

## ESTUDOS

# Roteiros experimentais imagéticos: contribuições semióticas sobre o ensino de reações químicas para alunos surdos

Leonardo Matos Ferreira<sup>I,II</sup>

Gustavo Fernandes Rodrigues<sup>III,IV</sup>

Lidiane de Lemos Soares Pereira<sup>V,VI</sup>

Claudio Roberto Machado Benite<sup>VII,VIII</sup>

<https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.105.6008>

### Resumo

O estudo se propõe a analisar, à luz da semiótica peirceana, a compreensão conceitual sobre as reações químicas e as diferentes evidências que comprovam suas ocorrências, com base na realização de experimentos orientados por roteiros imagéticos contendo procedimentos experimentais descritos com recursos visuais. A investigação com elementos da pesquisa participante foi desenvolvida em um centro educacional bilíngue de surdos e contou com a participação de nove alunos da 2ª série do ensino médio, a professora regente, um professor em formação inicial e um em formação continuada. Os dados consistiram na transcrição das

<sup>I</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. *E-mail*: <matosleonardo@discente.ufg.br>; <<https://orcid.org/0000-0001-8338-9020>>.

<sup>II</sup> Graduado em Química – Licenciatura pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>III</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. *E-mail*: <gustavofr@discente.ufg.br>; <<https://orcid.org/0009-0006-1229-8256>>.

<sup>IV</sup> Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>V</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Anápolis, Goiás, Brasil. *E-mail*: <lidiane.pereira@ifg.edu.br>; <<https://orcid.org/0000-0002-8471-7169>>.

<sup>VI</sup> Doutora em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>VII</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. *E-mail*: <claudiobenite@ufg.br>; <<https://orcid.org/0000-0002-7794-2202>>.

<sup>VIII</sup> Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Goiás, Brasil.

interações discursivas coletadas por meio da videogravação e foram submetidos à análise da conversação. Os resultados demonstram que os alunos surdos conseguem executar autonomamente os experimentos por meio do roteiro imagético e evidenciam a manifestação dos conceitos peirceanos de primeiridade, secundidade e terceiridade durante a realização da intervenção pedagógica, o que comprova a potencialidade do uso do roteiro experimental imagético para a elaboração conceitual dos alunos surdos.

Palavras-chave: recursos visuais; Química; Peirce; surdez.

---

## **Abstract**

### **Experimental imagery scripts: semiotic contributions on teaching chemical reactions to deaf students**

*The study proposes to analyze, in light of Peircean semiotics, the conceptual comprehension of chemical reactions and the different evidence that proves their occurrence, by carrying out experiments guided by imagery scripts containing experimental procedures described with visual resources. Our investigation employs elements of participatory research and was developed in a bilingual educational center for the deaf, while the participants were nine second-year high school students, the head teacher, a teacher in initial training and another in continuing training. Data consisted of the transcription of discursive interactions collected from video recordings, which were subjected to conversation analysis. Our results demonstrate that deaf students are able to autonomously execute experiments based on the imagery script, illustrating the manifestation of Peirce's concepts of firstness, secondness and thirdness during pedagogical intervention, ultimately proving the potential of using imagery experimental scripts for the conceptual elaboration of deaf students.*

Keywords: visual resources; Chemistry; Peirce; deafness.

---

## **Resumen**

### **Guiones de imágenes experimentales: contribuciones semióticas para la enseñanza de reacciones químicas a estudiantes sordos**

*El estudio propone analizar, a la luz de la semiótica peirceana, la comprensión conceptual de las reacciones químicas y las diferentes evidencias que prueban sus ocurrencias, a partir de la realización de experimentos orientados por guiones de imágenes que contienen procedimientos experimentales descritos con recursos visuales. La búsqueda con elementos de investigación participativa se desarrolló en un centro educativo bilingüe para sordos y contó con la participación de nueve estudiantes de segundo año de secundaria, la profesora titular, un docente en formación inicial y otro en formación continua. Los datos consistieron en la transcripción de interacciones discursivas recopiladas mediante grabación de vídeo y fueron sometidas a análisis de conversación. Los resultados indican que los estudiantes sordos son capaces de llevar a cabo experimentos basados en el guion de imágenes y demuestran la manifestación de los conceptos peirceanos de*

*primeridad, segundidad y terceridad durante la intervención pedagógica, concluyendo el potencial del uso del guion experimental de imágenes para la elaboración conceptual de los estudiantes sordos.*

*Palabras clave: recursos visuales; Química; Peirce; sordera.*

---

## Introdução

A realidade escolar é complexa e multifacetada. Um dos elementos que corrobora esse fato é a heterogeneidade em sala de aula, em que as turmas são constituídas por alunos com características distintas entre si. Contudo, nesse cenário, uma parcela é excluída do processo educacional ou não aprende, em muitos casos, em virtude de suas especificidades. Tal situação reforça a necessidade da educação inclusiva (EI), que pode ser definida como o “processo de inclusão de indivíduos em situação de deficiência, negros, índios, migrantes e trabalhadores braçais na rede comum de ensino em todos os seus graus” (Pereira; Benite; Benite, 2011, p. 48).

Os princípios da EI se baseiam no fato de que toda pessoa aprende e tem direito de acesso à educação. A surdez é uma das necessidades educacionais específicas contempladas pela EI e com normas particulares descritas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996). Assim, faz-se necessário pontuar as definições de pessoa surda e com deficiência auditiva descritas no Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005, que afirma:

Art. 2º Para os fins deste Decreto, considera-se pessoa surda aquela que, por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais – Libras.

Parágrafo único. Considera-se deficiência auditiva a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz. (Brasil, 2005).

A língua portuguesa (falada e escrita) é utilizada como canal de comunicação prioritário de ensino nas salas de aula regulares. Desse modo, os alunos surdos ficam em desvantagem quando comparados com os ouvintes, no que diz respeito ao acesso ao conhecimento. No que tange ao ensino de Química, cabe citar que esses alunos muitas vezes não participam efetivamente das aulas experimentais, porque, entre outros motivos, os roteiros que descrevem os experimentos não são acessíveis e o professor ouvinte comumente não consegue se comunicar com esse público e, conseqüentemente, ensiná-lo. Vale salientar que:

[...] a Libras, como toda língua de sinais, é uma língua de modalidade gestual-visual porque utiliza, como canal ou meio de comunicação, movimentos gestuais e expressões faciais que são percebidos pela visão; portanto, diferencia-se da língua portuguesa, que é uma língua de modalidade oral-auditiva por utilizar, como canal ou meio de comunicação, sons articulados que são percebidos pelos ouvidos. Mas, as diferenças não estão somente na utilização de canais distintos, estão também nas estruturas gramaticais de cada língua. (Felipe, 2005, p. 21).

Nesse sentido, é crucial pontuar que a utilização de recursos visuais na educação de surdos é uma estratégia efetiva para ensinar e aprender, haja vista que o “olhar assume importância sem igual. É o primeiro e mais importante meio de comunicação dos sujeitos surdos com o mundo” (Buzar, 2009, p. 45). No âmbito das Ciências Exatas e da Natureza, estudos relatam, direta ou indiretamente, a relevância das interações mediadas pela visão como proposta de ensino para alunos surdos (Costa, 2016; Fernandes; Freitas-Reis, 2017; Macedo; Almeida, 2020; Mendonça; Oliveira; Benite, 2017; Vilela-Ribeiro *et al.*, 2014; Pereira; Benite; Benite, 2011).

Diante do exposto, surge o seguinte questionamento: considerando a Química uma ciência teórico-prática com linguagem simbólica própria, como os recursos visuais podem contribuir com a participação autônoma e a aprendizagem dos alunos surdos em atividades experimentais? Neste estudo, sinalizamos que a semiótica, mais especificamente aquela estudada sob a ótica do pedagogo americano Charles Sanders Peirce, pode ser um instrumento utilizado para analisar tal questão. Argumentamos que a semiótica pode possibilitar ponderações sobre a importância dos signos, tratados aqui os signos visuais, na comunicação entre indivíduos (Santaella, 2002).

No entanto, a correlação entre recursos visuais, semiótica, ensino e aprendizagem de sujeitos surdos e a Química é pouco observada nas atividades experimentais; com isso, torna-se necessário refletir sobre esse cenário. Sendo assim, o objetivo deste estudo é analisar, à luz da semiótica peirceana, a compreensão conceitual sobre as reações químicas e as diferentes evidências que comprovam suas ocorrências, a partir da realização de experimentos orientados por roteiros imagéticos contendo procedimentos experimentais descritos por meio de recursos visuais.

Tal proposta se justifica não só pela dificuldade de comunicação entre professor ouvinte e aluno surdo, como também pelo fato de que a Química é uma área do conhecimento com linguagem própria e com poucas terminologias que fazem parte do dicionário da Língua Brasileira de Sinais (Libras), sendo um “elemento dificultador da construção de sentidos dos conceitos químicos e, conseqüentemente, sua tradução do português para Libras” (Sousa; Silveira, 2011, p. 38).

## Metodologia

Este estudo contém elementos de uma pesquisa participante (PP) em que os pesquisadores são professores de Química que participam, investigam e realizam intervenções no grupo estudado (turma de alunos surdos). Esse tipo de metodologia consiste em uma “tentativa de colocar o observador e o observado do mesmo lado, tomando-se o observador um membro do grupo de molde a vivenciar o que eles vivenciam e trabalhar dentro do sistema de referência deles” (Mann, 1970, p. 96).

Tal escolha metodológica está relacionada com a necessidade de formação docente para atuar numa perspectiva inclusiva, em que professores de Química refletem a própria prática com o intuito de construir conhecimento, melhorar a mediação pedagógica e elaborar estratégias e recursos didáticos para trabalhar com grupos sociopoliticamente excluídos, nesse caso, os surdos. O modelo de PP proposto neste trabalho (Le Boterf, 1984) se divide em quatro fases, e as suas descrições teóricas e o modo com que foram realizadas estão expostos no Quadro 1.

### Quadro 1 – Descrição teórica e prática das quatro fases da pesquisa participante (PP) nesta investigação

Fases	Descrição teórica*	Descrição prática
Primeira	Montagem institucional e metodológica da PP	<ul style="list-style-type: none"> <li>A região a ser estudada foi delimitada.</li> <li>O projeto de pesquisa foi discutido com os representantes da instituição: direção e professora regente de Química.</li> <li>Os objetivos, conceitos e métodos da pesquisa foram definidos.</li> <li>Um cronograma de operações foi elaborado.</li> </ul>
Segunda	Estudo preliminar e provisório da região e da população envolvidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foi feito o acompanhamento de algumas turmas de alunos surdos para, então, delimitar o grupo estudado: alunos do segundo ano do ensino médio.</li> <li>Foi feita a identificação da estrutura social, dos problemas e das necessidades de aprendizagem de Química na população estudada.</li> </ul>
Terceira	Análise crítica dos problemas que a população considera prioritários e que seus membros desejam estudar e resolver	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foi feito um levantamento acerca do que já se sabe sobre a situação-problema analisada e o que poderia ser feito para sanar aquilo que ainda não foi resolvido.</li> <li>Possíveis estratégias de ação foram traçadas com o apoio do grupo de pesquisa guiado pelo orientador.</li> </ul>
Quarta	Programação e aplicação de um plano de ação que contribua para a solução dos problemas encontrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diante do cenário e do contexto sociopolítico do grupo estudado, foi elaborada uma medida para melhorar a aprendizagem de Química em curto e médio prazos.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base em Le Boterf (1984).

O plano de ação descrito na quarta fase do modelo de PP exposto consistiu em uma intervenção pedagógica (IP) realizada em uma escola pública bilíngue para surdos. Nessa IP, foram ministrados três experimentos na temática de reações químicas discutindo, especificamente, as evidências que podem comprovar ou indicar suas ocorrências. Tais experimentos estão descritos nos Quadros 2, 3 e 4.

### Quadro 2 – Descrição do experimento I

Critérios	Observações
Tempo	25 minutos.
Temática	Reação química com formação de precipitado.
Metodologia	Adiciona-se uma alíquota de uma solução de cloreto de cálcio em um tubo de ensaio e, em seguida, adiciona-se uma alíquota de uma solução de carbonato de sódio ao mesmo tubo. Por fim, agita-se o tubo.
Fenômeno ocorrido e explicação conceitual	O cloreto de cálcio reage com o carbonato de sódio com favorecimento termodinâmico e cinético. Com isso, é formado um precipitado branco, que é o carbonato de cálcio, conforme observado na equação química da reação: $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{NaCl}(\text{aq})$
Recursos	1 tubo de ensaio, 1 balão volumétrico com a solução de $\text{CaCl}_2$ 0,5 M e 1 balão volumétrico com a solução de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 0,5 M.

Fonte: Elaboração própria.

### Quadro 3 – Descrição do experimento II

Critérios	Observações
Tempo	25 minutos.
Temática	Reação química com liberação de gás.
Metodologia	Adiciona-se bicarbonato de sódio em um balão e vinagre em um erlenmeyer. Depois, encaixa-se a “boca” do balão na “boca” do erlenmeyer, fazendo com que os dois reagentes entrem em contato.
Fenômeno ocorrido e explicação conceitual	No vinagre, há a presença do ácido acético, que, ao reagir com o bicarbonato de sódio, produz o gás carbônico, conforme reação química descrita a seguir. Portanto, o balão começa a encher quando esses dois reagentes entram em contato: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
Recursos	Bicarbonato de sódio, 1 balão, vinagre 4% (m/m) e 1 erlenmeyer.

Fonte: Elaboração própria.

### Quadro 4 – Descrição do experimento III

Critérios	Observações
Tempo	25 minutos.
Temática	Reação química com mudança de coloração.
Metodologia	Em um tubo de ensaio, adiciona-se uma alíquota de uma solução de permanganato de potássio. Em seguida, adiciona-se uma alíquota de vinagre ao mesmo tubo. Por fim, adiciona-se uma alíquota de água oxigenada.
Fenômeno ocorrido e explicação	Em meio ácido, o permanganato de potássio reage com o peróxido de hidrogênio formando duas substâncias em meio aquoso, conforme a reação química a seguir. Logo, é observada a mudança da cor roxa para outras duas cores: uma fase incolor e a outra branca: $2 \text{KMnO}_4(\text{s}) + 5 \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + 6 \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + 2 \text{CH}_3\text{COOK}(\text{aq}) + 5\text{O}_2(\text{g})$
Recursos	1 tubo de ensaio, 1 balão volumétrico com a solução de $\text{KMnO}_4$ 0,5M, água oxigenada 30 volumes e vinagre 4% (m/m).

Fonte: Elaboração própria.

Os sujeitos da investigação pertencem a uma turma do 2º ano do ensino médio composta por nove alunos surdos (A1, A2, A3... A9), os quais foram divididos em três grupos, cada um responsável por realizar e conduzir a discussão de um dos experimentos supracitados com os demais colegas, de modo que, ao final da IP, todos pudessem acompanhar todos os experimentos, seguidos de suas discussões e explicações conceituais. Importa ressaltar que a IP teve como pano de fundo a abordagem dos três níveis do conhecimento químico: o macroscópico, o microscópico e o simbólico (Johnstone, 1982).

A elaboração da IP foi baseada na singularidade visuoespacial dos surdos. Logo, os roteiros experimentais que possibilitaram aos alunos surdos realizarem os experimentos de maneira autônoma foram imagéticos, e as explicações conceituais dos conteúdos e os demais diálogos foram realizados utilizando a Libras, com o apoio de imagens.

A IP foi planejada por professores em formação inicial (PFI) e continuada (PFC) do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI) do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, com o suporte da professora de Química (PQ) regente de um

centro bilíngue de educação de surdos, local onde a IP foi desenvolvida. Os três professores são sujeitos ouvintes, PFC e PQ são fluentes em Libras e PFI possui apenas conhecimentos básicos oferecidos pela disciplina de Libras do curso de Química – Licenciatura. Sobre a dinâmica de realização da IP, PFI assumiu o papel de professor de Química, PFC o de intérprete português-Libras (PFI-alunos) e PQ atuou na interpretação inversa, Libras-português (alunos-PFI). Assim, PFC e PQ assumiram a função de intérprete de Libras, que é “a pessoa que traduz e interpreta a língua de sinais para a língua falada e vice-versa em qualquer modalidade que se apresentar (oral ou escrita)” (Pereira; Benite; Benite, 2011, p. 50).

Quanto à coleta de dados, a aula foi gravada em áudio e vídeo mediante consentimento prévio dos envolvidos e de seus representantes. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) exige que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) seja entregue aos responsáveis e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Tale) aos menores. Então, os dois precisam estar cientes e autorizar sua participação na pesquisa, porque os resultados desta investigação dependeram de comentários, dúvidas, discussões e debates em sala, que foram, nesse caso, realizados em Libras. Logo, foi necessária a videogravação de dois ângulos diferentes: uma com foco nos alunos para captação de suas ações e percepções referentes aos fenômenos observados no experimento e outra com foco nos professores que conduziam a discussão investigativa acerca das percepções dos alunos. A videogravação foi posteriormente transcrita para a língua portuguesa e a conversa foi analisada (Marcuschi, 2000).

Cabe pontuar que a semiótica peirceana foi utilizada neste estudo com o intuito de verificar como os alunos realizaram a semiose (processo de significação do signo) e como isso impactou na autonomia na aula de Química.

## **Roteiro experimental imagético: uma proposta semiótica**

Como forma de expressão da cultura humana, as imagens são permeadas de mensagens visuais, podem ser imaginárias (representações mentais) ou concretas (representações visuais) e são sempre produzidas ou interpretadas, porque “não há imagens como representações visuais que não tenham surgido de imagens na mente daqueles que as produziram, do mesmo modo que não há imagens mentais que não tenham alguma origem no mundo concreto dos objetos visuais” (Santaella; Nöth, 2001, p. 15).

A imagem é um tipo de linguagem repleta de signos, que é “algo que, sob certo aspecto ou de algum modo, representa alguma coisa para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente ou talvez um signo melhor desenvolvido” (Peirce, 1971, p. 94). Elas estabelecem relações com as pessoas que, a todo momento, usam recursos semióticos para interpretá-las e significá-las. Assim, a atribuição de significados e sentidos àquilo que está ao redor ocorre por meio da relação triádica: signo, objeto e interpretante.

Segundo Santaella (1992, p. 189), um signo:

[...] intenta representar, em parte (pelo menos), um objeto que é, portanto, num certo sentido, a causa ou determinante do signo, mesmo que o signo represente o objeto falsamente. Mas dizer que ele representa seu objeto, implica que ele afete uma mente, de tal modo que, de certa maneira, determina naquela mente algo que é mediatamente devido ao objeto. Essa determinação da qual a causa imediata ou determinante é o signo e da qual a causa mediata é o objeto pode ser chamada interpretante.

Nessa direção, um signo tem “uma materialidade que percebemos com um ou vários de nossos sentidos. É possível vê-lo (um objeto, uma cor, um gesto), ouvi-lo (linguagem articulada, grito, música, ruído), senti-lo (vários odores: perfume, fumaça), tocá-lo ou ainda saboreá-lo” (Joly, 1996, p. 32).

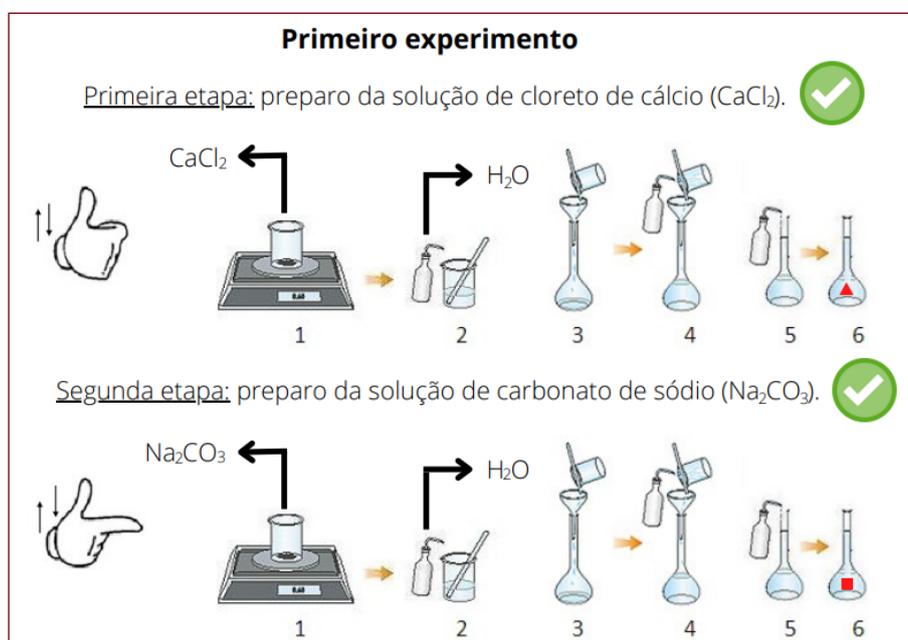
Neste estudo, a semiótica peirceana atuará como instrumento analítico de signos visuais utilizados no roteiro experimental imagético (REI), sobretudo, para orientação dos procedimentos experimentais sobre reações químicas. Isso porque entendemos que a singularidade visuoespacial é a “capacidade específica que possibilita às pessoas surdas o desenvolvimento e a compreensão do mundo” (Macedo; Almeida, 2020, p. 85).

Para Peirce (1978 *apud* Joly, 1996, p. 33), o signo é “algo que está no lugar de alguma coisa para alguém, em alguma relação, ou alguma qualidade”. No contexto investigado, inferimos que o uso de signos visuais pode se tornar um grande aliado dos professores de Química, pois, se bem utilizados, podem auxiliar o aluno surdo no acesso ao conhecimento, na participação em atividades propostas e no processo de comunicação com sujeitos ouvintes.

Na Química, ciência teórico-prática, os experimentos possuem caráter pedagógico no ensino de conceitos e, comumente, são acompanhados por roteiros que orientam na linguagem química e verbal o passo a passo da atividade que deve ser realizada na bancada do laboratório. E como incluir alunos surdos em aulas experimentais?

Defendemos aqui a necessidade da elaboração de REI como ferramenta cultural de acessibilidade, pois as imagens para os alunos surdos podem gerar significados para além de seus elementos constitutivos, ou seja, os significados são “adquiridos quando esses elementos são consumidos, vistos e interpretados” (Sturken; Cartwright, 2001, p. 205, tradução nossa).

No REI do experimento I, a primeira e a segunda etapas representam procedimentos experimentais do preparo das soluções de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Figura 1).



**Figura 1 - Descrição da primeira e da segunda etapas do experimento I no roteiro experimental imagético**

Fonte: Elaboração própria.

Nota: O sinal de verificação está na cor verde e o signo de balão volumétrico aparece isoladamente acima do número 6. As imagens das mãos sinalizam a ordem das etapas “primeira” e “segunda”, em Libras

Como início de discussão, apontaremos alguns aspectos semióticos que permeiam o REI elaborado para o ensino de Química envolvendo alunos surdos, com base na relação do signo com o seu objeto, em que o signo é denominado por Peirce (2005) de ícone, índice ou símbolo. Fundamentados no autor,

[...] um ícone é um signo que se refere ao objeto que denota apenas em virtude de seus caracteres próprios, caracteres que ele igualmente possui quer um tal objeto realmente exista ou não. [...] Um índice é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto. [...] Um símbolo é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de uma lei, normalmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o símbolo seja interpretado como se referido àquele objeto. (Peirce, 2005, p. 52).

Sendo assim, os signos classificados como ícones são aqueles que têm analogia com o objeto, apresentando semelhança física com aquilo que representam (Benite *et al.*, 2022). No REI, a imagem do “balão volumétrico” que aparece na Figura 1, por exemplo, é uma vidraria de laboratório que tem o formato semelhante ao de uma pequena garrafa (ícone).

Os índices são os signos que possuem qualquer vestígio físico direto com o seu objeto, mantendo “uma relação causal de contiguidade física com o que representam” (Joly, 1996, p. 35). No REI, o balão volumétrico é um utensílio de laboratório comumente usado para preparar e armazenar soluções (o índice), constituídas por soluto (substância que será dissolvida) e solvente (substância que dissolve). No REI, os solutos ( $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) são representados por sólidos e o solvente ( $\text{H}_2\text{O}$ ) por líquido, que, colocados e agitados no mesmo recipiente, provocam a dissolução e a formação de uma solução líquida, ou seja, a sequência de itens de 1 a 6, nas etapas 1 e 2, caracterizam a ordem de ações no preparo das soluções.

Os símbolos são signos que “estão relacionados a uma lei, regra ou convenção, são abstratos” (Benite *et al.*, 2022, p. 174), como as fórmulas moleculares  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (cloreto de cálcio e carbonato de sódio, respectivamente) dos solutos e  $\text{H}_2\text{O}$  (água) do solvente, linguagem universal da Química que exprime proporcionalmente as combinações e as quantidades dos elementos das substâncias usadas no experimento.

A imagem enquanto signo icônico atua como instrumento de comunicação e expressão, constituindo-se como mensagem visual para si ou para o outro, mas, para que seja compreendida, é necessário saber qual conteúdo será abordado e para quem está sendo produzida. Notoriamente, o processo de ensino e aprendizagem é complexo e acontece de acordo com a intencionalidade do professor. Neste estudo, ressaltamos que o conhecimento químico é simbólico por natureza e poucos são os sinais-termo<sup>1</sup> correspondentes em Libras para o ensino de alunos surdos (Paiva *et al.*, 2023).

Situação posta, durante o planejamento das intervenções, os REIs tiveram o propósito de conferir autonomia aos alunos na realização dos experimentos; porém, com a mediação do professor. Para isso, foram preparadas explicações em Libras para acompanhar a articulação de um conjunto de signos icônicos que compuseram as etapas do roteiro com o intuito de possibilitar a significação do conteúdo abordado, conforme a percepção dos alunos.

<sup>1</sup> Termo criado para, na Língua Brasileira de Sinais, denotar conceitos contidos nas palavras simples, compostas, símbolos ou fórmulas, usados nas áreas especializadas do conhecimento e do saber (Santos, 2017).

Ressaltamos que a realização do experimento I, quando comparada à dos experimentos II e III, foi a que mais demandou intervenções de PFI e PFC, no que diz respeito ao entendimento do propósito do REI pelos alunos. Isso porque, em primeiro lugar, na falta de vivência para atuar na inclusão, a realidade conferida aos professores em sala de aula é sempre relativa, pois suas (re)construções são decorrentes das múltiplas interpretações dos envolvidos, considerando sua(s) especificidade(s), ou seja, a validação de uma primeira versão aplicada do REI foi essencial para sinalizar ajustes necessários para uma nova proposta (construção e aplicação de novos REIs).

Em segundo lugar, a falta de afinidade dos alunos com a experimentação e de sinais-termo que representem a linguagem Química demonstra que eles talvez ainda não entendam as reais contribuições da atividade para a aprendizagem nem como realizá-la. Assim, a significação vai depender do grau de envolvimento dos alunos, que deve ser mediado pelo professor, e as características dos recursos didáticos propostos, como ocorreu com o grupo 1 (A1, A2 e A7), o qual precisou articular pela primeira vez o “complexo sistema de códigos e as convenções que normalmente ignoramos” (Chandler, 2002, p. 15) quando não incorporamos a experimentação nas aulas de Química. O extrato 1, a seguir, demonstra a tentativa dos alunos de compreenderem o que deveria ser feito na etapa 3.

#### Extrato 1

PFI (traduzido por PFC): Com base no roteiro, o que vocês precisam fazer agora?

A2 (traduzido por PQ): Precisamos misturar.

PFI (traduzido por PFC): E, no roteiro, qual das duas soluções você precisa adicionar ao tubo de ensaio primeiro?

(A2 aponta para a solução de  $\text{CaCl}_2$ ).

PFI (traduzido por PFC): Por quê?

A2 (traduzido por PQ): Precisa misturar para acontecer a reação!

(A2 verte a solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  do balão volumétrico no tubo de ensaio onde já se encontra a solução de  $\text{CaCl}_2$ , seguido dos demais grupos, e todos observam a ocorrência do fenômeno).

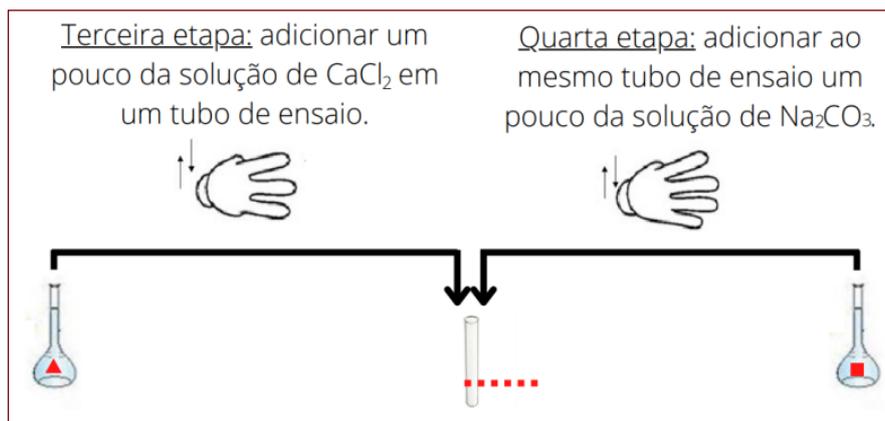
Concordamos com Sturken e Cartwright (2001) quando argumentam que a compreensão com base na interpretação só ocorre se mediada por outra interpretação, ou seja, no processo de mediação, é por meio do compartilhamento de experiências e conhecimentos assimétricos entre pares que ocorre o desenvolvimento do sujeito.

Além disso, no caso dos alunos surdos, o que falta, “sem sombra de dúvidas, é o acesso à língua que dominem e que lhes permita pensar com todas as complexidades necessárias, disponíveis como são para qualquer um” (Botelho, 2016, p. 53-54). Mas será que o professor está preparado para atuar com essa especificidade?

Nossos resultados demonstram que a fluência de PFC e PQ em Libras, para além da formação em Ciências/Química, foi essencial na dinâmica de mediação para que não houvesse equívocos no processo de significação dos alunos em virtude da falta de fluência em Libras de PFI, já que “conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes” (Driver *et al.*, 1999, p. 34). Ou seja, a falta de fluência em Libras do professor de Química dificulta o processo de mediação nas aulas envolvendo alunos surdos.

Partindo dessa teoria, a proposta de articulação de imagens no REI proporcionou a possível interpretação e o entendimento conceitual dos alunos acerca do que elas significam (etapas dos experimentos sobre ocorrências de reações químicas), para além da tentativa de minimizar as dificuldades do professor que não tem fluência em Libras, condição da maioria dos formandos dos cursos de Química – Licenciatura no Brasil.

No extrato 1, o entendimento correto de A2 quanto ao ato de misturar duas soluções pode estar relacionado à boa disposição espacial das setas (signo icônico) no REI, uma vez que havia duas setas, partindo uma de cada solução, ambas em direção ao tubo de ensaio, dando a ideia do ato de misturar (Figura 2).



**Figura 2 – Descrição da terceira e da quarta etapas do experimento I no roteiro experimental imagético**

Fonte: Elaboração própria.

Nota: As imagens das mãos sinalizam “terceiro” e “quarto” em Libras.

Importa destacar que a ordem da adição das soluções de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ao tubo de ensaio não apresentaria mudanças quanto ao fenômeno a ser observado. No entanto, adicionar primeiro a solução de  $\text{CaCl}_2$  indica que os alunos estavam acompanhando corretamente a ordem das etapas descritas no REI (A2 aponta para a solução de  $\text{CaCl}_2$ ).

Por outro lado, a reta tracejada de cor vermelha na horizontal situada em cima da vidraria no experimento I (Figura 2) não cumpriu a função desejada: limitar o volume final exigido no experimento após a mistura proporcional das soluções. Isso porque os alunos adicionaram volumes diferentes de soluções, obtendo, no final, volume superior ao esperado, o que não ocorreu no experimento II, em que A3, A8 e A9 adicionaram o volume de solução que estava sendo exigido pela linha tracejada no roteiro com orientação de PFC.

Esse resultado demonstra que a imagem como mensagem visual repleta de signos é considerada instrumento de expressão e comunicação, ou seja, um tipo de linguagem. Sendo uma mensagem para o outro, o aluno surdo, coube a PFI e PFC considerarem, na elaboração do REI, as características do aluno e a função da mensagem visual criada na articulação das imagens que caracterizaram as etapas do experimento, que, segundo Joly (1996, p. 55), pode ser feito por meio de dois métodos: “o primeiro consiste em situar os diversos tipos de imagens no esquema da comunicação; o segundo, em comparar os usos da mensagem visual com os das principais produções humanas destinadas a estabelecer uma relação entre o homem e o mundo”.

Assim, defendemos que imagens articuladas num REI com o intento de representação do conhecimento químico (linguagem específica) podem, sim, caracterizar “entidades e ideias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da Ciência”, porém, “difícilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica” (Driver *et al.*, 1999, p. 32-33), o que coloca o professor como responsável legítimo pela introdução e inclusão dos alunos nessa cultura.

Ainda sobre a reta tracejada de cor vermelha, apresentamos uma hipótese para as diferentes interpretações desse mesmo signo visual que consiste no fato de que, no REI do experimento II, há por escrito o volume desejado ao lado do traço. Inferimos que quanto mais bem detalhadas e organizadas forem as etapas nos REIs e quanto maior o número de signos articulados em cada uma delas para orientar o procedimento experimental, melhor a compreensão do aluno acerca do que deve ser feito. Entendemos que “a realidade se torna manifesta por meio da mediação dos signos. Só temos acesso a alguns aspectos dela através de signos. Mas, ao mesmo tempo, a realidade é aquilo que determina ou impulsiona a produção de signos” (Peirce, 1971 *apud* Santaella, 2000, p. 44).

### ***O REI como instrumento de mediação no ensino de Química para surdos: contribuições semióticas***

A Química é uma ciência de natureza simbólica, que trata da matéria e de suas transformações, tanto no campo macroscópico – a ocorrência dos fenômenos e suas propriedades – quanto no campo microscópico – as composições atômico-moleculares dos materiais (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Neste estudo, argumentamos que aprender química não é decorar fórmulas e conteúdos, mas compreender como o conhecimento teórico explica os fenômenos que ocorrem no cotidiano e os diversos significados que podemos atribuir aos objetos (a matéria e suas transformações), já que estes permeiam os níveis macroscópico, microscópico e simbólico de interpretação (Johnstone, 1982). Salientamos, também, que o propósito de alunos surdos realizarem experimentos com o auxílio do REI é oportunizar a eles a autonomia de manipulação de técnicas e materiais de laboratório, bem como desenvolver a habilidade, a curiosidade investigativa e a interpretação teórica dos diversos fenômenos reproduzidos e observados, visto que:

[...] uma experiência difere de uma simples observação pelo fato de que o conhecimento que uma observação nos fornece parece apresentar-se por si mesmo, ao passo que aquele que a experiência nos fornece é fruto de uma tentativa que se faz com o propósito de ver se uma coisa é ou não. (Zimmermann, 1818, *apud* Prestes, 2006, p. 235).

Vários são os fatores que influenciam o processo de ensino e aprendizagem, como: a interação professor-aluno e aluno-aluno, o contexto de aprendizagem e os instrumentos específicos utilizados pelo professor durante a mediação. Sobre a mediação e os instrumentos para a educação de surdos, alegamos a importância da visualidade, afinal “sua comunicação é viso-gestual e produz inúmeras formas de apreensão, interpretação e narração do mundo a partir de uma cultura visual” (Campello, 2008, p. 91). Nesse sentido, defendemos a necessidade de recursos didáticos inclusivos para que as relações de ensino e aprendizagem sejam

realizadas de modo satisfatório e, conseqüentemente, possam contribuir com os processos de comunicação.

Concordamos com Botelho (2016, p. 51) que a “constituição dos sujeitos surdos é dada também por sua inserção em práticas pedagógicas” e a crença de que possuem dificuldade de abstração, característica do conhecimento químico, está comumente relacionada a experiências linguísticas desastrosas e propostas educacionais insatisfatórias.

Para evitar que isso aconteça, os recursos visuais vêm sendo usados em atividades de ensino com o objetivo de ajudar esses sujeitos no desenvolvimento linguístico e cognitivo, incentivando, também, a criação de recursos culturais que auxiliem na constituição de um ambiente apropriado para o desenvolvimento da identidade surda e fomentando o hábito da utilização de estratégias adequadas para sua participação, “tendo em vista que se diferencia constituindo significantes, significados, valores, estilos, atitudes e práticas” (Thoma *et al.*, 2014, p. 13).

Nesse sentido, cabe ao professor de Química criar condições para que o contato desses alunos com as imagens não seja entendido apenas como uma simples observação dos experimentos imediatos, mas que sua interpretação vá “além daquilo que as imagens representam em sua forma física e concreta, de modo a atingir as representações provenientes dos elementos do ambiente circundante” (Leão; Sofiato; Oliveira, 2017, p. 61).

Para isso, sugerimos neste estudo que o preparo do REI deve ser fundamentado tanto nas contribuições teóricas acerca da especificidade quanto nos princípios da semiótica como conjunto de conhecimentos que evidenciam suas representações e, nesse cenário, o papel do professor é o de “ensinar a disciplinar o olhar (para ver ‘bem’ o que ‘deve’ ser visto) e que outorgam, como moeda de câmbio a recompensa à submissão disciplinar, o gozo derivado de decifrar o ‘enigma’ associado ao poder ‘ver’ além da superfície do que se vê” (Hernández, 2011, p. 35).

Partindo desse pressuposto, a semiótica visa investigar “o modo de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido” (Santaella, 1983, p. 15). Entretanto, antes de seguirmos adiante, importa-nos evidenciar o que vem a ser um fenômeno químico presente no experimento e o destacado por Peirce nos estudos semióticos, ambos mencionados neste artigo.

Os fenômenos químicos são transformações provocadas “pelo favorecimento de novas interações entre as partículas constituintes da matéria, nas mais diversas situações” (Maldaner; Piedade, 1995, p. 15), que podem ser naturais ou artificiais, em que os artificiais se fazem “por uma dupla via, instrumental e teórica: há um instrumento mediando a relação sujeito-objeto e uma teoria capaz de permitir a compreensão do fenômeno e do instrumento” (Lopes, 1995, p. 7).

Contudo, no ensino, os fenômenos reproduzidos nos experimentos têm caráter pedagógico, em que são verificados, geralmente, apenas indícios de suas ocorrências por meio de variação de temperatura, formação de sólido, liberação de gases, mudança de cor, aspectos que podem ser comumente identificados pela observação visual, fomentando, entre outras questões, o entendimento acerca do caráter investigativo dessa ciência e, principalmente, a aprendizagem de conceitos.

Já nos estudos semióticos, o fenômeno é tudo aquilo que se revela à mente “de algum modo e em qualquer sentido” (Peirce, 2005, p. 41), é:

[...] qualquer coisa que apareça, seja ela externa (uma batida na porta, um raio de luz, um cheiro de jasmim), seja ela interna ou visceral (uma dor no estômago, uma lembrança ou reminiscência, uma expectativa ou desejo), quer pertença a um sonho, ou uma ideia geral e abstrata da Ciência. (Santaella, 1983, p. 41).

A relação e o entendimento dos signos das ciências agregam capacidades cognitivas, tanto de maneira informativa quanto para a apropriação de conhecimentos, por meio de experiências adquiridas quando introduzidos nessa “cultura por seus membros mais experientes” (Driver *et al.*, 1999, p. 34). Considerando a Química uma ciência empírica e abstrata, seu ensino envolve a elaboração de modelos imaginários referentes a conceitos que explicam, por exemplo, os fenômenos ocorridos nos experimentos em nível microscópico, ou seja, “explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.” (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000, p. 276).

Por conseguinte, argumentamos que no REI tanto as transformações químicas previstas para ocorrerem visualmente nos experimentos quanto os modelos abstratos (fórmulas, equações químicas) pensados para explicá-las podem ser considerados fenômenos sógnicos e categorizados semioticamente numa relação triádica de ideias: primeiridade, secundidade e terceiridade.

A primeiridade se refere ao contato imediato com o objeto (o fenômeno), *qualidade* contígua desprovida de julgamento ou análise. A secundidade diz respeito ao campo da existência no mundo, à qualidade corporificada em matéria, a qualquer sensação como *reação* ao estímulo causado pelo fenômeno. Já a terceiridade corresponde à síntese intelectual, ao entendimento em signos, à interpretação da *representação*<sup>2</sup> do fenômeno (Santaella, 1983).

Diante do exposto, no Extrato 2, PFI inicia a discussão sobre as observações visuais feitas pelos alunos durante o experimento, objetivando a aprendizagem acerca do que vem a ser uma reação química.

#### Extrato 2

PFI (traduzido por PFC): O que vocês estão observando?

(PFI aponta para o tubo de ensaio na mão de A2 após a mistura das soluções de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e, diante da observação visual dos alunos, enfatiza que ambas as soluções eram incolores antes da mistura).

A2 (traduzido por PQ): Tá diferente!

A7 (traduzido por PQ): Não sei, parece que criou algo... branco.

A2 (traduzido por PQ): Um aglomerado.

A6 (traduzido por PQ): Ficou um sistema bifásico.

(PFI escreve a equação química da reação na lousa colocando os símbolos triângulo e quadrado na cor vermelha acima dos respectivos reagentes que os representam).

A6 (traduzido por PQ): Ah sim. O antes e o depois.

PFI (traduzido por PFC): Olhando a equação química que representa a reação,

<sup>2</sup> Para Peirce (1958, apud Santaella, 1983, p. 45) “tudo que aparece à consciência, assim o faz numa gradação de três propriedades que correspondem aos três elementos formais de toda e qualquer experiência”: a qualidade, a relação e a representação. Posteriormente, os termos relação e representação foram substituídos por reação e mediação, respectivamente; mas, para efeito científico, são usados por Peirce os termos: primeiridade, secundidade e terceiridade.

qual desses produtos vocês acham que é o sólido branco que vocês observaram? (PQ sugere a PFI que aponte para os alunos as opções de substâncias que compõem os produtos gerados pela reação química).

A6 (traduzido por PQ): O primeiro (fazendo referência ao  $\text{CaCO}_3$ ).

A2 (traduzido por PQ): O segundo (fazendo referência ao  $\text{NaCl}$ ).

A7 (traduzido por PQ): É o  $\text{CaCO}_3$  porque está com o "s" na equação química.

PFI (traduzido por PFC): O  $\text{NaCl}$  é um sal e se dissolve em água. Já o  $\text{CaCO}_3$  é parcialmente insolúvel em água e se mantém no estado sólido na cor branca. Esse é um exemplo de reação química que forma um sólido chamado de precipitado.

Para Santaella e Cardoso (2020, p. 11), "a ação do signo geralmente ocorre entre duas partes, o emissor e o intérprete", que não precisam ser pessoas, mas geram um fluxo de signos.

Na IP, o experimento é o emissor, atividade que proporcionou o objeto do signo (o fenômeno observável, imediato, visual e imagético) aos alunos surdos que atuaram como intérpretes, mediados por PFI, investigando o fluxo de signos (a ocorrência da reação química), que é o pensamento interpretador (interpretante) das propriedades e dos comportamentos dos reagentes durante a formação dos produtos na reação.

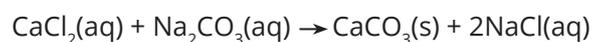
Sendo assim, a observação primeira da ocorrência do fenômeno proposta por PFI (PFI (traduzido por PFC): "O que vocês estão observando?") durante a realização do experimento, mistura das soluções de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  no mesmo tubo de ensaio, caracteriza a primeiridade, por possibilitar as impressões imediatas e espontâneas dos observadores: os alunos surdos. Ou seja, o primeiro contato visual dos alunos com o experimento, caracterizado pela impressão sensorial imediata (visualização da manifestação fenomênica), porém não reflexiva, permitindo-lhes acompanhar as qualidades do objeto: o comportamento dos reagentes para a formação dos produtos.

Continuamente, "em toda experiência, quer seja de objetos interiores ou exteriores, há sempre um elemento de reação ou segundo, anterior à mediação do pensamento articulado e subsequente ao puro sentir" (Santaella, 1983, p. 64). Esse elemento é a secundidade. No Extrato 2, as respostas imediatas de A2 e A7, incentivadas por PFI, dizem respeito às reações conscientes desses alunos acerca das observações visuais do fenômeno químico materializado, ação provocando reação carregada de surpresa (A2 (traduzido por PQ): "Tá diferente!") e conflito (A7 (traduzido por PQ): "Não sei, parece que criou algo... branco"; A2 (traduzido por PQ): "Um aglomerado!"). Aqui, a secundidade se traduziu na corporificação material do rearranjo dos átomos dos reagentes envolvidos para a formação de novas substâncias (os produtos) diferentes das iniciais (os reagentes), significando uma reação química.

A semiótica é uma área do conhecimento que estuda os signos, as linguagens "que têm por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido" (Santaella, 1985, p. 14). Sendo assim, a apropriação conceitual na aula de Química está "principalmente, não somente, no nível de categorização de terceiridade, na capacidade do indivíduo de interpretar, compreender, generalizar e sintetizar determinado conhecimento" (Santaella, 1985, p. 5).

Nessa lógica, a terceiridade é o elemento mental da relação triádica, concernente à generalidade, ao pensamento em signos para o reconhecimento do fenômeno, que dá sentido ao aprendido, que aproxima a primeiridade e a secundidade "numa síntese intelectual, corresponde à camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo" (Santaella, 1983, p. 67-68).

No Extrato 2, a observação de A6 se revela carregada de interpretação, identificando visualmente duas fases no sistema (A6 (traduzido por PQ): “Ficou um sistema bifásico.”), isto é, a presença de pelo menos dois componentes como produto da reação que foi confirmada (A6 (traduzido por PQ): “Ah sim. O antes e o depois”) com a escrita simbólica da equação química na lousa da sala de aula por PFI.



Toda reação é expressa por uma equação química que “balanceada simboliza as mudanças qualitativa e quantitativa que ocorrem em uma reação química” (Atkins; Jones; Laverman, 2018, p. 94). As equações apresentam as partículas que compõem as substâncias envolvidas ( $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{NaCO}_3$ ) e os rearranjos ocorridos por suas interações ( $\text{CaCO}_3$ ;  $2\text{NaCl}$ ), ambos representados por fórmulas moleculares, todos acompanhados dos seus respectivos estados de agregação: (aq) – aquoso; (s) – sólido.

No Extrato 2, nossos resultados revelam que, nas interpretações feitas pelos alunos, foram identificadas a presença de um sistema bifásico (líquido-sólido) como produto da reação e a substância sólida precipitada, o  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio), afirmada por A7 (A7 (traduzido por PQ): “É o  $\text{CaCO}_3$  porque está com o ‘s’ na equação química.”), demonstrando elementos da terceiridade, pressupondo o processo de organização do pensamento e apropriação do conhecimento.

Logo, nossos resultados demonstram que as falas de A6 e A7 representaram explicações racionais (terceiridade) que retomam as observações sensitivas do fenômeno (primeiridade), bem como sua materialidade (secundidade), confirmadas por PFI (PFI (traduzido por PFC): “...o  $\text{CaCO}_3$  é parcialmente insolúvel em água e se mantém no estado sólido na cor branca.”), constituindo uma atividade intelectual que possibilitará a apropriação conceitual.

## Considerações finais

Para os alunos surdos, a experiência visual é uma via primordial para a compreensão do mundo ao seu redor. A língua de sinais, por exemplo, possui uma singularidade visuoespacial e possibilita aos surdos o seu desenvolvimento como seres humanos. No entanto, a utilização de recursos visuais no ensino de química para surdos vai além da língua de sinais, pois inclui, no processo de ensino, a incorporação dos materiais visuais inerentes à ciência, como aqueles que podem ser representados por imagens, gráficos, vídeos, equações químicas e outros elementos visuais.

O respeito à singularidade visuoespacial dos alunos surdos não se limita apenas à comunicação e aos materiais visuais didáticos. Envolve, também, estratégias de ensino que explorem as habilidades visuais dos alunos e permitam que eles sejam participantes ativos e autônomos no processo de (re)organização do seu conhecimento.

Sendo assim, este artigo se propôs a analisar a compreensão conceitual sobre as reações químicas e as diferentes evidências que comprovam suas ocorrências, com base na realização de experimentos orientados por roteiros imagéticos contendo procedimentos experimentais descritos por meio de recursos visuais. Para tanto, escolhemos a semiótica de Peirce para fundamentar nossa análise.

Peirce desenvolveu sua teoria dos signos e introduziu os conceitos de primeiridade, secundidade e terceiridade. Tais conceitos descrevem modos de relação entre signos, podendo ser aplicados para compreender os processos de ensino e aprendizagem dos alunos surdos.

Nossos resultados permitiram evidenciar que a primeiridade se manifestou nas percepções iniciais dos alunos, em relação ao conceito de reação química, quando o roteiro experimental imagético (REI) foi utilizado de maneira satisfatória e permitiu que os alunos, por meio da mediação de PFI e PFC, expressassem suas impressões iniciais sobre a visualização do fenômeno numa esfera ainda não reflexiva. A secundidade surgiu quando os alunos confrontaram suas ideias prévias, suas impressões iniciais, e interagiram com PFI, o qual pediu para que eles descrevessem o que estavam observando. A terceiridade ficou evidente quando os alunos surdos começaram a sistematizar o conhecimento químico adquirido, por exemplo, ao mencionarem o sistema bifásico em uma reação de precipitação. A terceiridade também foi verificada quando os alunos surdos associaram o fenômeno observado com a linguagem simbólica da ciência, por exemplo, quando reconheceram uma espécie química formada na reação a partir da linguagem simbólica (s – sólido) representada na equação química.

Diante do exposto, na investigação em questão, infere-se que os alunos conseguiram executar de forma autônoma os três experimentos propostos mediante os roteiros experimentais imagéticos e que a estratégia metodológica se mostrou satisfatória tendo em vista a mediação em Libras e a utilização de diversos recursos visuais.

Por fim, convém ressaltar que a semiótica peirceana contribuiu para o ensino e a aprendizagem de Química por ser um instrumento de análise dos signos visuais, isto é, essa teoria auxiliou no entendimento do processo de interpretação e significação dos recursos visuais utilizados na IP. Do mesmo modo, mostrou-se uma ferramenta importante para a formação de professores no âmbito da surdez, pois permitiu uma reflexão que vai além da simples utilização de recursos visuais em salas de aula contendo alunos surdos.

---

## Referências

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BENITE, C. R. M. et al. Roteiros experimentais para audiodescrição no ensino de Química: contribuições semióticas. *Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, Cornélio Procópio, v. 6, n. 2, p. 163-192, 2022.

BOTELHO, P. *Linguagem e letramento na educação dos surdos: ideologias e práticas pedagógicas*. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016. (Coleção Trajetória, 5).

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27833.

BRASIL. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 2005. Seção 1, p. 28.

BUZAR, E. A. S. *A singularidade visuo-espacial do sujeito surdo: implicações educacionais*. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

CAMPELLO, A. R. S. *Aspectos da visualidade na educação de surdos*. 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CHANDLER, D. *Semiotics: the basics*. London: Routledge, 2002.

COSTA, A. L. F. *A terminologia química em Libras na literatura e a adotada no ensino de Química em escolas públicas de Goiás*. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e para Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2016.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 9, p. 31-40, maio 1999.

FELIPE, T. A. *Libras em contexto: curso básico*. 5. ed. Brasília, DF: Libregraf, 2005.

FERNANDES, J. M.; FREITAS-REIS, I. Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 186-194, maio 2017.

HERNÁNDEZ, F. A cultura visual como um convite à deslocalização do olhar e ao reposicionamento do sujeito. In: MARTINS, R.; TOURINHO, I. (Org.) *Educação da cultura visual: conceitos e contextos*. Santa Maria, RS: UFSM, 2011. p. 31-49.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. *The School Science Review*, [S. l.], n. 64, p. 377-379, 1982.

JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. Campinas: Papirus, 1996.

LEÃO, G. B. O. S.; SOFIATO, C. G.; OLIVEIRA, M. A imagem na educação de surdos: usos em espaços formais e não formais de ensino. *Revista de Educação*, Campinas, v. 22, n. 1, p. 51-63, jan./abr. 2017.

LE BOTERF, G. Pesquisa participante: propostas e reflexões metodológicas. In: BRANDÃO, C. R. (Org.) *Repensando a pesquisa participante*. São Paulo: Brasiliense, 1984. p. 51-81.

LOPES, A. R. C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 2, p. 7-9, nov. 1995.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 1, p. 15-19, maio 1995.

MACEDO, Y. M.; ALMEIDA, P. F. Semiótica imagética e surdez: contribuições para o ensino da Biologia. *Ensino em Foco*, Salvador, v. 3, n. 7, p. 83-89, dez. 2020.

- MANN, P. H. *Métodos de investigação sociológica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.
- MARCUSCHI, L. A. *Análise da conversação*. 5. ed. São Paulo: Ática, 2000.
- MENDONÇA, N. C. S.; OLIVEIRA, A. P.; BENITE, A. M. C. O ensino de Química para alunos surdos: o conceito de misturas no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 347-355, nov. 2017.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- PAIVA, D. C. A. C. et al. A potencialidade do uso de recursos imagéticos no ensino de Química para surdos. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 18, n. 1, p. 243-259, 2023.
- PEIRCE, C. S. *Semiótica e Filosofia*. Tradução de Octanny Silveira da Mota e Leonidas Hegenberg. São Paulo: Cultrix, 1971. Textos escolhidos de Charles Sanders Peirce.
- PEIRCE, C. S. *Semiótica*. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de Química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 47-56, fev. 2011.
- PRESTES, M. E. B. A arte de observar e fazer experiências. In: AFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Org.). *O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações*. São Paulo: Livraria da Física; Educ; Fapesp, 2006. p. 227-251.
- SANTAELLA, L. *O que é semiótica*. São Paulo: Perspectiva, 1983.
- SANTAELLA, L. *O que é semiótica*. São Paulo: Perspectiva, 1985.
- SANTAELLA, L. *A assinatura das coisas*. Rio de Janeiro: Imago, 1992.
- SANTAELLA, L. *A teoria geral dos signos: como as linguagens significam as coisas*. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SANTAELLA, L. *Semiótica aplicada*. São Paulo: Thomson, 2002.
- SANTAELLA, L.; CARDOSO, T. Mediação segundo Peirce e Latour. *Lumina: Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação da UFJF, Juiz de Fora*, v. 14, n. 3, p. 5-21, set./dez. 2020.
- SANTAELLA, L.; NÖTH, W. *Imagem: cognição, semiótica e mídia*. São Paulo: Iluminuras, 2001.
- SANTOS, P. T. *A terminologia na Língua de Sinais Brasileira: proposta de organização e de registro de termos técnicos e administrativos do meio acadêmico em glossário bilíngue*. 2017. 232 f. Tese (Doutorado em Linguística) - Instituto de Letras, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

SOUSA, S. F.; SILVEIRA, H. E. Terminologias químicas em Libras: a utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 37-46, fev. 2011.

STURKEN, M.; CARTWRIGHT, L. *Practices of looking: an introduction to visual culture*. New York: Oxford University, 2001.

THOMA, A. S. et al. *Relatório sobre a política linguística de educação bilíngue: língua brasileira de sinais e língua portuguesa*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2014. Grupo de Trabalho designado pelas Portarias nº 1.060/2013 e nº 91/2013 do MEC/Secadi.

VILELA-RIBEIRO, E. B. et al. O ensino de Química para alunos surdos e ouvintes: utilizando a experimentação como estratégia didática para o ensino de Cinética Química. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis*, Bogotá, n. extraordinário, p. 808-816, 2014.

---

Recebido em 24 de janeiro de 2024.

Aprovado em 31 de julho de 2024.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).