

Contribuições do Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições na Avaliação de Exposições Oraís Acadêmicas sobre o Biodiesel

Douglas Gomes Lima dos Santos¹, Mikeas Silva de Lima², Salete Linhares Queiroz³

¹Licenciando em Ciências Exatas pela Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0002-6558-6642>

²Doutorando em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0001-9951-501X>

³Doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista e Professora da Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0001-7398-5515>

Informações do Artigo

Recebido: 04/06/2021

Aceito: 10/05/2022

Palavras-chave:

Ensino de Química; Inscrições;
Letramento Gráfico.

Key words:

Chemistry teaching; Inscriptions;
Graphicacy.

E-mail: douglasg@usp.br

Contributions of the Semiotic Model for Reading Inscription in the Evaluation of Academic Oral Presentations about Biodiesel

ABSTRACT

This work aims to evaluate the extent of chemistry undergraduate students' graphicacy in a science communication course, while elaborating oral presentations produced from original research articles on the topic of biodiesel. The analysis consisted of classifying inscriptions (visual representations) used in the oral presentation as decorative, illustrative or complementary; describe the meanings produced from reading of inscriptions in the presentation; and in classifying the readings of inscriptions into transparent, competent or problematic. The results indicate that two of the analyzed groups are in the analytical dimension of graphicacy and one in the elementary dimension. Results of this work can contribute to designing actions that promote graphicacy.

INTRODUÇÃO

A utilização dos modos de comunicação gráfico-visuais no ensino de ciências revela o esforço dos pesquisadores em converter dados científicos em elementos visuais tais como: fotografias, mapas, diagramas, gráficos, tabelas, equações etc. Por este motivo, podemos observar que as habilidades de utilizar, manusear e interpretar tais elementos são de suma importância para a formação de cientistas. Tais habilidades estão previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química como essenciais para graduandos: "saber interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, símbolos, expressões etc.)" (BRASIL, 2001, p. 05).

O desenvolvimento de tais habilidades pode ser discutido a partir da noção de letramento gráfico, que, segundo Roth *et al.* (2005), seria o conhecimento relativo para lidar

criticamente com representações visuais bidimensionais e que possibilita aos estudantes questionarem discursos, identidades e relações de poder embutidas e reproduzidas durante sua disseminação.

Chamamos de inscrição as representações visuais materiais que retratam objetos e fenômenos de estudo da ciência (LATOURET; WOOLGAR, 1997). Em relação ao entendimento e comunicação da ciência, elas também se mostram úteis aos estudantes para minimizar dificuldades de compreensão de conceitos químicos abstratos e facilitar a aprendizagem.

Dentre as formas de realização da comunicação científica em que as inscrições são amplamente utilizadas, podemos destacar as exposições orais (EO), nas quais as inscrições encontram espaço para realizar funções retóricas e, quando praticadas em sala de aula, colocam os estudantes em contato com estas de uma maneira autêntica e favorável ao desenvolvimento de habilidades comunicativas e de manuseio de representações gráficas, ou seja, de letramento gráfico.

Apartir do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o letramento gráfico de estudantes de um curso de Bacharelado em Química da Universidade de São Paulo, durante a produção de EO elaboradas a partir da leitura de artigos originais de pesquisa (AOP) sobre a temática biodiesel.

APORTE TEÓRICO

Roth e Bowen (2001) propõem um Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições (MSLI), que vem auxiliar na descrição das etapas e elementos envolvidos nos processos de produção de sentidos durante a leitura de uma inscrição. A Figura 1 ilustra o Modelo, seus elementos e processos.

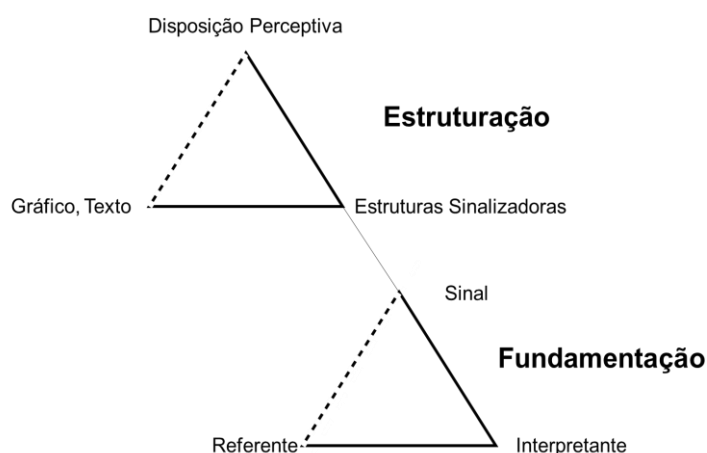


Figura 1: Modelo Semiótico de Leitura de Inscrições.

Fonte: Adaptado de Roth & Bowen, 2001, p. 162.

De acordo com a Figura 1, o processo de estruturação (PE) é a primeira etapa da leitura de uma inscrição. Nesta, o leitor analisa perceptivamente o campo visual da inscrição e a estrutura em termos de elementos significativos que podem servir para produção de sentidos. Esta etapa envolve os elementos disposição perceptiva, que representa as características pessoais e individuais de cada leitor e faz com que cada um perceba uma determinada inscrição de maneiras diferentes; gráfico, que representa a forma material (impressa ou digital) da inscrição; e estruturas sinalizadoras, que são aspectos, tendências e traços materiais que podem ser relevantes para a leitura e produção de sentido.

Uma vez que alguma característica da inscrição é perceptivamente isolada, ela é transportada até o processo de fundamentação (PF), segunda etapa da leitura, quando tal característica é relacionada com o objeto ou fenômeno que a inscrição representa, na busca pela elaboração de interpretações acerca dessas estruturas e da inscrição. Este processo conta com o interpretante, que são as interpretações externalizadas, e estabelece uma relação entre o sinal e o referente. Roth e Bowen (2001) definem o sinal como sendo uma entidade que se refere ou representa outra, o referente.

Dado os processos mencionados, Roth (2002) elenca três tipos de leituras: transparente, competente e problemática. A primeira ocorre quando aspectos da inscrição são altamente familiares ao leitor, fazendo com que este ultrapasse a etapa do entendimento das suas estruturas (PE) e vá direto para a interpretação do fenômeno representado na inscrição (PF). Segundo Roth (2003), a transparência é um tipo de relação entre o leitor e o sinal, ocorrendo quando o sinal não mais necessita da atenção para que seu significado seja interpretado.

A leitura competente ocorre quando o leitor necessita se familiarizar com os aspectos visuais da inscrição e realiza ambos os processos do MSLI. Pensando sobre o contexto de produção da EO, segundo Lima e Queiroz (2020), a leitura competente ocorre devido à situação comunicativa associada a este gênero, na qual este tipo de leitura é desejável para proporcionar a audiência elementos que irão auxiliar na criação de sentidos adequados para aquela inscrição. Desta forma, o aluno expositor precisa ter um entendimento profícuo sobre a inscrição para que possam ser destacados e discutidos seus elementos mais importantes.

Por fim, a leitura problemática é aquela em que o estudante se detém na estruturação dos sinais da inscrição e não consegue relacioná-los aos seus referentes para elaborar os significados (interpretantes) que a inscrição pretende representar. Isto é, o leitor não consegue realizar uma produção efetiva de sentidos.

A identificação desses tipos de leituras permite ainda verificar o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao letramento gráfico, o que, segundo Lima e Queiroz (2021), estão associadas à promoção do conhecimento científico. Habilidades como produzir inscrições,

adequar inscrições a situações diferentes daquelas em que foram concebidas, aplicar recursos semióticos para auxiliar a produção de sentidos e questionar e refletir sobre o modo como a inscrição foi construída são algumas das habilidades que fomentam o desenvolvimento do letramento gráfico e indicam que o estudante consegue se envolver satisfatoriamente em atividades de leitura e avaliação de inscrições.

Ainda sobre o uso de inscrições durante a produção do gênero EO, um aspecto importante a ser destacado é a sua multimodalidade, que se refere ao uso de diversos modos de comunicação para transmissão de uma mensagem, tais como os modos verbais (fala e escrita), os modos gráfico-visuais (uso de inscrições) e os modos gestuais/acionais, que no contexto da EO incluem o uso de apontadores a laser, gestos, movimentos etc. e podem ajudar a audiência no processo de produção de sentidos durante a leitura de inscrições (LIMA & QUEIROZ, 2021).

APORTE METODOLÓGICO

Contexto de Pesquisa

A partir dos objetivos descritos anteriormente, a pesquisa foi definida como qualitativa e como um estudo de caso. Tomamos para avaliação EO produzidas por estudantes do primeiro ano de um curso de Química da Universidade de São Paulo, enquanto matriculados em uma disciplina de comunicação científica. A proposta aplicada na disciplina estava dividida em três etapas.

A primeira trata, de apresentação da situação, o docente dividiu a turma em seis grupos de quatro a cinco integrantes e distribuiu, entre esses, seis AOP que abordam a temática biodiesel. As referências simplificadas dos AOP distribuídos aos grupos G1, G2 e G3, selecionados para análise neste trabalho, podem ser visualizados na Figura 2. Ressalta-se que a seleção dos grupos mencionados se deu com base na semelhança entre os procedimentos experimentais abordados nos AOP, neste caso, a produção e caracterização do biodiesel.

Aulas expositivas e dialogadas foram ministradas para a revisão estrutural do gênero AOP e melhor compreensão sobre o artigo estudado, além de atividades que abordaram os aspectos estruturais e retóricos da linguagem científica (LIMA; QUEIROZ, 2020). Em paralelo, foram entregues aos estudantes propostas de produção de duas EO e um pôster sobre os AOP da Figura 2, considerando a audiência como leiga sobre a temática.

Grupo	Título do Artigo	Referência Simplificada
G1	Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.	FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S., SCABIO, A. Química Nova, 28, 1, 19-23, 2005.
G2	Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade	FROEHNER, S.; LEITHOLD, J.; LIMA, L. F. J. Química Nova, 30, 8, 2016-2019, 2007.
G3	Utilização de argilas para purificação de biodiesel	PAULA, A. J. A. et al. Química Nova, 34, 1, 91-95, 2011.

Figura 2: Artigos selecionados e distribuídos entre os grupos analisados. Fonte: Autores.

Em seguida os estudantes receberam orientações acerca da produção dos gêneros mencionados, dentre as quais algumas proporcionaram o contato com inscrições no desenvolvimento da EO, tais como: reduzir a quantidade de texto verbal, priorizando o uso de tabelas, gráficos e fluxogramas; utilizar animações e apontadores para destacar algum conteúdo; quando possível, refazer gráficos e tabelas para uma melhor identificação de aspectos ou dados importantes da inscrição etc.

Na segunda etapa, foi realizada e apresentada a primeira EO por um dos integrantes do grupo, na qual se colocava em destaque a introdução e a parte experimental do respectivo AOP de cada grupo. A apresentação deveria ter duração média de 10 minutos, utilizando como material de suporte *slides*. Em aula subsequente, um aluno de cada grupo ficou responsável por apresentar o pôster desenvolvido com base no AOP estudado. Ao final da apresentação, os colegas realizaram perguntas sobre a apresentação e o artigo, as quais foram respondidas pelo apresentador e membros do grupo.

Na terceira e última etapa, o docente avaliou os estudantes a partir de uma EO final abordando todo o conteúdo do AOP e apresentada por um ou dois integrantes do grupo, com duração entre 15 e 20 minutos. O objetivo desta etapa era oferecer aos estudantes um momento de colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos no decorrer da disciplina.

Obtenção e Análise de Dados

Todas as apresentações referentes às EO finais foram gravadas e posteriormente transcritas. Inicialmente, para avaliação das EO, foi realizada a quantificação e diferenciação das funções de cada inscrição presentes na apresentação, com base na classificação de Lima e Queiroz (2020) a saber, função decorativa (quando não eram citadas pelo aluno expositor), ilustrativa (quando eram brevemente citadas, mas sem uma descrição detalhada da representação visual) ou complementar (que efetivamente sofreram um processo de leitura e estavam altamente associadas à fala do aluno).

Em seguida, foi realizada a avaliação da transcrição da fala do aluno em cada *slide* projetado durante a leitura das inscrições, visando identificar elementos do MSLI e indicar a predominância de PE ou PF, o que permitiu classificar os tipos de leituras de inscrições

realizadas durante a EO, bem como oferecer recursos para a descrição da extensão do letramento gráfico. Durante esta etapa, as unidades de análise (UA) foram todos os *slides* introduzidos junto à sua transcrição, numerada de acordo com o número do mesmo slide.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantidade e Tipos de Inscrições

Para apresentar as EO, o G1, G2 e G3 utilizaram, respectivamente, 19, 18 e 15 min. O G1 apresentou 19 *slides*, com 8 inscrições no total, em sua maioria gráficos e tabelas. O G2 utilizou 14 inscrições em 21 *slides*, em sua maioria fotografias e fluxogramas. Por fim, o G3 apresentou 12 *slides*, com um total de 12 inscrições, sendo a maioria delas fotografias, gráficos e tabelas. A Figura 3 apresenta o total e os tipos de inscrições presentes em cada uma das EO analisadas.

Tipo de Inscrição	G1	G2	G3
Fotografia	0	5	6
Esquema	0	0	1
Fluxograma	1	4	0
Gráfico	3	0	2
Tabela	3	2	2
Equação	1	3	1
Total	8	14	12

Figura 3: Quantidade e tipos de inscrições nas EO.

Percebe-se que os tipos de inscrições utilizados nas EO não se limitam às já existente nos AOP (gráficos, tabelas e equações). Sendo o entendimento significativo da química dependente da exposição, navegação e integração entre os três níveis de representação do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2000), a importância da natureza multirepresentacional da química se faz presente nas EO analisadas e diz respeito às possibilidades de que os estudantes vejam os fenômenos em diferentes níveis representacionais. Este contato com inscrições de diferentes naturezas auxilia ainda no fomento do letramento gráfico (LIMA; QUEIROZ, 2021)

De acordo com a Figura 3, o G1 foi o grupo com o menor número de inscrições utilizadas (8), sendo a sua maioria inscrições retiradas do AOP (uma equação, três tabelas e um gráfico). Ou seja, o grupo teve um contato mais restrito com diferentes tipos de inscrições em relação aos grupos G2 e G3, o que pode obstaculizar o desenvolvimento do letramento gráfico. O G2 teve o maior número de inscrições (14) na sua EO, sendo em sua maioria fotografias e esquemas, e apenas três inscrições (uma equação e duas tabelas)

foram retiradas do AOP. Assim, além de ter um contato com várias inscrições, o G2 também lidou com inscrições de diferentes naturezas, o que aponta para um melhor desenvolvimento do letramento gráfico deste grupo. O G3, apesar do uso predominante de fotografias (6), apresentou a maior diversidade de tipos de inscrições, o que pode indicar uma boa promoção de letramento gráfico.

Nem todas as inscrições apresentadas na Figura 3 sofreram um processo explícito de leitura. De acordo com o seu uso nas EO, algumas inscrições foram classificadas como decorativas ou ilustrativas, já que não ocorre um momento em que são elaboradas estruturas sinalizadoras e interpretantes (LIMA; QUEIROZ, 2020). A Figura 4 apresenta o total de inscrições complementares, que são aquelas que efetivamente sofreram um processo de leitura.

Tipo de Inscrição	G1	G2	G3
Fotografia	0	1	0
Esquema	0	0	0
Fluxograma	1	4	0
Gráfico	3	0	2
Tabela	3	2	2
Equação	1	3	1
Total	8	10	5

Figura 4: Inscrições efetivamente lidas nas EO analisadas.

De acordo com a situação comunicativa da EO, esperava-se uma maior frequência de inscrições complementares, seguidas de ilustrativas e decorativas, o que foi verificado nas apresentações dos três grupos. Uma frequência maior de inscrições ilustrativas e decorativas pode causar uma defasagem de valor informativo das inscrições durante uma EO. Em contrapartida, um número elevado de inscrições complementares não necessariamente irá prejudicar o entendimento da audiência, visto que a presença de inscrições ilustrativas e decorativas tem um impacto pequeno na produção de sentidos sobre a audiência quando comparada com inscrições que efetivamente sofreram um processo de leitura. Este fato pode ser observado na EO-G1, na qual todas as inscrições presentes sofreram uma leitura detalhada, e o fato de a EO carecer de inscrições ilustrativas e decorativas não interferiu na produção de sentidos pela audiência.

Elementos e Processos do MSLI nas Leituras de Inscrições

As leituras das inscrições indicadas na Figura 4 foram analisadas sob a ótica do MSLI, sendo possível identificar algumas situações comuns presentes em todas as EO, as quais serão destacadas a seguir.

A primeira diz menção a transparência, a qual ocorre quando determinado sinal não mais necessita da atenção do leitor para elucidação do seu significado. A relação descrita pode ser exemplificada na Figura 5, a qual apresenta a UA-6 da EO-G1. Nela é possível visualizar uma reação de transesterificação, inserida para demonstrar como o biodiesel é obtido. Na transcrição foram destacados trechos onde o estudante expositor elabora interpretantes para os sinais “+” na equação química, que na sua fala são representados pelos conectores “e”. Outro exemplo se refere a elaboração do interpretante “*originando*”, referente ao sinal químico de equilíbrio “ \rightleftharpoons ”.

Biodiesel

- › Mono-álquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis;
- › Obtido por transesterificação

$$\begin{array}{c}
 R_1C-O-CO-R_2 \\
 | \\
 HC-O-CO-R_2 + 3C_2H_5-OH \\
 | \\
 R_2C-O-CO-R_1
 \end{array}
 \xrightarrow{\text{NaOH}}
 \begin{array}{c}
 R_1COH \\
 | \\
 HCOH \\
 | \\
 R_2COH
 \end{array}
 +
 \begin{array}{c}
 R_1CO_2C_2H_5 \\
 | \\
 R_2CO_2C_2H_5 \\
 | \\
 R_3CO_2C_2H_5
 \end{array}$$

Óleo resíduo de soja Etanol anidro Glicerol Ésteres etílicos

Figura 1. Transesterificação de triglicerídeos, onde R₁, R₂ e R₃ representam as cadeias carbônicas dos ácidos graxos

[...] Ele ((o biodiesel)) é obtido por transesterificação, que é uma reação entre um óleo e um álcool, originando glicerol e éster etílico.

Figura 5: UA-6 com leitura de equação na EO-G1.

A relação de transparência e familiaridade com sinais comuns e convencionados, observada na equação apresentada na EO-G1 da Figura 5, também foi identificada durante a leitura de fluxogramas na EO-G1 e EO-G2, de equação e de tabela na EO-G2 e de gráfico na EO-G3.

A multimodalidade também foi um aspecto comum identificado durante a análise das EO. Tal aspecto será ilustrado a seguir a partir da Figura 6, que traz a UA-19 da EO-G2, que apresenta uma tabela com resultados de análises de cromatografia delgada e densidade feitas para determinar a fração de pureza do biodiesel produzido.

CORRELAÇÃO ENTRE DENSIDADE E GRAU DE PUREZA DO BIODIESEL PREPARADO

Tabela 2. Comparação do grau de pureza de amostras de biodiesel obtidas por CG e por densidade a 20°C

Amostra	ρ (g/mL)	Fração de Ésteres (%)	
		por cromatografia	por densidade
1	0,3870	95,21	97,53
2	0,3878	96,32	96,61
3	0,3883	94,65	95,84
4*	0,3925	90,12	89,41
5*	0,3921	90,78	90,02
6*	0,3892	94,71	94,46

*Biodiesel de óleo usado.

Aqui a gente pode então ver os resultados obtidos, onde os três primeiros ((aponta para as linhas indicadas)) são o biodiesel feito a partir do óleo refinado e os três últimos ((aponta para as linhas indicadas)) o biodiesel feito a partir do óleo utilizado em frituras (PE). Tanto os valores por cromatografia ((aponta para a terceira coluna)) quanto os valores por densidade ((aponta para a quarta coluna)) eles são bem próximos. [...]

Figura 6: UA-19 com leitura de tabela na EO-G2.

O processo predominante no trecho da Figura 6 é o de estruturação (PE), do qual podemos identificar dois de seus elementos, sendo eles uma disposição perceptiva no fragmento “*aqui a gente pode então ver*”, quando o estudante está chamando a atenção da

audiência para a visualização da tabela; e 8 estruturas sinalizadoras, quando o estudante utiliza o apontador para salientar as 3 primeiras e as 3 últimas linhas, além da terceira e da quarta coluna. O uso do apontador restringe o processo de produção de sentidos para a audiência, além de enriquecer a enunciação feita pelo aluno expositor. Por meio do uso de apontadores lasers, execução de gestos e inclusão de recursos visuais nas inscrições, a multimodalidade pode ser identificada durante a leitura de praticamente todas as inscrições inseridas de maneira complementar nas EO dos três grupos, com exceção dos fluxogramas apresentados na EO-G2.

A seguir, a Figura 7 traz a UA-12 da EO-G2 no qual é possível visualizar um fluxograma que apresenta o procedimento de análise pelo qual o biodiesel produzido foi submetido para determinar seu grau de pureza, através da cromatografia de camada delgada (CCD).

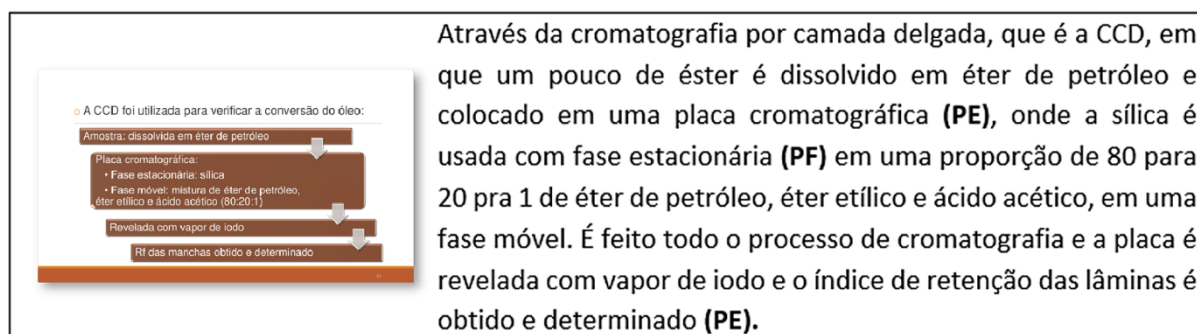


Figura 7: UA-12 com leitura de fluxograma na EO-G2.

Dentre os elementos presentes na inscrição ilustrada na Figura 7, destacam-se as setas que influenciam a ordem da leitura do fluxograma, auxiliando na compreensão o caminho percorrido para determinar o grau de pureza do biodiesel. A partir da análise do fluxograma foi possível identificar a predominância do PE devido à presença de 10 elementos gráficos quando o aluno expositor realiza a leitura dos seguintes trechos contidos nas células da inscrição: “éter de petróleo”, “placa cromatográfica”, “sílica”, “fase estacionária”, “proporção de 80 pra 20 pra 1”, “éter etílico”, “ácido acético”, “revelada com vapor de iodo” e “obtido e determinado”. Ainda foi possível identificar 7 elementos do PF: 1 referente, quando o aluno expositor menciona a quantidade de éster utilizado no procedimento em “um pouco de éster” e 6 elementos interpretantes em “dissolvido” e “colocado”, referindo-se às ações procedimentais relacionadas ao éster, em que este é dissolvido em éter de petróleo e colocado em uma placa cromatográfica; “é usada como fase estacionária” mencionando a função da sílica no procedimento; “em uma proporção de 80 pra 20 pra 1” realizando uma leitura transparente do trecho “(80:20:1)” presente no fluxograma, que indica a proporção dos compostos presentes na fase móvel; “é feito todo o processo de cromatografia” e “o índice de retenção das lâminas é obtido e determinado”,

que representa o objetivo deste procedimento experimental que é estabelecer a pureza do biodiesel produzido.

Podemos observar que, apesar de aluno expositor ter conseguido realizar de forma adequada a estruturação da inscrição e que os elementos salientados foram suficientes para que a audiência consiga enxergar o procedimento experimental, os interpretantes e referentes elaborados não se mostraram favoráveis para relacionar o experimento descrito com o método e o objetivo da pesquisa. Isto quer dizer que um maior detalhamento do procedimento de análise ilustrado poderia fundamentar uma melhor compreensão da audiência em relação ao experimento realizado e o objetivo da pesquisa. Neste caso, poderíamos assumir que a predominância PE no Figura 7 tem como origem a falta de familiaridade dos estudantes do G2 com as técnicas utilizadas nos procedimentos experimentais abordados no AOP.

A equação dada por $\% = \frac{EPF}{EPE} \times 100$ nos oferece, a partir da relação entre as médias de Elementos do Processo de Estruturação (EPE) e Fundamentação (EPF), a porcentagem de momentos em que as estruturas salientadas na primeira etapa do MSLI foram transportadas aos seus referentes e interpretantes. Vale citar que esta equação existe para fins de visualização destes momentos e não tem como o objetivo a quantificação de aspectos qualitativos.

A seguir, a Figura 8 apresenta os números de EPE e EPF identificados ao longo da EO-G1. Tais elementos foram contabilizados com o objetivo de deixar mais clara a discussão sobre a extensão do letramento gráfico sob a ótica do MSLI, a partir da visualização de como os EPE e EPF estão distribuídos na apresentação.

	UA-3a	UA-3b	UA-4	UA-6	UA-13	UA-16	UA-17a	UA-17b
EPE	15	1	4	6	14	16	7	8
EPF	14	2	9	4	9	3	2	9

Figura 8: Distribuição de EPE e EPF na EO-G1.

Conforme a situação comunicativa estabelecida para as apresentações, esperava-se que tanto o PE quanto o PF ocorressem durante a produção de sentidos das inscrições durante as EO, o que de fato ocorreu na maior parte das UA analisadas. A Figura 8 ilustra uma pequena discrepância entre EPE e EPF, principalmente nas UA 4, 13, 16 e 17a. Somando as quantidades de EPE e EPF e dividindo por oito (número total de inscrições complementares na EO-G1), obtemos 8,8 EPE e 6,5 EPF médio por inscrição, com 74% das estruturas salientadas transportadas para a segunda etapa do MSLI, o que indica uma ocorrência satisfatória deste movimento.

A Figura 9 a seguir, traz os números de EPE e EPF durante a EO-G2.

	UA-4	UA-5	UA-9	UA-10	UA-11	UA-12	UA-14b	UA-16	UA-18	UA-19
EPE	8	11	9	6	7	10	6	7	8	20
EPF	7	14	9	6	7	7	4	1	5	12

Figura 9: Distribuição de EPE e EPF na EO-G2.

Podemos observar uma certa proximidade entre os valores de EPE e EPF durante a apresentação, com exceção da UA-16 e UA-19 que apresentam valores muito discrepantes, em particular, com predominância de EPE. Os valores médios de 9,2 de EPE e 7,2 de EPF indicam que 78% dos elementos estruturais destacados pelo aluno expositor foram relacionados à elaboração de interpretantes, indicando uma boa exploração dos aspectos das inscrições, em especial durante os momentos de estruturação, o que sugere um desenvolvimento adequado de letramento gráfico para o G2.

A Figura 10 apresenta a distribuição dos elementos do MSLI no decorrer da EO-G3.

	UA-3a	UA-3b	UA-9b	UA-10a	UA-10b
EPE	11	23	23	39	30
EPF	9	9	18	23	11

Figura 10: Distribuição de EPE e EPF na EO-G3.

Podemos visualizar que, apesar dos altos de valores de EPE (25,2) e EPF (14) médios por inscrição, a perceptível discrepância entre eles, quando comparados com os valores para G1 e G2, sugere que o aluno expositor do G3 encontrou dificuldades em transportar as estruturas salientadas na primeira etapa para a segunda do MSLI, visto que em apenas 56% dos momentos isso ocorreu de maneira satisfatória. Na EO-G3 pode-se notar uma possível falta de familiaridade do grupo com os experimentos e resultados expostos no artigo, ocasionando na baixa produção de elementos referentes e interpretantes durante a leitura destas inscrições, podendo gerar uma menor compreensão da audiência sobre o que está sendo discutido.

Tipos de Leituras de Inscrições

Com base nas atividades realizadas no decorrer da disciplina, que familiarizaram os alunos com as inscrições associadas à temática apresentada nas EO, esperava-se que os estudantes apresentassem um pequeno grau de transparência durante a leitura das inscrições inseridas nas apresentações. Em todas as EO foram observados poucos momentos em que eles demonstraram estar realizando leituras transparentes em comparação às leituras competentes. A leitura transparente, associada à leitura competente, foi identificada em 2 inscrições da EO-G1, em 6 da EO-G2 e em apenas 1 da EO-G1.

Na Figura 11 podemos visualizar a UA-4 da EO-G1, que contém um esquema que representa os produtos das reações de combustão completa e incompleta, respectivamente.

Percebe-se pela fala do aluno expositor que o mesmo realizou uma leitura direta de símbolos atribuídos à linguagem química e dos elementos identificados na inscrição. Por exemplo, no trecho “*gás carbônico e água, ou fuligem e água*”, o aluno cita para a audiência diretamente o que representam os símbolos “ $\text{CO}_{(g)}$ ”, “ $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ” e “ $\text{C}_{(s)}$ ”, respectivamente, conferindo, assim, uma leitura transparente aos elementos.

Óleos Vegetais

▶ A aplicação direta é limitada por propriedades físicas.

Produtos da Combustão Completa

$\text{CO}_{2(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

Produtos da Combustão Incompleta

$\text{CO}_{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

$\text{C}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

[...] A combustão completa é aquela que origina dióxido de carbono junto com uma quantidade de água, que geralmente é uma combustão menos poluente (**PF**). A combustão incompleta gera o gás carbônico e água, ou fuligem e água (**PF**).

Figura 11 - UA-4 com leitura de esquema na EO-G1.

A leitura competente é aquela em que o leitor estrutura os aspectos visuais que não são familiares a ele para, em seguida, associá-los ao que eles representam. Sendo assim, ambos os processos do MSLI são realizados durante a leitura. Como esperado, a leitura competente é predominante nas EO analisadas, podendo ser identificada em quatro inscrições na EO-G1, sete na EO-G2 e quatro na EO-G3.

Foi também identificada a leitura competente inversa (LCI), que ocorre quando o aluno expositor realiza a leitura da inscrição iniciando pelo PF, seguido do PE (LIMA & QUEIROZ, 2020). Este tipo de leitura foi identificado em uma tabela apresentada na EO-G1, em uma equação da EO-G2 e na tabela da EO-G3. Na Figura 12, que traz a UA-18 da EO-G2, podemos visualizar a ocorrência do LCI durante a leitura de uma equação que relaciona o grau de pureza do biodiesel produzido com a sua densidade.

CORRELAÇÃO ENTRE DENSIDADE E GRAU DE PUREZA DO BIODIESEL PREPARADO

constantes dependentes de T

$$EE = a \cdot \rho + b \quad (1)$$

fração do éster etílico (pureza do biodiesel) → EE

→ densidade → ρ

Então é nessa equação que a gente relaciona a porcentagem do biodiesel com a densidade (**PF**), onde a e b são constantes dependendo da temperatura; ρ é a densidade; EE é a fração do éster etílico (**PE**), ou seja, a pureza, a porcentagem do biodiesel.

Figura 12: UA-18 com leitura de equação na EO-G2.

Na Figura 12, percebe-se pela fala do aluno expositor que, antes de enunciar os elementos presentes nesta inscrição (cada um dos termos desta equação), ele elabora o interpretante, no trecho “*nessa equação que a gente relaciona a porcentagem do biodiesel com a densidade*”, que apresenta a ideia geral do significado da inscrição, ou seja, a relação

proposta pela equação, para depois detalhar cada um dos elementos e realizar um processo de estruturação.

Nas inscrições onde foi identificado este tipo de leitura, percebe-se a existência de uma relação entre a ocorrência do LCI e a fonte da inscrição, que em todos os casos foram retiradas dos AOP, sendo que nenhuma destas inscrições foi criada pelos próprios estudantes ou retiradas de fontes externas ao artigo. Isto sugere a existência da relação entre o tipo de leitura e a familiaridade do estudante com a inscrição.

É certo que os estudantes adquirem certa familiaridade com as inscrições presentes nos AOP trabalhados ao longo da disciplina a partir das atividades realizadas, o que impulsiona a elaboração e enunciação pronta dos interpretantes e referentes durante o uso da inscrição na EO. Entretanto, durante a LCI, a situação comunicativa e contexto da EO se sobressaem em relação à familiaridade, de maneira que o aluno expositor enuncia primeiramente os interpretantes e/ou os referentes da inscrição para, em seguida, elaborar as estruturas desta, buscando comprovar e dar base ao que foi falado, além de auxiliar a audiência a acompanhar a formulação dos sentidos criados a partir da inscrição.

Podemos atribuir a ocorrência da LCI também ao próprio formato do gênero trabalhado, que envolve a produção de uma EO a partir de um AOP, ou seja, os estudantes apresentam a turma um conhecimento já pronto, que não foi construído por eles, sendo necessários que eles apenas entendessem e apresentassem o conteúdo do AOP. Desta forma, não há uma investigação propriamente dita das inscrições feita pelos estudantes, o que resultaria em uma produção de sentidos na direção inversa apresentada no MSLI, ou seja, do PE para o PF.

A leitura problemática ocorre quando o leitor não consegue avançar para o PF, ou seja, na produção de sentidos, e se detém apenas na estruturação da inscrição. Apesar de identificadas algumas leituras em que o sentido produzido não foi adequado, este tipo de leitura não foi identificado em nenhuma das análises

Pode-se ainda detectar alguns fatores que propiciam determinados tipos de leituras e funções das inscrições nas EO analisadas. Grande parte das inscrições categorizadas como complementares foram trazidas do AOP para a apresentação ou eram criadas pelos próprios estudantes. Já as inscrições com função ilustrativa ou decorativa foram retiradas de fontes externas, principalmente de fontes *online*. Segundo Lima e Queiroz (2021), a função da inscrição tende a se modificar dependendo de quanta credibilidade a inserção desta dará à fala do aluno expositor, isto é, o quão relacionada a inscrição estará com a fala dele para dar suporte a sua argumentação. Como inscrições de fontes externas podem não adicionar tal credibilidade para o que está sendo relatado na EO, suas funções são geralmente limitadas a serem ilustrativas ou decorativas.

A disposição das inscrições nos *slides* também influencia na leitura e função das inscrições. Quando, por exemplo, uma inscrição é disposta sozinha no *slide*, tendo apenas

textos verbais a acompanhando, ela tem um potencial maior de apresentar a função complementar. Quando mais de uma inscrição está presente no slide, o aluno expositor tende a centralizar seus esforços de leitura em algumas delas, de maneira que as demais, que não sofreram uma leitura, se limitem à função decorativa ou ilustrativa. Um exemplo disso pode ser visualizado na Figura 13, que traz a UA-3a da EO-G3.

No *slide* da Figura 13 está presente uma reação de transesterificação, a qual realmente sofreu leitura, e duas fotografias, que representam as matérias-primas utilizadas no processo de transesterificação realizados por Paula *et al.* (2011), no caso, óleo de cozinha já utilizado em frituras, e óleo de soja puro. O aluno expositor, durante sua leitura, apenas cita estas duas fotografias quando questiona a audiência em como estes óleos são transformados em biodiesel e, logo em seguida, começa a leitura da figura a qual contém a reação em questão. Dessa maneira, as fotografias possuem apenas função ilustrativa.

• **Matéria Prima:**

• **Transesterificação:**

$$\begin{array}{c}
 \text{R}^1\text{COO}-\text{CH}_2 \\
 \text{R}^2\text{COO}-\text{CH} \\
 \text{R}^3\text{COO}-\text{CH}_2 \\
 \text{Triglicerídeos}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{c}
 \text{3 R}'\text{OH} \\
 \text{Alcool}
 \end{array}
 \rightleftharpoons
 \begin{array}{c}
 \text{3 RCOOR}' \\
 \text{Éster}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{c}
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 \text{Glicerina}
 \end{array}$$

Fonte: Uol Educação

[...] Como que esse óleo se transforma no biodiesel? Através do processo de transesterificação. Esse óleo [...] reage com o álcool formando um éster e a glicerina **(PE)**. Esse éster é o biodiesel que trataremos, e a glicerina veremos posteriormente que é um dos problemas que vem junto com essa reação **(PF)**.

Figura 13: UA-3a com leitura de equação na EO-G3.

Habilidades Relacionadas ao Uso de Inscrições

Constatou-se também o desenvolvimento de habilidades referentes às práticas de inscrições. A primeira a ser destacada é a habilidade de produzir inscrições, presente no EO-G1 e EO-G2. 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.

Outra habilidade recorrente em todas as EO é a capacidade na aplicação de recursos internos e externos à inscrição para orientar a audiência durante a produção de sentidos. Os recursos externos observados foram uso de gestos e/ou de apontadores laser e entonação no texto verbal falado. Um exemplo dos recursos internos são animações, uso de cores ou de formas geométricas para indicar elementos importantes na inscrição para a produção de sentido. É importante ressaltar a importância dessa habilidade, principalmente no que tange à utilização de recursos internos à inscrição, visto que apenas recursos externos podem não ser suficientes para direcionar a atenção da audiência e a produção de sentidos.

Síntese e Implicações

As leituras competentes, sob a ótica do MSLI, foram classificadas neste trabalho como sendo momentos em que a leitura da inscrição se inicia com a estruturação de seus aspectos internos (PE), associando-os, em seguida, com referentes externos (PF). Estes momentos foram identificados em todos os grupos analisados e ocorreram quando o estudante tinha como objetivo explicar ou descrever uma situação ou fenômeno utilizando alguma inscrição, de acordo com o contexto e situação comunicativa da EO. Contudo, foram identificados momentos em que os estudantes utilizavam as inscrições para elucidar interpretantes antes de apresentar suas estruturas sinalizadoras, no intuito de comprovar conclusões previamente enunciadas por ele. Esses momentos foram classificados como leitura competente inversa (LCI) e mostraram-se presentes em todas as EO analisadas.

Ainda, podemos relacionar a efetividade na produção de sentidos com a frequência de EPE e EPF que, quando semelhantes, indicam que o aluno expositor conseguiu conectar as estruturas internas da inscrição à referentes representados pela elaboração de interpretantes. As ocorrências deste movimento foram observadas em maior parte na EO-G1 e a EO-G2. Na EO-G3, esses momentos foram mais escassos, indicado pela grande discrepância na frequência entre EPF e EPE. Ou seja, o grupo suprimiu à audiência relações que enriqueceriam a forma como as inscrições foram utilizadas na situação comunicativa em questão. Além disso, momentos em que EPF se sobressaem em relação ao EPE podem indicar uma alta familiaridade do aluno expositor com a inscrição, resultando em uma leitura transparente. Tais momentos foram identificados nas três EO analisadas.

Pode-se ainda detectar em todas as EO analisadas o desenvolvimento de duas habilidades de letramento gráfico: produzir inscrições e aplicar recursos semióticos para a produção de sentidos. Tais habilidades, segundo Olande (2014) e Roth *et al.* (2005) contribuem para o desenvolvimento do letramento gráfico dos estudantes, de forma que eles possam desenvolver apropriadamente atividades semióticas de leitura e avaliação de inscrições dentro e fora da sala de aula.

O número e os tipos de inscrições presentes na EO de cada grupo se diferenciam. A EO-G1 apresentou apenas 8 inscrições, sendo que 5 foram retirados do AOP (gráficos e tabelas). Este grupo apresentou o menor número de inscrições e também a menor variedade de inscrições em relação à EO-G2 e EO-G3. A EO-G2 teve o maior número de inscrições (14, sendo que 3 delas foram retiradas do AOP), em sua maioria fotografias e esquemas, enquanto na EO-G3 foram apresentadas 12 inscrições no total (quatro retiradas do AOP), sendo a maioria fotografias. Tanto o G2 quanto o G3 apresentaram inscrições de diferentes naturezas, o que pode fomentar nestes grupos um maior letramento gráfico em relação ao G1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da proposta de Lima e Queiroz (2021), podemos classificar o letramento gráfico durante a produção de gêneros orais em duas dimensões hierárquicas. A primeira seria a dimensão elementar, que representa aquela na qual os estudantes utilizam e enxergam as inscrições como ilustradores do conhecimento científico. Assim, o contato com diversos tipos de inscrições é limitado e o conhecimento desenvolvido durante uma EO não se relaciona com as mesmas, fazendo com que poucas habilidades se manifestem. Numa posição superior teríamos a dimensão analítica, na qual os estudantes enxergam e utilizam as inscrições como dados científicos, resultando em um contato e utilização de diversos tipos de inscrições e desenvolvimento do conhecimento na EO em torno das mesmas, permitindo com que diversas habilidades de letramento gráfico se manifestem.

Desta maneira, pode-se dizer que o G1 se encontra na dimensão analítica, tendo em vista que, apesar do baixo número de inscrições de diferentes naturezas durante a EO, todas elas sofreram efetivamente processos de leitura que se mostraram favoráveis para a produção de sentidos pela audiência. O G2 encontra-se também na dimensão analítica, dado que foi o grupo com maior número de inscrições e conseguiu apresentar inscrições de diferentes naturezas. Tanto o G1 quanto o G2 apresentaram boas relações entre EPF e EPE, indicando que estes grupos conseguiram relacionar as características estruturantes das inscrições com seus referentes. Em suma, podemos afirmar que os estudantes destes grupos enxergam e utilizam as inscrições como dados científicos, resultando em um contato e utilização de diversos tipos de inscrições, além de possuírem um senso de avaliação sobre como abordar e utilizar as inscrições fora e dentro da sala de aula.

O G3 encontra-se na dimensão elementar mesmo apresentando um maior contato com inscrições de diferentes naturezas dentre as EO analisadas. Além do baixo desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico, que foi observado nos três grupos, este foi o grupo que apresentou o menor número de inscrições que efetivamente sofreram leituras. Ainda, dentre as inscrições lidas, observou-se uma grande discrepância entre valores de EPE e EPF, indicando que este grupo encontrou dificuldades em transportar as estruturas salientadas no PE para o PF, isto é, estabelecer relações entre as inscrições e o mundo dos fenômenos e objetos.

A partir dos resultados obtidos deste trabalho é evidenciada a possibilidade de elaboração e aplicação de sequências de ensino pautadas na comunicação científica e desenvolvimento de gêneros orais para a promoção de habilidades relacionadas ao letramento gráfico no ensino de ciências. As discussões apresentadas podem ainda contribuir para a expansão de aportes teóricos-metodológicos que são capazes de auxiliar na reavaliação das atividades de ensino e aprendizagem executadas em cursos de ciências que visem o desenvolvimento de habilidades de letramento gráfico, bem como para a

sistematização do ensino do gênero EO em diversos contextos. O processo de elaboração de EO possibilita ao estudante autonomia para desenvolver e adaptar inscrições a fim de torná-las legíveis ao público-alvo, além de promover a percepção relativa à importância das inscrições não apenas como ilustradoras do conhecimento científico, mas principalmente como dados científicos e objetos auxiliares intrínsecos à prática científica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Processo 111451/2020-5).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Diário Oficial da União, 2001.
- FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.
- FROEHNER, S.; LEITHOLD, J.; LIMA JÚNIOR, L. F. Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2016–2019, 2007.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry-logical or psychological? **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. 310 p.
- LIMA, M. S.; QUEIROZ, S. L. LETRAMENTO GRÁFICO NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 170, 2021.
- LIMA, M. S.; QUEIROZ, S. L. Modelo semiótico de leitura de inscrições: aplicação na educação em química. **Química Nova**, v. 43, n. 7, p. 987-997, 2020.
- OLANDE, O. Graphical artefacts: taxonomy of students' response to test items. **Educational Studies in Mathematics**, v. 85, n. 1, p. 53-74, 2014. o: Relume Dumará, 1997. 310 p.
- PAULA, A. J. A. et al. Utilização de argilas para purificação de biodiesel. **Química Nova**. 2011, v. 34, n. 1, pp. 91-95.
- ROTH, W. M. Competent workplace mathematics: how signs become transparent in use. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 8, n. 2, p. 161-189, 2003.
- ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to an integrative concept of literacy. **Journal of curriculum studies**, v. 34, n. 1, p. 1-24, 2002.
- ROTH, W. M., Pozzer-Ardenghi, L., & Han, J. Y. **Critical graphicacy: Understanding visual representation practices in school science (Vol. 26)**. Springer Science & Business Media. OLAN, 2005.
- ROTH, W. M.; BOWEN, G. M. Professionals read graphs: a semiotic analysis. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 32, n. 2, p. 159-194, 2001.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a extensão do letramento gráfico de estudantes do curso de Bacharelado em Química em uma disciplina de comunicação científica durante exposições orais elaboradas a partir da leitura de artigos originais de pesquisa sobre a temática biodiesel. A análise consistiu em: classificar as inscrições (representações visuais) em decorativa, ilustrativa ou complementar; descrever os sentidos produzidos durante a leitura de inscrições; e na classificação dos tipos de leituras de inscrições em transparente, competente ou problemática. Os resultados indicam que dois dos grupos analisados encontram-se na dimensão analítica do letramento gráfico e um na dimensão elementar. Resultados deste trabalho podem contribuir na construção de ações que promovam o letramento gráfico.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar el grado de alfabetización gráfica de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química en una disciplina de comunicación científica durante presentaciones orales elaboradas a partir de la lectura de artículos originales de investigación sobre el tema del biodiesel. El análisis consistió en: clasificar las inscripciones (representaciones visuales) en decorativas, ilustrativas o complementarias; describir los significados que se producen al leer las inscripciones; y en clasificar los tipos de lecturas de inscripción en transparentes, competentes o problemáticas. Los resultados indican que dos de los grupos analizados se encuentran en la dimensión analítica de alfabetización gráfica y uno en la dimensión elemental. Los resultados de este trabajo pueden contribuir a la construcción de acciones que promuevan la alfabetización gráfica.