemplos dessas práticas na comunidade científica são citadas por Lima e Queiroz (2019), como a redação de um relatório, a produção de uma exposição oral, a apresentação de um pôster etc. É durante a realização dessas práticas no ensino de ciências que o verdadeiro papel das inscrições se apresenta aos estudantes, de forma que consigam desenvolver leituras satisfatórias e criticidade frente às mesmas. Para isso, não é adequado esperar que os estudantes sejam competentes em leitura e uso de inscrições após algumas poucas aulas sobre representação gráfica. Roth *et al.* (2005) recomendam ainda que o desenvolvimento do letramento gráfico deve ser parte integrante do ensino de ciências, em sua totalidade, e que as atividades propostas permitam aos estudantes se envolverem continuamente com o letramento gráfico.

Diante do panorama acima descrito e da escassez de trabalhos que se dediquem ao desenvolvimento do letramento gráfico (Lima & Queiroz, 2019), o objetivo deste artigo é verificar 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/SUP), enquanto matriculados em uma disciplina de comunicação científica. Por extensão de letramento gráfico entende-se as perspectivas como os estudantes utilizam inscrições, considerando as habilidades empregadas por eles para realizar práticas de inscrições. 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 visem o desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico e para a inclusão da discussão da temática em espaços formativos docentes.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições

Roth e Bowen (2001) propõem um Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (MSLI), que esclarece como se dá o processo de leitura de inscrições e pode ser usado para examinar tal processo. O Modelo, suas partes e os seus elementos podem ser visualizados na Figura 2.



Figura 2 – Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (Adaptado de Roth & Bowen, 2001, p. 162).

O MSLI concebe a leitura de inscrições como um processo que ocorre em duas etapas. A primeira, representada no triângulo superior, é chamada de processo de estruturação, no qual o leitor analisa perceptivamente o campo visual da inscrição e a estrutura em elementos significativos que podem servir para produção de sentidos, ou seja, é o momento em que o leitor está buscando entender as estruturas internas

da inscrição, localizando, por exemplo, os eixos de um gráfico, os planos de uma fotografia, a legenda de um mapa etc., sem ainda se preocupar em extrair algum dado ou interpretação.

Este primeiro processo conta com os seguintes elementos: disposição perceptiva, que representa as características pessoais e individuais que o leitor carrega consigo e fazem com que cada um perceba uma determinada inscrição e seus aspectos de maneira diferenciada; gráfico, que representa a forma material (impressa ou digital) da inscrição; e estruturas sinalizadoras, que são aspectos, ordens, tendências e traços materiais da inscrição (palavras, linhas, pontos etc.) notadas pelo leitor, a partir da sua disposição perceptiva, e que podem ser relevantes para o processo de leitura e produção de sentido. A etapa de estruturação pode ser exemplificada a partir da Figura 3.

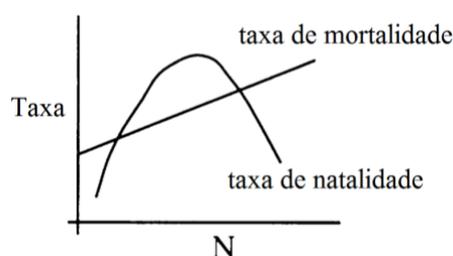


Figura 3 – Variação das taxas de natalidade e mortalidade com a densidade populacional N (adaptado de Roth & Bowen, 2001, p. 163).

A Figura 3 apresenta um gráfico utilizado por Roth e Bowen (2001) durante as pesquisas acerca da interpretação de gráficos por cientistas e profissionais da área de ecologia, nas quais tais indivíduos eram requisitados a discutir o comportamento de curvas e suas implicações na preservação de espécies. O processo de estruturação representa o momento em que o indivíduo, ao receber o estímulo visual do gráfico, identifica algumas estruturas sinalizadoras como, por exemplo, o formato das curvas, interseções, máximos, mínimos, eixos, palavras etc.

Uma vez que algum aspecto da inscrição é perceptivamente isolado, ele é transportado até a segunda etapa da leitura, representada no triângulo inferior da Figura 2, que é chamado de processo de fundamentação, no qual as estruturas salientadas anteriormente são relacionadas com o objeto ou fenômeno que a inscrição busca representar, ou seja, é o momento em que o leitor extrai dados e elabora interpretações sobre a inscrição. Este processo conta com o elemento interpretante, que consiste nas interpretações externalizadas acerca da inscrição. O interpretante busca ainda estabelecer uma relação entre o sinal e o referente. O elemento sinal, em Roth e Bowen (2001), é concebido a partir da semiótica como uma entidade que se refere ou representa outra, o referente.

Retomamos a Figura 3 para exemplificar o processo de estruturação. Supondo que, após perceber e salientar os pontos de interseção entre as curvas do gráfico, estes sejam considerados pelo leitor como um sinal. Tal sinal será lido no contexto de outros sinais, como as palavras “taxa de mortalidade” e “taxa de natalidade” e, como consequência, o leitor pode produzir o interpretante “taxa de mortalidade igual a taxa de natalidade” para os sinais “ponto de interseção”. Esse interpretante pode ainda se tornar um novo sinal e levar o leitor a produzir o interpretante “a densidade populacional não muda”. Ou seja, não apenas as estruturas sinalizadoras podem se tornar sinais, mas cada novo interpretante pode tomar o lugar ou traduzir um sinal original (Roth & Bowen, 2001). A partir disso, os interpretantes podem então ser associados a situações físicas e contextos ecológicos em que a densidade populacional não muda, que são os possíveis referentes do gráfico representado na Figura 3.

Dessa forma, Roth e Bowen (2001) consideram as inscrições como matrizes de sinais. A partir disso, a leitura e interpretação de inscrições é uma atividade que tem como objetivo identificar sinais relevantes e construir interpretantes que descrevem os fenômenos que a inscrição representa. Para os autores, as inscrições não fazem sentido em si mesmas, isto é, se isoladas do contexto na qual estão inseridas, não podem ser totalmente compreendidas. Isto implica que, sendo os sinais que as compõem entendidos como fenômenos socialmente provocados, as inscrições são frutos de uma prática social e carregam perspectivas, concepções e regras de convenção 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 também ter conhecimento das perspectivas, concepções e regras da comunidade na qual a inscrição foi criada.

Tipos de Leituras de Inscrições

A partir do envolvimento dos estudantes nos processos de estruturação e fundamentação, mencionados anteriormente, durante a leitura de inscrição, Roth (2002) define três tipos de leituras para as inscrições: transparente, competente e problemática. Inicialmente, em relação à leitura transparente, esta ocorre quando os sinais, referentes e as regras de convenções são familiares ao leitor. Essa familiaridade faz com que este ultrapasse a etapa do entendimento dos sinais presentes na inscrição (processo de estruturação), para entendimento e visualização direta do fenômeno que a inscrição está representando (processo de fundamentação). Ou seja, durante a leitura, os olhos do leitor não se detêm em estruturas específicas da inscrição. O leitor, inconscientemente, esquece a diferença entre sinal e referente, partindo direto para o entendimento do fenômeno e a elaboração de interpretantes, que é o processo de fundamentação.

É como quando um motorista está dirigindo e, ao ver um semáforo com as luzes verdes acesas, imediatamente avança, sem parar para pensar que o sinal verde significa “avançar”. Situação semelhante ocorre quando cientistas, engenheiros e técnicos especialistas, em seu trabalho diário e área de atuação, ao precisar explicar uma inscrição que lhes é familiar, raramente salientam alguma característica dela. Por exemplo, na química, um especialista em espectroscopia de absorção na região do infravermelho, ao ver o espectro da Figura 4, sem precisar destacar nenhuma característica particular da inscrição, afirma que o composto que deu origem ao espectro possui uma ligação tripla carbono-carbono e um hidrogênio alcino terminal.

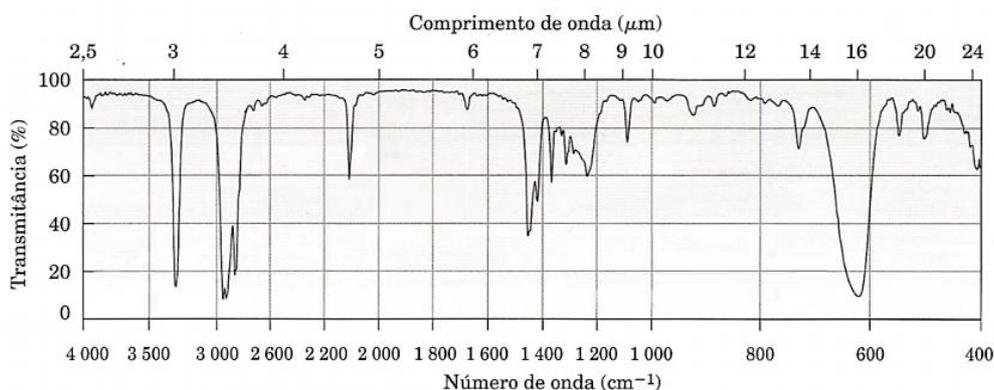


Figura 4 – Espectro de absorção na região do infravermelho do 1-hexino (adaptado de McMurry, 2008, p. 424).

O processo de leitura muda quando o leitor não tem familiaridade com os sinais, referentes e as regras de convenções, o que o leva, inicialmente, a analisar os aspectos estruturais da inscrição, que é a realização do processo de estruturação, para, em seguida, associar as estruturas salientadas com os referentes da inscrição pela elaboração de interpretantes, que é a realização do processo de fundamentação. A leitura é classificada como competente quando o estudante realiza ambos os processos do MSLI. Por serem desconhecidos ao leitor, a obtenção de uma relação entre sinal e referente é resultado de movimentos mútuos de construção sintética de possíveis referentes a partir dos sinais e de redução analítica de situações e fenômenos em sinais. Segundo Roth (2002), este processo é como o trabalho 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. Este processo serve para reafirmar ao leitor que as estruturas sinalizadoras salientadas por ele servem para desdobrar os significados e realizar a compreensão da inscrição.

Retomando o espectro da Figura 4, sabemos que ele 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 se evidenciam. Considerando um químico que já tem familiaridade com a leitura de espectros, ele realizaria uma leitura competente do espectro da Figura 4 da seguinte forma: apesar dos vários picos, em uma análise perceptiva do espectro, iria salientar aqueles existentes entre $2200\text{-}2000\text{ cm}^{-1}$ e 3300 cm^{-1} como estruturas sinalizadoras. A partir disso, com base no seu conhecimento sobre como ocorre o processo de absorção da radiação eletromagnética pela matéria e também que determinadas estruturas moleculares absorvem em determinados comprimentos de onda, ele conseguiria interpretar o pico na região

de 2200 a 2000 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 ($-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$).

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, referentes e regras de convenção. No entanto, diferentemente da leitura competente, o leitor não consegue avançar para o processo de fundamentação e se detém na estruturação da inscrição. Fazendo um paralelo 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.

Roth (2003a) elenca alguns eventos que proporcionam a realização de leituras problemáticas: 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 quando 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 estudante é requisitado a encontrar algo em uma inscrição que foi projetada para exibir outras relações.

O modelo e a classificação descritas aqui, segundo Roth (2002), mudam a maneira como os pesquisadores educacionais analisam dados e identificam relações de causa e efeito para a produção de sentidos durante a leitura de inscrições, visto que explica a origem de dificuldades com essa atividade na ausência de familiaridades dos leitores com o domínio das formas de representação e das convenções que regulam o uso dos sinais, ao invés de considerar deficiências cognitivas. De fato, Roth e Bowen (2001) verificaram que diversos pesquisadores e especialistas de renome e altas titulações apresentavam dificuldades de leituras com inscrições como a da Figura 4. No entanto, é difícil aceitar que estes possuem alguma deficiência cognitiva. Assim, Roth (2002) sugere que os pesquisadores educacionais concentrem sua atenção nas experiências dos estudantes com inscrições. O autor aponta ainda para implicações do MSLI na maneira como as inscrições são concebidas e veiculadas e alerta aos produtores de inscrições (estudantes, professores, pesquisadores educacionais, autores de livros didáticos etc.) para a reflexão acerca dos processos de interpretação que os leitores irão realizar, ao invés de assumir que as representações falam por si só.

Leitura de Inscrições no Gênero Exposição Oral Acadêmica (EO)

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, Schneuwly, Pietro & Zahnd, 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 estudante expositor precisa empregar recursos linguísticos adequados, de forma a que o conteúdo abordado seja recepcionado de maneira 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 em contextos educacionais se caracterizam na sala de aula, onde um estudante, 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 estudantes 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. Como mencionado, as inscrições e os significados atribuídos a elas são determinados de acordo com o contexto sociocultural no qual estão inseridas, 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 estudante 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 estudante 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 estudante expositor organizar o conhecimento e produção de sentidos, considerando também a audiência.

PERCURSO METODOLÓGICO

Contexto de Pesquisa

De acordo com o exposto e com o objetivo descrito, tomamos a produção do gênero EO como uma prática cultural, científica e autêntica para o trabalho de leitura e interpretação de inscrições, ou seja, um caminho para a investigação sobre interações de estudantes com as inscrições, visto que, de acordo com Cabral, Peron e Queiroz (2019), o gênero integra as práticas sociais da comunidade científica, pois a partir dela é possível aprender novos conteúdos, apresentar os resultados encontrados em pesquisas, convencer e defender hipóteses etc. Dessa forma, para atingir os objetivos estabelecidos, foram analisadas EO produzidas por uma turma de estudantes do primeiro ano do curso de Bacharelado em Química do IQSC/SUP, matriculados na disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II (CELC-II). A turma era constituída de 24 estudantes e foi dividida em seis grupos e cada grupo recebeu um artigo original de pesquisa da revista Química Nova, que embasou as atividades realizadas ao longo do semestre, incluindo a produção da EO. É possível encontrar na literatura trabalhos que mencionam a efetividade de atividades didáticas com artigos da revista mencionada juntamente a calouros (Cabral *et al.*, 2019). Os artigos em questão tratam da determinação de metais em sedimentos e, a partir da semelhança nos objetivos de pesquisa, foram escolhidas para análise as EO produzidas por três grupos, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos selecionados e distribuídos entre os grupos analisados.

Grupo	Título do Artigo	Referência Simplificada
G1	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. (2006). <i>Química Nova</i> , 29(1), 40-45.
G2	Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais.	Melo, V. F. <i>et al.</i> (2012). <i>Química Nova</i> , 35(1), 22-29.
G3	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. (2013). <i>Química Nova</i> , 36(2), 230-236.

A proposta aplicada na disciplina estava dividida em três partes: apresentação da situação, produção inicial e produção final, adaptada a partir das recomendações de Dolz *et al.* (2004) para o trabalho com gêneros orais na sala de aula. Na etapa denominada apresentação da situação, inicialmente o docente realizou a divisão da turma em grupo e os artigos originais de pesquisa foram distribuídos entre esses. Em seguida, foram ministradas aulas expositivas e dialogadas para a revisão das características estruturais do gênero artigo original de pesquisa e promoção de um melhor entendimento sobre o artigo estudado. Os estudantes também realizaram individualmente algumas atividades que abordaram os aspectos estruturais e retóricos da linguagem científica, retiradas de Oliveira, Batista e Queiroz (2010) e Oliveira e Queiroz (2012). Em paralelo à realização dessas atividades, foi entregue aos estudantes a proposta de produção de duas EO e um pôster sobre o artigo original de pesquisa, ambos direcionados aos colegas de classe. Estas tinham o objetivo de colocar o estudante 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 empregados no artigo que cada grupo estava estudando. A partir disso, o docente fez

intervenções, quando necessárias, tendo em vista o aperfeiçoamento da comunicação científica dos estudantes, conforme os objetivos didáticos da disciplina.

Em seguida, a partir de aulas expositivas e dialogadas, os estudantes 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 estudantes 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 sua melhor visualização; utilizar animações, círculos, apontador laser ou bastão para destacar algum conteúdo; colocar legendas e fontes em figuras etc. A partir das orientações os estudantes trabalharam com inscrições no sentido de criá-las, formatá-las, transformá-las e adequá-las, considerando o propósito e o contexto em que seriam incluídas.

Na etapa de produção inicial, 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*. O professor teceu comentários acerca das apresentações realizadas. Em aula subsequente foi realizada uma sessão para apresentação dos pôsteres produzidos. Cada grupo se responsabilizou por construir um pôster acadêmico com conteúdo do artigo estudado, 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 realizaram perguntas acerca da apresentação e do artigo, as quais foram respondidas pelo apresentador do pôster e pelos colegas do grupo.

Na etapa de produção final, o estudante 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, abordando todo o conteúdo do artigo original de pesquisa designado a cada um deles. A duração da apresentação foi estipulada entre 15 e 20 minutos, utilizando novamente *slides* como material de apoio e apresentada por um membro 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.

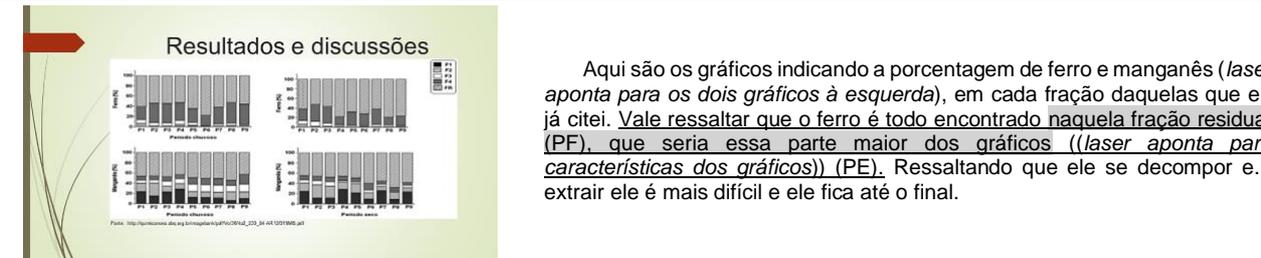
Obtenção e Análise dos Dados

Todas as exposições foram gravadas em formato audiovisual, sendo a EO final aquela selecionada para análise. O *corpus* da pesquisa se constitui, assim, pelas gravações e transcrições das EO finais, pelos artigos estudados na sua elaboração e pelos *slides* utilizados como material de apoio durante a apresentação. Como primeira etapa da análise de dados, foi realizada uma caracterização das EO, identificando a quantidade e os tipos de inscrições utilizados, em relação ao artigo que serviu de base para construir a apresentação. Essa primeira etapa visou à identificação de 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 com base no MSLI de Roth e Bowen (2001) e na classificação das leituras de inscrições de Roth (2002), o que fornece subsídios para a descrição da extensão do letramento gráfico e das habilidades envolvidas durante as atividades de práticas de inscrições.

Primeiramente, foi feita a busca pela presença de processos do MSLI nas EO. Essa etapa consiste em debulhar a transcrição da apresentação para encontrar os elementos do Modelo e descrever como ocorreu a produção de sentidos para as inscrições utilizadas pelo estudante apresentador. Com base no trabalho de Keller (2008) e Roth e Bowen (2001), adotamos os seguintes critérios para a identificação de cada elemento. Em relação aos elementos que compõem o processo de estruturação: a disposição perceptiva ocorre a partir de menções a elementos que buscam direcionar a atenção da audiência aos aspectos das inscrições e as relações entre os mesmos; o elemento gráfico ocorre a partir de menções ao que está materializado nos *slides*; o elemento estruturas sinalizadoras ocorre a partir de menções às ordens e tendências presentes na inscrição, sem conexão com os fenômenos que a inscrição pretende representar. Em relação aos elementos do processo de fundamentação: o elemento sinal se evidencia nas menções às estruturas sinalizadoras por meio da elaboração de interpretantes; o referente é evidenciado a partir de menções às situações externas ao que a inscrição representa; o interpretante a partir de afirmações ou conclusões elaboradas sobre a inscrição, os sinais e suas relações com o referente. Com base nos dados encontrados, em seguida, realizou-se a classificação das leituras das inscrições em competente, transparente ou problemática, segundo Roth (2002). Foi possível ainda identificar um novo tipo de leitura, definida e exemplificada a seguir.

Para a identificação dos processos do MSLI e a classificação das leituras foram tomadas como unidades de análise (UA) o *slide* utilizado na EO como material de apoio e o discurso proferido durante a sua exibição. Portanto, uma nova UA se inicia quando um novo *slide* é introduzido. Nessa perspectiva, o Quadro 2 exemplifica a identificação dos processos do MSLI e da classificação das leituras realizadas para gráficos da EO do G3 (EO-G3), com o propósito de oferecer ao leitor recursos para compreensão sobre o procedimento de análise seguido. A UA em questão traz um *slide* que apresenta os resultados referentes à distribuição de ferro e manganês em diferentes frações de sedimentos superficiais do rio Cachoeira, na Bahia (Santos *et al.*, 2013). Nesta UA, o objetivo de leitura dos gráficos é provar um resultado. Inicialmente, o estudante chama a atenção da audiência para os gráficos fazendo uso do apontador laser no trecho “Aqui são os gráficos indicando a porcentagem de ferro e manganês”, em que é elencado o elemento disposição perceptiva. Em seguida, o expositor indica a conclusão obtida a partir da leitura do gráfico, e logo após quais características presentes nele que o fizeram chegar nessa conclusão: “o ferro é todo encontrado naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos (laser aponta para as barras dos gráficos)”, sendo possível identificar um processo de fundamentação e um processo de estruturação.

Quadro 2. Exemplo de UA da EO-G3.



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 (PF), que seria essa parte maior dos gráficos (*laser aponta para características dos gráficos*) (PE). Ressaltando que ele se decompõe e... extrair ele é mais difícil e ele fica até o final.

O referido processo de fundamentação é identificado no fragmento “o ferro é todo encontrado naquela fração residual”, seguido da denominação (PF) no Quadro 2, o qual representa a elaboração de um interpretante, que é a conclusão. O estudante busca dar fundamentos ao que foi dito no fragmento seguinte: “que seria essa parte maior dos gráficos”. Este representa o processo de estruturação, seguido da denominação (PE) no Quadro 2, quando o estudante destaca na inscrição qual a estrutura sinalizadora que o faz chegar na conclusão previamente enunciada. Visto que o estudante realiza ambos os processos do MSLI, o trecho sublinhado no Quadro 2 pode ser considerado como uma leitura competente dos dois gráficos presentes no *slide*. Só que ao realizar o processo de fundamentação antes do processo de estruturação, o estudante realiza o que chamamos de leitura competente inversa, sendo definida como a leitura em que o leitor aponta os referentes ou elabora interpretantes antes de apontar na inscrição as características que resultam no que foi enunciado.

Acerca ainda da leitura dos gráficos no Quadro 2 é plausível levantar o questionamento: como o estudante 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. 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.

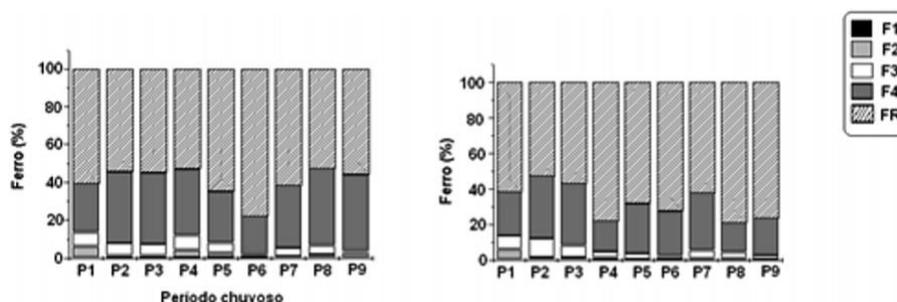


Figura 5 – Distribuição de ferro nas frações analisadas de sedimento do rio Cachoeira (extraída de Santos *et al.*, 2013, material suplementar).

Uma leitura totalmente competente dos gráficos da Figura 5 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, após isso, 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 ocorre em maior porcentagem. Apenas os dois últimos passos estavam presentes explicitamente na EO-G3.

O fragmento “naquela fração residual, que seria essa parte maior dos gráficos”, sombreado no Quadro 2, representa a leitura transparente da legenda dos gráficos. Nele, com o auxílio do apontador laser, o estudante 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 estudante está realizando uma comparação, ainda que implícita, em relação às demais barras, o que o 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 estudante expositor para a elaboração do interpretante, o que indica que ela é algo transparente para ele.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantidade e Tipos de Inscrições nas EO

A Tabela 1 apresenta o total e os tipos de inscrições presente em cada uma das apresentações analisadas.

Tabela 1 – Quantidade e tipos de inscrições nas EO, ao longo do *continuum* de inscrições.

MFO	Tipo de Inscrição	G1	G2	G3
↑ ↓ MCT	Fotografia	5	2	4
	Ícone	2	0	0
	Esquema	2	0	0
	Mapa	1	1	1
	Fluxograma	1	3	0
	Gráfico	1	0	14
	Tabela	3	4	1
	Equação	1	1	0
	Total	16	11	20

Para sua apresentação, o G1 elaborou 15 *slides*, exibidos em 15 minutos. Todos os *slides* possuíam alguma inscrição, e, de acordo com a Tabela 1, no total foram utilizadas 16 inscrições, sendo a maioria delas fotografias, tabelas, ícones e esquemas. Já o G2 elaborou 19 *slides*, apresentados em 14 minutos, utilizando 11 inscrições, sendo a maioria delas tabelas e fluxogramas. Por fim, o G3 elaborou 21 *slides*, apresentados em 15 minutos, com um total de 20 inscrições, sendo a maioria delas gráficos e fotografias.

O conhecimento químico pode ser representado em três níveis propostos por Johnstone (1993; 2000), a saber: o nível macroscópico, onde se incluem as experiências tangíveis, concretas e mensuráveis; o nível submicroscópico, que compreende as partículas atômicas; e o nível simbólico, que corresponde aos símbolos e fórmulas utilizadas na linguagem química. Considerando os diferentes tipos de inscrições dispostas ao longo do *continuum* (Figura 1), entende-se que o uso de inscrições próximas ao MFO, como fotografias, desenhos e mapas, é impulsionado quando se busca representar o conhecimento no nível macroscópico. Já os gráficos, tabelas, fórmulas estruturais e equações são utilizadas quando é necessário “acessar” o nível submicroscópico. O desenvolvimento do conhecimento químico, assim como de um letramento gráfico apropriado no ensino de Química, deve ser realizado a partir da integração conceitual dos três níveis representacionais identificados (Nyachwaya & Wood, 2014; Gkitzia, Salta & Tzougraki, 2010). A partir disso, de acordo com os resultados expressos na Tabela 1, em todas as EO é observado o uso de variados tipos de inscrições que transitam nos diferentes níveis propostos por Johnstone (1993; 2000), o que inicialmente corrobora com a natureza multirepresentacional associada à linguagem química, assim como diz respeito às possibilidades de interação dos alunos com os fenômenos em estudo em diferentes níveis representacionais, o que possibilita também a promoção de habilidades de letramento gráfico relacionadas à transição e associação entre variados tipos de inscrição.

Tendo em vista o exposto, é possível estabelecer relações entre os tipos de inscrições presentes nos artigos originais de pesquisa e as EO. Em todos os artigos consta pelo menos um mapa e as inscrições predominantes são gráficos, tabelas e equações. Observa-se que essas inscrições, com exceção do mapa, são próximas ao MCT. Em relação à EO-G1, a partir da Tabela 1, percebe-se que as inscrições utilizadas não se limitam às existentes no artigo e se distribuem por todo o *continuum*. Assim, além de ter um contato com muitas inscrições, o G1 também lidou com inscrições de diferentes naturezas, o que pode fomentar o desenvolvimento do letramento gráfico. Em relação à EO-G2, verifica-se a presença de menor número e diversidade de inscrições do que na EO-G1, inclusive com ausência de alguns dos tipos indicados no *continuum*. Assim, o G2 teve um contato menos estreito com inscrições do que o G1, o que pode restringir o desenvolvimento do letramento gráfico. A EO-G3 assume características distintas das demais, pois é composta por maior número de inscrições, porém predominantemente de um tipo (gráficos) e todas as encontradas no artigo foram inseridas na apresentação, além da adição de fotografias. Assim, apesar do número elevado de inscrições, há um contato limitado do G3 com tipos distintos, evidenciado também pela discrepância entre o total de inscrições (20) e os tipos utilizados (5), o que pode limitar o desenvolvimento do letramento gráfico.

Em relação às inscrições próximas ao MFO, as fotografias recebem destaque nas EO. A sua alta frequência, em especial nas EO-G1 e EO-G3, não é surpreendente, já que, segundo Pozzer e Roth (2003), assim como ocorre nos livros didáticos, fotografias e desenhos icônicos têm o poder de “representar” o que se visualiza e a riqueza de detalhes que possuem as fazem parecer uma extensão do mundo dentro do livro didático. O mesmo acontece no contexto da EO, na qual elas aproximam a audiência do contexto em que foi realizada a pesquisa. Ainda segundo os autores, a alta frequência de uso das referidas inscrições está relacionada com o fato de que são mais propensas a causar impacto sobre os indivíduos, comparativamente a gráficos ou equações. É importante ressaltar que nenhum dos artigos possuía fotografias, e assim, a inclusão nas EO está vinculada com a sua valorização pelos grupos, o que evidencia entendimento acerca das contribuições que esse tipo de inscrição traz para a EO.

Em relação às inscrições próximas ao MCT, é notável uma baixa frequência do uso de gráficos nas EO-G1 e EO-G2, que se deu pelo fato dos artigos utilizados pelos grupos só conterem dois e um gráfico, respectivamente. Já o artigo do G3 continha 15 gráficos e apenas um deles não foi incluído na apresentação, o que explica a alta frequência encontrada para esse tipo de inscrição na EO-G3. As tabelas também merecem destaque e suas frequências, assim como a dos gráficos, estão relacionadas com a quantidade de inscrições desse tipo presente nos artigos. Naqueles do G1 e do G2, era priorizada a apresentação de resultados na forma de tabelas, o que faz com elas predominem em relação aos gráficos, nas respectivas apresentações. A partir disso, entende-se que o artigo exerceu grande influência nos tipos de inscrições que compõem as EO.

Com base no total de inscrições apresentadas na Tabela 1, ao iniciarmos a análise notou-se que nem todas sofreram um processo explícito de leitura. Algumas foram utilizadas nas EO apenas de maneira decorativa ou ilustrativa. As inscrições decorativas eram aquelas que não eram citadas pelo estudante expositor. Já as ilustrativas são aquelas que eram brevemente citadas, sem descrição detalhada da representação. A partir disso, não havia elaboração de interpretantes e de estruturas sinalizadoras.

Exemplo de inscrições ilustrativas pode ser visualizado no Quadro 2. De fato, na UA aí representada estão presentes gráficos referentes à análise de ferro e de manganês nos sedimentos do rio Cachoeira. Diferentemente dos gráficos do ferro, os gráficos do manganês foram meramente citados pelo estudante expositor no início da UA, de forma que a audiência apenas obteve uma ilustração de como ficaram organizados os dados obtidos. As características dos gráficos que auxiliam na interpretação e no entendimento de como o manganês se distribui ao longo do rio Cachoeira não foram estruturadas, de forma que eles assumiram apenas função ilustrativa. A Tabela 2 apresenta o total de inscrições que foram efetivamente lidas em cada EO e analisadas neste manuscrito. É importante ressaltar que as inscrições decorativas e ilustrativas possuem sua importância na EO e para o desenvolvimento do letramento gráfico devido ao impacto visual que criam e por servirem como recurso visual para a representação de conceitos.

A leitura das inscrições, listadas na Tabela 2 e classificadas como complementares, indicava o que podia ser nelas visualizado, assim como fornecia detalhes sobre a estrutura, classificando-a e explicando-a, de forma que a fala do estudante era motivada pela inscrição, e reflexivamente, a inscrição era elaborada pela sua fala. Exemplo de inscrições complementares e suas análises podem ser vistas no Quadro 2, onde os gráficos referentes à análise de ferro foram assim classificados já que, a partir deles e de suas estruturas, o estudante expositor apresenta resultados da pesquisa, elencando os elementos do MSLI.

Tabela 2 – Inscrições efetivamente lidas nas EO analisadas.

Tipo de Inscrição	G1	G2	G3
Fotografia	0	1	1
Ícone	0	0	0
Esquema	1	0	0
Mapa	1	1	1
Fluxograma	1	3	0
Gráfico	1	0	6
Tabela	3	0	1
Equação	1	1	0
Total	8	6	9

De acordo com a organização interna da EO, era esperado uma maior frequência de inscrições complementares, seguidas de ilustrativas e decorativas, o que foi verificado para a EO-G1 e a EO-G2. No entanto, para EO-G3, a frequência de inscrições ilustrativas mostrou-se maior que as de inscrições complementares, o que pode causar subtração de valor informativo das inscrições durante a apresentação oral.

Elementos e Processos do MSLI nas Leituras de Inscrições

Durante a análise das leituras das inscrições da Tabela 2 com base no MSLI, foi possível identificar algumas situações comuns presentes em todas as EO, as quais serão destacadas a seguir.

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 do leitor. Um exemplo dessa relação é a do estudante com os sinais matemáticos, como por exemplo, “-” e “x” em equações e fórmulas, que são sinais com os quais eles estão em constante contato, especialmente em aulas de ciência. Nesse contexto, “-” e “x” possuem ainda significados convencionados e altamente restritos, o que faz com que a familiaridade com esses sinais seja de tamanha extensão, que 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. É certo de que, ainda que inconscientemente, a audiência possui também essa familiaridade, tais sinais não são estruturados durante a leitura.

A partir disso, nos trechos destacados no Quadro 3, o estudante expositor elabora o interpretante “é tirado” para o sinal “-” na equação. A partir do fragmento “é tirado”, o estudante elabora o sinal “diferença” conectando-o a um novo interpretante: “é multiplicada por” para o sinal “x” na equação. Ainda há na equação o valor “22”, que diferente de “-” e “x”, não possui um significado convencionado, e assim, o estudante expositor elabora o interpretante “que é uma constante” que auxilia a audiência na elaboração e entendimento da sua presença na equação.

Quadro 3. UA com leitura de fluxograma e equação na EO-G1.

Determinação da CTC
(Cátions metálicos totais trocáveis)

$CTC \text{ (emol)} = (pH_1 - pH_2) \times 22$

pH_1 : pH da suspensão;
 pH_2 : pH da solução de CH_3COOH .

[...] Essa determinação tem que ocorrer em pH próximo ao natural. Por isso são encontrados os valores de pH na sua fórmula. O pH um ((*aponta para o slide*)) é o pH da suspensão (PE). A suspensão é feita pela amostra com o ácido acético. E desse valor de pH, **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.

A relação de transparência e familiaridade com sinais comuns e convencionados, verificada na EO-G1 do Quadro 3, foi também identificada durante a leitura de mapas da EO-G1 e EO-G2, dos gráficos da EO-G3, da equação da EO-G2 e nos fluxogramas EO-G2.

O próximo aspecto comum encontrado durante a análise das EO será elucidado a seguir a partir do Quadro 4, que traz um *slide* da EO-G3 com uma tabela que apresenta os resultados para a análise da

concentração de metais na fração residual das amostras de sedimento do rio Cachoeira durante o período seco.

Quadro 4. UA com leitura de tabela na EO-G3.

Resultados e discussões

Parâmetro Sólido Residual	Zn (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)
P1	108 ± 1.1	10.0 ± 0.1	< 0.047	10.0 ± 0.1	40.3 ± 1.8	1600 ± 5
P2	100 ± 0.1	10.0 ± 0.1	< 0.047	10.0 ± 0.1	70.9 ± 3.3	1588 ± 8
P3	100 ± 0.1	10.0 ± 0.1	< 0.047	10.0 ± 0.1	290.8 ± 6.0	2254 ± 5
P4	100 ± 0.2	< 0.000*	12.9 ± 0.8	14.9 ± 0.2	225 ± 0.5	2034 ± 6
P5	84.6 ± 4.8	12.0 ± 0.9	32.8 ± 3.1	77.1 ± 3.9	178.8 ± 5.3	2247 ± 2
P6	122.8 ± 0.0	< 0.000*	28.2 ± 4.0	95.3 ± 4.9	410.5 ± 2.1	3238 ± 2
P7	10.8 ± 1.2	11.3 ± 0.8	10.4 ± 1.0	81.9 ± 3.5	480.3 ± 26.4	1028 ± 3
P8	80.0 ± 5.4	< 0.000*	15.4 ± 0.5	24.5 ± 1.9	178.8 ± 0.9	2040 ± 1
P9	47.7 ± 1.7	< 0.000*	22.9 ± 0.8	14.1 ± 1.6	40.9 ± 2.3	1470 ± 6
TCC (mg kg ⁻¹)	120.0	20.00	23.00	32.00	880.0	2000

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) [...]

A linguagem científica é multimodal, ou seja, ela faz uso de diversos modos de comunicação para transmissão do conhecimento científico, e entre eles destacam-se os modos verbais (escrita e fala), os modos gráfico-visuais, que estão sendo discutidos neste trabalho, e os modos gestuais/acionais, que incluem no contexto da EO o uso de apontadores laser, gestos, movimentos, postura corporal etc. O uso dos gestos pode influenciar de maneira acentuada na compreensão dos espectadores (Tabensky, 2001), já que ao apontar para as inscrições enquanto as explica, o aluno expositor direciona o foco do olhar de quem assiste e melhora a atenção dos espectadores. Além disso, esses recursos adicionais são considerados um tipo diferente de texto e, por sua própria natureza, podem ser colocados sobre a inscrição sem sobrecarregar o canal de informações auditivas durante a apresentação da EO (Roth *et al.*, 2005).

No trecho do Quadro 4 predomina um processo de estruturação, sendo possível identificar os seguintes elementos: disposição perceptiva (um), no fragmento “só vale a pena se concentrar”, quando o estudante 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 estudante faz menção à determinadas células da tabela; e estruturas sinalizadoras (sete), quando o estudante 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 uso do apontador laser, além de enriquecer a enunciação, restringe o processo de produção de sentidos para a audiência.

Ainda em relação à tabela do *slide* presente no Quadro 4, nela destacam-se outros recursos que auxiliam o processo de leitura e produção de sentidos. Seguindo orientações recebidas durante a disciplina, a tabela foi refeita para ser inserida na apresentação, sendo possível perceber que algumas células já estavam destacadas com cores, as quais correspondem às mesmas que o estudante destacou utilizando o laser. Assim, esses recursos se complementam para chamar a atenção da audiência durante a leitura da inscrição. A multimodalidade, por meio do uso de apontadores lasers, execução de gestos e inclusão de recursos visuais nas inscrições também se fez presente durante a leitura dos mapas da EO-G1 e EO-G3, das tabelas da EO-G1, dos fluxogramas da EO-G2, da fotografia da EO-G2 e dos gráficos da EO-G3.

A ação de refazer a tabela indica ainda uma proximidade da apresentação aos moldes de uma EO adequada (Oliveira & Queiroz, 2007). De acordo com o que relata Cabral *et al.* (2019), a produção de uma EO não é um exercício trivial, em especial para alunos que se encontram no início do curso e que tiveram pouco contato com os gêneros EO e artigo original de pesquisa. A partir disso, os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram as recomendações propostas por Cabral *et al.* (2019), no que diz respeito aos efeitos positivos fornecidos por orientações específicas à produção do gênero EO, como aquelas que ocorreram nesta pesquisa.

Para elucidar o próximo aspecto comum das EO analisadas, o Quadro 5 traz um *slide* da EO-G2 com um fluxograma que apresenta um dos procedimentos experimentais realizados durante o tratamento de amostras de água e sedimentos do rio Ribeira, no Paraná, que visava à obtenção de frações pseudototais e trocáveis de chumbo e zinco.

182

Quadro 5. UA com leitura de fluxograma na EO-G2.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

```

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]
            
```

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 (PE).

Por que isso? É importante você conhecer o relevo da área para ver se ele tem alguma relação com as concentrações de metais. [...]

A partir da análise da leitura do fluxograma foi possível identificar a predominância do processo de estruturação, assim classificado devido à presença de momentos em que o estudante ilustra os respectivos elementos: gráfico (quatro), quando lê palavras presentes no fluxograma, tais como “estufa”, “peneirados”, “teor de areia, silte e argila” e “método da pipeta”; dois elementos estruturas sinalizadoras, quando utiliza o apontador laser para destacar 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 estudante cita “determinado”, que representa um dos objetivos desse procedimento experimental; e um elemento interpretante, quando o estudante 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 estudante 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, no entanto, uma associação maior entre o método e o objetivo da pesquisa poderia ter sido realizada. O estudante expositor poderia ter indicado motivações e explicações do porquê 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. A escassez de realização de processos de fundamentação também foi identificada nas leituras dos demais fluxogramas da EO-G2, nos gráficos da EO-G3 e no esquema da EO-G1.

Julga-se a predominância dos elementos do processo de estruturação em relação aos elementos do processo de fundamentação no Quadro 5, como originária na falta de familiaridade dos estudantes com as técnicas utilizadas nos procedimentos experimentais realizados no artigo de Melo *et al.* (2012). No entanto, conforme mencionado anteriormente, é importante ressaltar que os estudantes realizaram atividades para melhorar a compreensão do artigo em estudo, visando à contribuição para amenizar essa lacuna.

Com o objetivo de visualizar a distribuição dos elementos dos processos de estruturação (EPE) e elementos do processo de fundamentação (EPF) ao longo das apresentações, estes foram contabilizados. É importante ressaltar que tal procedimento não tem a intenção de quantificar aspectos qualitativos, mas deixar mais clara a discussão acerca de questões que implicam na extensão do letramento gráfico a partir da análise com base no MSLI. A Tabela 3 apresenta a distribuição dos elementos na EO-G1. Os valores apresentados em cada célula representam a soma dos EPE e EPF em cada UA analisada para este grupo.

Tabela 3 – Distribuição de EPE e EPF na EO-G1.

	UA 5	UA 6	UA 8	UA 10	UA 11	UA 12	UA 13
EPE	12	4	6	8	10	6	5
EPF	11	2	10	5	10	7	4

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-G1, o que de fato foi verificado. E, por meio da Tabela 3, é possível verificar que a quantidade de EPE e EPF elencados durante a EO-G1 é semelhante, e de maneira esperada, os EPE se sobressaem em quase todas as UA. Somando as

quantidades de EPE e EPF e dividindo por oito (número total de inscrições complementares na EO-G1) obtemos 6,4 EPE e 6,1 EPF médio por inscrição. A semelhança entre esses valores indica que o estudante expositor conseguiu 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, o que aponta para o desenvolvimento de um bom letramento gráfico para o estudante do G1.

As UA 8 e 12 são as únicas que contêm mais EPF em relação aos EPE. A UA 8 pode ser visualizada no Quadro 3, e nela ocorreu a leitura de um fluxograma e de uma equação. O fluxograma havia sido criado pelo G1, assim o grupo possui uma alta familiaridade com essa inscrição, o que faz com que ele sofra uma leitura transparente e conseqüentemente a ilustração de apenas EPF. Já para a equação, como mencionado anteriormente, a alta familiaridade do estudante expositor com sinais convencionalizados presentes na equação fazem com que predominem os EPF e ocorram leituras transparentes. Na UA 12 está uma tabela, que possui alta semelhança com aquela presente na UA 11, quando o estudante expositor ainda anuncia que ambas possuem essa característica, o que contribui para a diminuição dos processos de estruturação na UA 12, fazendo com que os EPF se sobressaiam e haja a realização de leituras transparentes. A Tabela 4 apresenta a distribuição dos elementos do MSLI no decorrer da EO-G2.

Tabela 4 – Distribuição de EPE e EPF na EO-G2.

	UA 4	UA 5	UA 6	UA 7	UA 8	UA 9
EPE	2	11	6	8	8	2
EPF	2	6	2	4	2	8

A partir da Tabela 4, é possível confirmar a predominância de processos de estruturação em relação ao processo de fundamentação na EO-G2, visto que existe uma grande discrepância entre as frequências dos elementos, com os EPE se sobressaindo na maior parte do tempo da apresentação. Somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por 6 obtemos as médias 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, o que indica um desenvolvimento inadequado de letramento gráfico para os estudantes do G2.

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 estudantes do G2, conterem um alto teor de texto verbal escrito, o que a partir da leitura deles pelo estudante expositor, resultou na ilustração de diversos elementos gráficos do processo de estruturação. A falta de familiaridade dos estudantes com os processos experimentais descritos contribuiu 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 estudantes.

Percebemos que, na UA 9, os EPF se sobressaem em relação aos 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 estudante expositor e a audiência já gozavam de determinada familiaridade com os referentes dos sinais convencionalizados nelas presentes, como comentado anteriormente, adquiridos ao longo da EO ou de sua vida escolar, o estudante expositor explicita diretamente tais referentes sem necessitar estruturar a inscrição. A Tabela 5 apresenta a distribuição dos elementos do MSLI no decorrer da EO-G3.

Tabela 5 – Distribuição de EPE e EPF na EO-G3.

	UA 5	UA 6	UA 13	UA 14	UA 15	UA 16
EPE	3	13	21	2	3	6
EPF	3	8	16	1	2	4

Ao analisar a Tabela 5, é perceptível que a frequência entre EPE e EPF é semelhante na maioria das UA. No entanto, somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por 9 (número total de inscrições complementares na EO-G3) são obtidos os valores médios de 5,3 EPE e 3,8 EPF por inscrição. A discrepância entre esses números sugere 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. As últimas três UA da EO-G3 continham gráficos de barras e dendrogramas que apresentavam os dados da pesquisa, que são inscrições com diversas estruturas com potencial para serem utilizadas na explicação dos resultados obtidos. Os baixos valores de EPE e EPF nas UA mencionadas indicam ainda uma exploração frágil dos aspectos das inscrições pelo estudante expositor da EO-G3, de forma que as inscrições assumiram uma função próxima à ilustrativa. Esses dados indicam uma baixa extensão do letramento gráfico para os estudantes do G3.

Tipos de Leituras de Inscrições

A análise dos tipos de leituras identificadas nas EO revela outros aspectos acerca da extensão de letramento gráficos dos grupos. Com base nas atividades desenvolvidas ao longo do semestre da disciplina CELC-II, que familiarizaram os alunos com as inscrições associadas à temática apresentada nas EO, era esperado que os estudantes exibissem determinado grau de transparência durante a leitura das inscrições presentes nas EO. Porém, de acordo com a situação comunicativa, a leitura transparente foi pouca observada em todas as apresentações, em comparação com a leitura competente. 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 subtração de informações por parte da audiência, já que o sentido é elaborado, mas a sua origem na inscrição não. A leitura transparente foi identificada associada a leituras competentes em quatro inscrições na EO-G1, em cinco na EO-G2 e em duas na EO-G3.

Apenas uma inscrição foi lida de modo totalmente transparente. Retornando ao Quadro 3, é observado que a fala do estudante priorizou estruturar e explicar o uso da equação, o 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 estudante expositor não revelou 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 estudante 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.

Conforme mencionado anteriormente, a leitura competente de inscrições é aquela em que, segundo Roth (2002), o leitor, primeiramente, estrutura os sinais que não lhes são familiares, para então associá-los ao que representam, ou seja, seus referentes. A leitura competente na EO não ocorre devido à falta de familiaridade do estudante expositor com as inscrições, seus referentes e as regras de convenção, mas devido ao contexto de elaboração do gênero, em que a leitura é desejável pois proporciona à audiência elementos para que crie sentidos adequados à inscrição, a partir do acompanhamento das estruturas destacadas pelo estudante expositor. Sendo assim, ele precisa entender profundamente a inscrição para que seus elementos mais importantes sejam salientados e discutidos. Dessa forma, a leitura competente é predominante nas EO analisadas, sendo identificada em seis inscrições na EO-G1, cinco na EO-G2 e três na EO-G3.

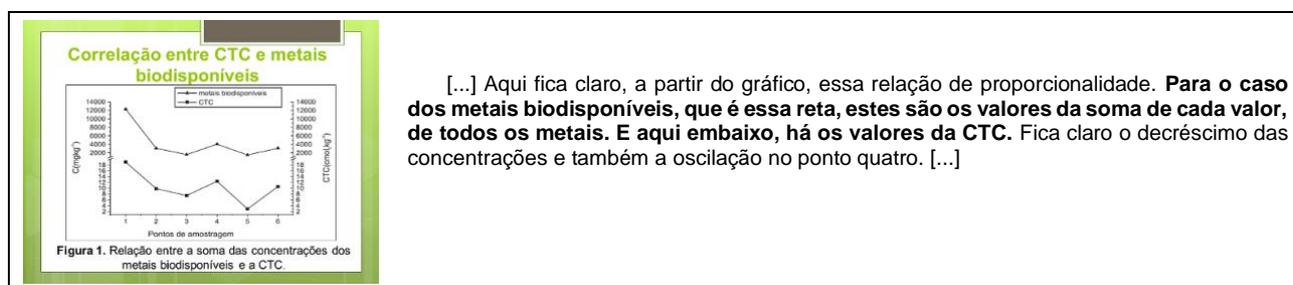
Foi também identificada e caracterizada a leitura competente inversa, que ocorre quando o estudante expositor inicia a leitura a partir da realização do processo de fundamentação, para seguir com o processo de fundamentação, conforme já definido. Pode-se perceber que a ocorrência da leitura competente inversa está associada à fonte da inscrição. Todas as inscrições que sofreram leitura competente inversa foram retiradas dos artigos utilizados para elaboração das EO, e nenhuma das inscrições retiradas de fontes externas ao artigo ou criadas pelos próprios estudantes sofreram esse tipo de leitura, o que sugere também que existe relação entre o tipo de leitura e a familiaridade do estudante com a inscrição. A partir das atividades realizadas com o artigo ao longo da disciplina, os estudantes adquirem familiaridade com as inscrições nele presentes, o que impulsiona a elaboração e enunciação pronta dos resultados e discussão obtidos (interpretantes e referentes) ao iniciar o uso da inscrição na EO. No entanto, nesse momento, o contexto e situação comunicativa da EO se sobressaem em relação à familiaridade, de forma que o estudante expositor enuncia os sinais da inscrição que resultam na visualização dos interpretantes previamente informados, buscando comprovar e dar base para o que foi falado, e auxiliando a audiência a acompanhar a elaboração de sentidos a partir da inscrição.

Entende-se que leitura competente inversa também emerge a partir das características da atividade em si, na qual os estudantes tomam um artigo e vão à frente da turma apresentar a pesquisa realizada por terceiros, ou seja, os estudantes 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 na direção apresentada no MSLI. As atividades com inscrições encontradas na literatura são geralmente investigativas, nas quais estudantes e cientistas são requisitados a resolverem problemas ou responderem questões que envolvam inscrições (Roth & Bowen, 2001; Roth *et al.*, 2005; Keller, 2008). Ou seja, nesses trabalhos é bastante comum que os sujeitos estruturam a inscrição, para então chegarem em resultados e conclusões, que se constitui na realização de processo de estruturação seguido de fundamentação, que é o inverso do que os estudantes investigados nesta pesquisa estavam praticando.

A leitura competente inversa está relacionada com o aspecto central e poderoso das inscrições para a ciência e para o cientista, em especial os gráficos, as tabelas e as equações, que veem nelas um meio de antecipar e controlar fenômenos (Alves, 2011), e tidas assim como algo de difícil refutação. Tal aspecto, difundido no meio científico, transporta-se para a comunicação científica, de forma que, por exemplo na EO-G2, durante a leitura de uma equação, o estudante enuncia “A fração particulada, a gente usou uma equação” para introduzir e pôr a inscrição em destaque. É como se ele dissesse que a equação é a forma mais confiável e apropriada de se chegar aos teores de fração particulada. O estudante 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 segura de informações, e, portanto, sustenta o discurso.

Em relação à leitura problemática, esta foi identificada apenas na EO-G1. A leitura problemática é aquela em que o estudante se detém na estruturação de sinais da inscrição e não consegue realizar uma produção de sentidos efetiva. O Quadro 6 traz um *slide* utilizado na EO-G1 que contém um gráfico que apresenta a proporcionalidade entre a capacidade de troca catiônica (CTC) e os metais biodisponíveis nas amostras de sedimentos dos rios Betari e Furnas, no estado de São Paulo.

Quadro 6. UA com leitura de gráfico na EO-G1.



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 EO-G1, que está destacada no Quadro 6. A pretensão do estudante era demonstrar, a partir do gráfico, a relação que existe entre a CTC e os metais biodisponíveis nas amostras. Para tal objetivo, foi enunciado 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 estudante 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.

Apesar de não serem classificadas como leituras problemáticas, duas outras situações também merecem destaque. A primeira delas se encontra na EO-G2, na qual foram veiculadas quatro tabelas para apresentação dos resultados do artigo, e todas tiveram função ilustrativa. Para essas inscrições, o estudante expositor exibiu rapidamente as tabelas em um *slide*, e passava imediatamente para o próximo, em que apresenta os resultados extraídas da inscrição na forma de tópicos. Poderíamos classificar essa leitura como problemática, mas o trecho que a destaca não é suficiente para isso. No entanto, a forma como as inscrições foram elencadas é problemática para a audiência, no sentido de que ela não teve a oportunidade de enxergar nas inscrições as características que implicam nos resultados enunciados, resultando numa subtração de

valor informativo da inscrição, como também não evidencia o papel central das inscrições na produção do conhecimento científico. 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).

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, p. 47) 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.”

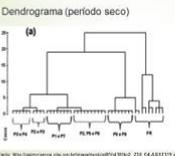
Essa característica da pesquisa científica está presente no artigo de Melo *et al.* (2012), já que todos os seus dados se apresentam na forma de tabelas e gráficos, e a partir da discussão destes são obtidas conclusões. No entanto, devido à forma como as tabelas se transferem e são utilizadas na EO-G2, 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 para a reelaboração das tabelas, de modo que os estudantes teriam oportunidade de previamente pôr em destaque aspectos da inscrição que demonstram as conclusões obtidas. Sem a adequação, a inscrição acaba por ser utilizada de forma ilustrativa.

A segunda situação em destaque ocorre na EO-G3, durante a leitura de dendrogramas, que são gráficos utilizados para classificação, comparação e discussão de grupos de dados. O Quadro 7 traz um *slide* que possui dois dendrogramas utilizados para verificar a mobilidade de metais nas amostras de sedimentos de diversos pontos do rio Cachoeira.

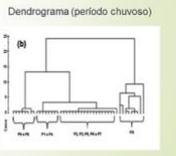
Quadro 7. UA com leitura de dendrogramas na EO-G3.

Resultados e discussões

Dendrograma (período seco)



Dendrograma (período chuvoso)



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 ((laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos)), tiveram os mesmos poluentes. E nos dois dendrogramas, eles estão juntos ((laser aponta para o grupo dos pontos oito e nove nos gráficos)).** Nos outros, eles variam, em todos eles. Isso pode ser atribuído ao tempo, ou com a vazão e depois a seca do rio, isso também é atribuído.

Analisando a fala do estudante, inicialmente é elucidada para a audiência a conclusão (interpretante) que os pontos oito e nove possuem os mesmos poluentes. Em seguida, são destacadas 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 estruturas gráficas que oferecem suporte a ele, representa a realização de uma leitura competente inversa.

Chama-se atenção para a conclusão de que os pontos oito e nove possuem os mesmos poluentes, a qual não é conceitualmente correta, visto que os dendrogramas não estão avaliando a presença de poluentes, mas segundo Santos *et al.* (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 estudante expositor, ele toma como referente os “fatores poluentes”, sendo que o artigo aponta que a “mobilidade dos íons metálicos” é que foi analisada. Classificar essa leitura como problemática não é viável, já que, seguindo estritamente a definição de Roth (2002), nesse tipo de leitura o estudante 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 estudante estavam adequadas à produção de sentidos. 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 estudante em sua prática escolar ou extraescolar.

Foi 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 estudantes possuíam função complementar. 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, 2015). Esse aspecto se transporta para a EO à medida em que durante a sua produção os estudantes inserem ou adaptam inscrições do artigo para a apresentação, sendo utilizadas então para dar credibilidade ao discurso do estudante expositor, já que põe a audiência frente às evidências do que estava sendo relatado, apresentando função complementar, já que foram elucidadas e explicadas pelo estudante 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, e até 80% das inscrições da EO-G3. Os pontos de amostragem aparecem inicialmente em um mapa, durante a discussão do procedimento experimental, quando o estudante expositor os apresenta, 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 discussão dos resultados, o estudante não precisa mais estruturar essas características.

A disposição das inscrições nos *slides* também pode influenciar na sua função e leitura. Quando uma inscrição está disposta sozinha no *slide*, acompanhada apenas de textos verbais, ela está mais propícia a apresentar função complementar, como por exemplo o fluxograma no Quadro 5. Quando mais de uma inscrição está presente no *slide*, o estudante geralmente necessita centralizar seus esforços de leitura em alguma delas, as quais apresentam função complementar, deixando as demais de lado, que apresentam função ilustrativa ou decorativa, como por exemplo, os gráficos referentes à análise de manganês no Quadro 2.

Para finalizar, contata-se 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, a qual, segundo Kedra (2018), permite que os estudantes se comuniquem com mais eficácia, seja apenas utilizando os recursos visuais, ou combinando recursos visuais com verbais. Com o avanço da tecnologia, criar inscrições é atualmente uma tarefa não muito complexa, porém que necessita de atenção acentuada para que o produto seja interpretado de forma adequada pelos leitores. Kedra (2018) aponta ainda que mesmo que habilidades de criação de certos tipos de inscrições, como por exemplo a fotografia, possam ser adquiridas em contexto, ou seja, sem a necessidade de um treinamento profissional, a educação formal pode também ser realizada para melhorar o desenvolvimento da habilidade de produção e comunicação com inscrições. Os fluxogramas criados na EO-G2, por exemplo, contêm aspectos estruturais bem delineados que, quando alinhados ao texto verbal oral do estudante expositor, favoreceram um entendimento adequado dos processos analíticos que estavam sendo representados. No entanto, é preciso ressaltar, novamente, que devido à falta de familiaridade dos estudantes com as técnicas e equipamentos utilizados nas pesquisas, a realização de processos de fundamentação foi escassa.

Foi possível identificar a habilidade de adequar inscrições a situações diferentes daquelas em que foram concebidas, presente em todas as EO, entretanto 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 a adaptação favoreceu o entendimento da mesma. Lembra-se que os estudantes eram orientados a refazerem inscrições presentes no artigo antes de inseri-las na EO. A Figura 6 apresenta a adaptação de uma tabela presente no artigo de Cotta *et al.* (2006) para a EO-G1.

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

Figura 6 – Adaptações realizadas pelo G1 na tabela que apresenta a concentração (mg kg⁻¹) dos metais pseudototais no sedimento nos diferentes pontos de amostragem.

A partir da Figura 6, é possível perceber que durante o processo de adaptação os estudantes 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 estudante expositor 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 da EO-G3 e o uso de animações para indicar os referentes dos pontos de amostragem no mapa 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 uma “fotografia” de elementos químicos na 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 acabou por ser 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 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, formatações etc., que se configuram também como adequações.

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 estudante cita, por exemplo, que uma das tabelas 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 estudante explica a função específica dos dendrogramas da EO-G3. Roth *et al.* (2005) mencionam ainda que a ideia de letramentos associados somente as capacidades de ler e escrever não é mais suficiente, indicando que estes deveriam possuir um componente crítico. Diante disso, os autores propõem a dimensão crítica do letramento gráfico, a qual, além de se referir à capacidade de compreender e apresentar informações na forma de inscrições, também permite a avaliação crítica das mesmas, a partir do questionamento das relações de poder, identidades e discursos nelas embutidas, que são produzidos e

reproduzidos durante o seu uso. Assim, 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-las como verdades absolutas, especialmente aquelas que estão sendo veiculadas fora do ambiente acadêmico (Roth *et al.*, 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 estudantes.

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 (Lima & Queiroz, 2015). 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 objetivo investigar a extensão do letramento gráfico de estudantes do curso de Bacharelado em Química do IQSC/USP durante a produção do gênero EO, a partir da leitura de artigos originais de pesquisa. Tal produção, pelas suas características, se configura como uma prática cultural, científica 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.

De acordo com o MSLI, a leitura de uma inscrição deve se iniciar com a estruturação de seus aspectos internos, que seria o processo de estruturação para, em seguida, associar 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 estudante 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 foram classificados como leituras competentes de inscrições e foram predominantes em todas as EO.

No entanto, foi possível identificar momentos em que o estudante 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 estudante 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 leitura competente inversa de inscrições e predominavam especialmente durante a apresentação dos resultados das EO-G1 e EO-G3.

A produção de sentidos pode ser ainda percebida a partir da frequência de EPE e EPF, que quando semelhantes indicam que o estudante 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 estudante expositor com a inscrição. Como o processo de estruturação interno dos aspectos da inscrição é diminuto, as leituras resultantes são transparentes. A produção de sentidos na leitura transparente requer uma participação mais ativa da audiência, já que o estudante expositor provê geralmente os interpretantes e referentes da inscrição, mas não as estruturas que levam à elaboração daqueles elementos. Ou seja, a audiência recebe um sentido pronto, mas caso queira questionar ou reconstruir esse sentido, tal trabalho ocorrerá por sua conta, a partir da sua disposição perceptiva e familiaridade com a inscrição.

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.

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 *et al.*, 2005), contribuem para o desenvolvimento do letramento gráfico dos estudantes, 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 desses dados é possível refletir e tecer algumas considerações sobre a extensão de letramento gráfico dos grupos durante a realização da EO. Olande (2014) resumiu alguns diferentes níveis de interação de estudantes com inscrições encontrados na literatura (Gal, 1998; Roth & Bowen, 2001; Ben-Zvi & Arcavi, 2001; Friel, Curcio & Bright, 2001). A partir desse trabalho propõe-se duas dimensões hierárquicas de letramento gráfico durante a produção de gêneros orais. A primeira seria a dimensão elementar, que representa aquela na qual os estudantes 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. Numa posição superior, estaria a dimensão analítica, na qual os estudantes 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.

O G1 se encontra na dimensão analítica de letramento gráfico, visto que apresentou o desenvolvimento por parte dos estudantes 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 estudante expositor conseguia conectar as estruturas e sinais presentes nas inscrições com o mundo dos fenômenos e objetos.

O 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 foi incorporada na EO resultou na sua utilização 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.

O 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 presença restrita de elementos do MSLI. Dessa forma, o propósito das inscrições para a ciência não se evidencia, nem questionamentos acerca da natureza das mesmas, 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 do que o G2.

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. É necessário encontrar metodologias de ensino e aprendizagem que promovam o transporte dos estudantes da dimensão elementar para a dimensão analítica. A partir disso, este artigo 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. Roth *et al.* (2005) 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. Em revisão realizada por Lima e Queiroz (2019), nota-se que, apesar da escassez de abordagens, existem 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.

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 estudante 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 apresentada neste trabalho se distancia ainda da ideia de contato disperso e quantitativo com as inscrições, aproximando-se 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 *et al.* (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 reproduzir o que a ele é apresentado como fato inquestionável.

Sendo assim, o professor tem um papel importante na promoção das referidas 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 precisa 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 necessitam estar devidamente preparados, tanto em conhecimento sobre as práticas aqui discutidas, quanto em aplicação de determinadas metodologias de ensino. Assim, sendo reconhecida a necessidade de pesquisas sobre como os estudantes desenvolvem habilidades relacionadas ao letramento gráfico, este trabalho contribui para a ampliação dessas iniciativas no âmbito nacional, em especial, nos campos de ensino de ciências e da comunicação científica.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo 130557/2017-0 e 304974/2020-0) e à FAPESP (Processo 2018/23819-9 e 18/23809-3).

REFERÊNCIAS

- Alves, E. G. (2011). *Um estudo multimodal de textos didáticos sobre o efeito fotoelétrico* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Recuperada de <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8MJHQ7>
- Ben-Zvi, D., & Arcavi, A. (2001). Junior high school students' construction of global views of data and data representations. *Educational Studies in Mathematics*, 45, 36–65. <https://doi.org/10.1023/A:1013809201228>

- Cabral, P. F. O., Peron, K. A., & Queiroz, S. L. (2019). Exposição oral no ensino superior de química. *Química Nova*, 42(2), 221-231. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170326>
- Chaves, M. H. R. (2008). *O gênero seminário escolar como objeto de ensino: instrumentos didáticos nas formas de trabalho docente* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade Federal do Pará, Belém, PA. Recuperada de <http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1720>
- Cotta, J. A. O., Rezende, M. O. O., & Piovani, M. R. (2006). Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: PETAR, São Paulo, Brasil. *Química Nova*, 29(1), 40-45. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100009>
- Dolz, J., Schneuwly, B., Pietro, J. F. D., & Zahnd, G. (2004). 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* (pp. 183-212). Campinas, SP: Mercado de Letras.
- Friel, S. N., Curcio, F. R., & Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158. <https://doi.org/10.2307/749671>
- Gal, I. (1998). Assessing statistical knowledge as it relates to students' interpretation of data. In S. P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Learning, teaching, and assessment in grades K-12* (pp. 275-295). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011) Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(1), 5-14. <https://doi.org/10.1039/C1RP90003J>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Kedra, J. (2018). What does it mean to be visually literate? Examination of visual literacy definitions in a context of higher education. *Journal of Visual Literacy*, 37(2), 67-84. <https://doi.org/10.1080/1051144X.2018.1492234>
- Keller, S. K. (2008). *Levels of line graph question interpretation with intermediate elementary students of varying scientific and mathematical knowledge and ability: a think aloud study* (Doctoral dissertation). University of Central Florida, Orlando, FL, United States of America. Recuperada de <https://stars.library.ucf.edu/etd/3534>
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342. <https://doi.org/10.1002/sce.10024>
- Latour, B., & Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.
- Lima, M. S., & Queiroz, S. L. (2019). Letramento Gráfico: perspectivas presentes nos PCNEM e ações no ensino de química. *Química Nova na Escola*, 41(3), 300-313. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160160>
- Lima, M. S., & Queiroz, S. L. (2020). Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições. *Química Nova*, 43(7), 987-997. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170572>
- McMurry, J. (2008). *Organic chemistry* (7a ed.). Belmonte: Brooks Cole.
- MEC – Ministério da Educação. (2001). Parecer CNE/CES 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*. Diário Oficial da União. Recuperada de <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>

- MEC – Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperada de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_verseofinal_site.pdf
- Melo, V. D. F., Andrade, M. D., Batista, A. H., Favaretto, N., Grassi, M. T., & Campos, M. S. D. (2012). Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. *Química Nova*, 35(1), 22-29. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000100005>
- Nyachwaya, J. M., & Wood, N. B. (2014). Evaluation of chemical representations in physical chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 720-728. <https://doi.org/10.1039/C4RP00113C>
- Oki, M. D. C. M., & Moradillo, E. F. D. (2008). O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(1), 67-88. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000100005>
- Olande, O. (2014). Graphical artefacts: Taxonomy of students' response to test items. *Educational Studies in Mathematics*, 85(1), 53-74. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9493-3>
- Oliveira, J. R. S., & Queiroz, S. L. (2017). *Comunicação e linguagem científica: guia para estudantes de química* (2a ed.). Campinas, SP: Átomo.
- Oliveira, J. R. S., & Queiroz, S. L. (2012). A retórica da linguagem científica: das bases teóricas à elaboração de material didático para o ensino superior de química. *Química Nova*, 35(4), 851-857. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000400036>
- Oliveira, J. R. S., & Queiroz, S. L. (2016). Elaboração de um mapa de caracterização do texto científico: referenciais teóricos e aplicação em destaque. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(1), 142-166. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p142>
- Oliveira, J. R. S., Batista, A. A., & Queiroz, S. L. (2010). Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. *Química Nova*, 33(9), 1980-1986. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000900029>
- Pozzer, L. P., & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089-1114. <https://doi.org/10.1002/tea.10122>
- Roth, W. M. (2002). Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. *Journal of Curriculum Studies*, 34(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/00220270110068885>
- Roth, W. M. (2003a). *Toward an anthropology of graphing: semiotic and activity-theoretic perspectives*. Dordrecht: Springer.
- Roth, W. M. (2003b). Competent workplace mathematics: how signs become transparent in use. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 8(2), 161-189. <https://doi.org/10.1023/B:JCO.0000003873.36183.2d>
- Roth, W. M., & Bowen, G. M. (2001). Professionals read graphs: a semiotic analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 159-194. <https://doi.org/10.2307/749672>
- Roth, W. M., & McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: toward a theory of representing as social practice. *Review of educational research*, 68(1), 35-59. <https://doi.org/10.3102/00346543068001035>
- Roth, W. M., Pozzer-Ardenghi, L., & Han, J. Y. (2005). *Critical graphicacy: understanding visual representation practices in school science* (Vol. 26). Springer Science & Business Media.
- Santos, J. S., Souza, F. M., & Santos, M. L. P. (2013). 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*, 36(2), 236-239. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000200005>

Tabensky, A. (2001). Gesture and speech rephasings in conversation. *Gesture*, 1(2), 213-235.
<https://doi.org/10.1075/gest.1.2.07tab>

Recebido em: 22.02.2021

Aceito em: 05.08.2021