

# **Análise dos modos semióticos de representação estrutural química: categorias emergentes na formação inicial de professores**

## **Analysis of semiotic modes of chemistry structural representation: emergent categories in the preservice teacher training**

**Alexandre Aizawa**

E.E. Prof. Alberto Conte  
alexandre.aizawa@usp.br

**Arcelino Bezerra da Silva Neto**

Faculdade de Educação da USP  
arcelino.neto@usp.br

**Marcelo Giordan**

Faculdade de Educação da USP  
giordan@usp.br

### **Resumo**

Neste trabalho, são analisados episódios de uso da representação estrutural por alunos de Licenciatura em Química por meio de categorias construídas a partir de referenciais teóricos da multimodalidade, da semiótica, da psicologia do desenvolvimento e da formação de professores. São discutidas as quatro principais dimensões de gestos de McNeill, dêitico, de batimento, icônico e metafórico, destacando suas limitações, potenciais e implicações no estudo da aula de química. A análise de dois professores iniciantes que expuseram conceitos diferentes da química escolar, por meio do uso de representação estrutural, tem como objetivo aprofundar a compreensão dos modos semióticos empregados e explorar possíveis relações com suas concepções sobre categorias presentes na formação desses professores.

**Palavras chave:** gesto, representação estrutural, multimodalidade, semiótica

### **Abstract**

In this work, episodes of use of structural representation by students of Chemistry Teaching are analysed through categories build up from theoretical references of multimodality, semiotics, developmental psychology and teacher training. The four dimensions of gestures proposed by McNeill, deitic, beat, iconic and metaphoric are discussed, and their limitations, potentialities and implications to the study if chemistry lessons are focused. The analyses of two freshman teachers which exposed different concepts of school chemistry, by using structural representations, has the objectives of comprehend the employment of semiotic modes and explore the possible relations with conceptions about categories present in the training of teachers.

**Key words:** gestures, chemistry representation, multimodality, semiotics

## Introdução

A representação estrutural em química é um aspecto que permeia a compreensão dos fenômenos naturais. Na Química, tem-se observado ao longo de sua história uma controversa introdução de elementos de representação das substâncias (ARAÚJO-NETO, 2009), bem antes de o químico ter-se interessado formalmente pelo campo das teorias de partículas. O poder de representação e significação dos objetos moleculares na Química tem despertado o interesse de grupos de pesquisa em Educação Química (ARAÚJO-NETO, 2009; GÓIS, 2007; QUADROS & MORTIMER, 2010, SOUZA & PORTO, 2010; KOZMA & RUSSELL, 1997), por diferentes aspectos envolvidos. Além da Química, como campo de conhecimento humano e os enfoques filosófico, histórico, sociológico, há interesse por se compreender a comunicação e a formação de conceitos em sala de aula, e disso decorre a necessidade de focar os problemas de pesquisa com a multimodalidade, a semiótica e a psicologia do desenvolvimento. Nesse trabalho, nos restringimos a apresentar a multimodalidade e em particular a gestualidade de alunos de licenciatura para estudar os modos semióticos por eles empregados e por extensão a efetividade de categorias de análise, destacando suas limitações, potenciais e implicações no estudo da aula de química.

A forma como a linguagem é empregada em sala de aula tem implicações nos processos de ensino-aprendizagem. Considerando que o discurso e os gestos estão presentes em aula, a mediação do conhecimento não deve ser vista somente pela palavra, mas sim pelos diversos modos semióticos que existem no processo de comunicação. Entre eles, tem sido destacada a gestualidade como modalidade discursiva constituinte da comunicação do professor.

A análise dos gestos é um campo que envolve a multimodalidade (KRESS & VAN LEEUWEN, 1996) e foi empregada por Roth (2001) em estudos sobre a função dos gestos em aulas de física sobre a temática dos processos de eletrização de materiais.

O potencial da utilização dos gestos como modo semiótico é vasto e os resultados concretos na área estrutural de Química não são perenes. A importância do uso dos gestos nas aulas de Ciências é um campo recente presente em Quadros (2010) ao analisar aulas do Ensino Superior. A elaboração da análise consistiu em formular categorias de gestos a partir de McNeill (2005). Os principais tipos de gestos podem ser divididos em imagísticos e não-imagísticos. Neste grupo, estão gestos que não se referem a imagens, como o dêitico e os de batimento. Naquele outro, os gestos fazem referência a alguma imagem concreta ou abstrata, como os icônicos e os metafóricos.

De acordo com McNeill, (2005) as quatro principais dimensões da gestualidade são:

*Gestos icônicos* - são gestos que incorporam o conteúdo semântico, sendo imagens de ações e/ou objetos concretos.

*Metafórico* - são gestos que envolvem um uso metafórico, referem-se a imagens abstratas.

*De batimento* - gestos com movimentos rápidos, de acordo com o ritmo do discurso, expressam ênfase em um determinado trecho do discurso.

*Dêitico* - gesto de apontamento com o dedo indicador, também pode ser realizado com outras partes do corpo (cabeça, pés, cotovelos ou com objetos). A referência pode direcionar-se as ideias abstratas.

McNeill ainda ressalta:

“A maioria dos gestos são multifacetados- icônico está combinado com dêitico, dêitico está combinado com metafórico, e assim em diante.”  
(McNeill, 2005, p.38)

Os gestos apresentam-se combinados em alguns momentos. O mesmo autor propõe nestes casos uma hierarquia, pois não é possível dizer qual categoria é dominante ou subordinada. (Idem, p.41-42)

Neste trabalho, discutimos a utilização de tais dimensões ou categorias na análise de aulas de química de professores iniciantes, questionando alguns pontos cruciais a serem levados em consideração no caso do uso das representações estruturais. Chamaremos de Objeto Molecular (OM) a representação do ente molecular que poderá estar em lousa, em tela de projeção, em tela de computador ou em objetos físicos.

## Metodologia

Na disciplina Metodologia de Ensino de Química do curso de Licenciatura da USP, os futuros licenciandos formaram quatro grupos para o oferecimento de minicursos destinados a estudantes da rede pública estadual do Ensino Médio. Os minicursos são oferecidos regularmente há mais de dez anos e durante a execução das aulas, foram feitas gravações de áudio e vídeo com armazenamento digital, e transmissão em tempo real para uma audiência de alunos da disciplina. Dentre estes grupos, selecionamos dois minicursos: *Sacolas biodegradáveis salvarão o nosso planeta?* e *Sabões e Detergentes*, por abordarem o uso da representação estrutural com mais frequência durante as aulas.

A análise dos episódios foi realizada através do programa NVivo 9 em que se pode definir diversos níveis e tipos de categorias de análise, delimitando os intervalos de tempo no vídeo. Na transcrição utiliza-se // para pausas de cerca de 0,2s e as palavras em caixa alta são pronunciadas em maior intensidade.

Inicialmente elaborou-se um sequenciamento de episódios para a busca dos trechos direcionados a nossa pesquisa, conforme critérios informados por Silva e Mortimer (2010). Os episódios correspondem aos segmentos do discurso da sala de aula com fronteiras temáticas nítidas que levem em consideração à fase da atividade na qual o episódio tem lugar, as ações dos participantes, as formas como os participantes se posicionam no espaço físico no qual ocorrem as interações e as formas pelas quais os participantes interagem entre si e com os recursos materiais utilizados (SILVA & MORTIMER, 2010, p.128).

Procedemos à categorização de episódios considerando as dimensões gestuais de McNeill com codificação simultânea do áudio e do vídeo. Também foram analisadas as posições do professor em relação aos alunos e o posicionamento do professor em relação ao OM para que através deste mapeamento fosse possível iniciar a análise dos gestos.

## Resultados e Discussão

### 1. Representação de polímeros.

O minicurso analisado envolveu o tema sobre a utilização das sacolas plásticas. Escolheu-se apenas um trecho do minicurso que em sua totalidade apresenta duração de 6 horas distribuídas em dois dias consecutivos. Os episódios analisados envolvem a representação do uso de fórmulas estruturais, com o trânsito das representações bidimensionais para as tridimensionais. Em um primeiro momento, este trânsito ocorre com imagens e as

representações em giz e lousa. Em um segundo momento, o trânsito ocorre entre os objetos virtuais e as representações em giz e lousa.

A construção de um sequenciamento de episódios do minicurso pode ser vista na Tabela 1.

Episódio	Duração	Episódio	Duração
1. Conteúdo	[0:13,0 - 1:11,4]	7. Ligação no polímero	[46:51,5 - 56:22,9]
2. Tipos de lixo	[1:11,4 - 4:19,7]	8. Estrutura dos tipos de polímeros	[56:35,9 - 1:13:02,9]
3. Tipos de lixeira e plástico	[4:13,2 - 13:38,1]	9. Sacolas biodegradáveis	[1:13:32,7 - 1:32:58,9]
4. Origem do plástico	[13:38,1 - 20:20,7]	10. Representação de fórmulas	[1:33:54,9 - 1:51:19,7]
5. Utilização do plástico pelo homem	[20:20,7 - 34:50,8]	11. Utilizando o programa Jmol	[1:51:19,7 - 2:01:44,8]
6. O que é plástico?	[35:03,8 - 46:51,5]		

Tabela 1: Sequenciamento dos episódios do minicurso. Fonte: os autores.

Os episódios referentes ao uso intenso de representação estrutural foram aqueles designados como 7, 8, 10 e 11 na Tabela 1. Para esta análise, os episódios 10 e 11 foram selecionados.

O objeto molecular (OM) esteve presente tanto na tela de projeção como na lousa. Assim, categorizamos as posições do professor em relação ao OM conforme Figura 1 para os episódios 10 e 11, cuja linha do tempo destaca-se acima das respectivas categorias. A posição *frontal* em relação ao OM é aquela em que o professor está totalmente direcionado a representação estrutural, enquanto a posição *lateral* em relação ao OM é aquela em que o professor compartilha o direcionamento, ora com o objeto, ora com os alunos. Definimos a categoria de *manipulação* do OM para classificar as situações em que o professor está no computador interagindo com a representação estrutural.

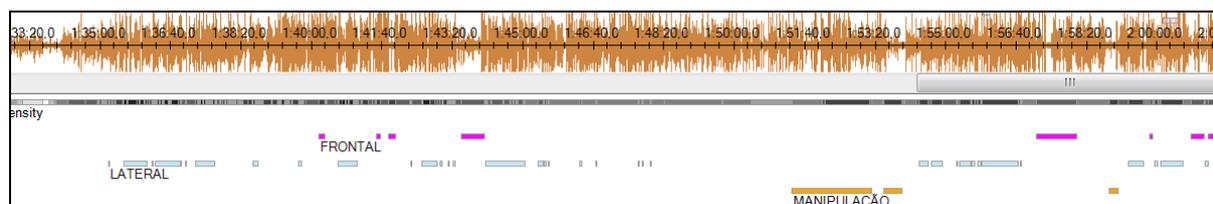


Figura 1. Posição do professor em relação ao OM. Fonte: os autores.

Com estas informações, buscamos nas posições *lateral* e *frontal* os gestos nas quatro dimensões de McNeill.

O *gesto dêitico* é aquele em que o professor aponta para o objeto molecular. Na Figura 2, o professor aponta com a mão esquerda e o dedo indicador para o objeto molecular que está na tela de projeção.

O *gesto de batimento* com movimentos rápidos, utilizados para dar ênfase ao discurso como na Figura 3.

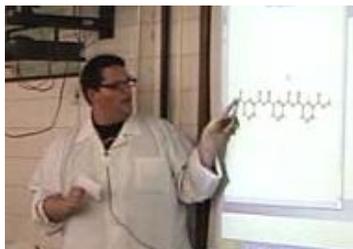


Figura 2: O gesto dêítico do professor já pode ser visto como metafórico. Fonte: os autores. Figura 3: Gesto de batimento. Fonte: os autores.

Um gesto que foi considerado metafórico por mostrar uma imagem abstrata seria como no próximo trecho de 9s da Tabela 2.

Turno	Transcrição da fala	Descrição	Gesto
1	MAS a molécula na verdade não é uma estrutura // que não é // a gente já falou um pouquinho // né //	O professor está de frente para os alunos.	--
2	ela não é uma estrutura plana	Ele movimenta as duas mãos.	De batimento
3	ela é uma estrutura que é representada em três dimensões//	Realiza vários movimentos com as duas mãos (Figura 5).	Metafórico

Tabela 2: Transcrição de trecho com descrição e gestos do professor. Fonte: os autores.

Como a referência neste caso são as moléculas sem clara referência ao OM, consideramos como um gesto metafórico.

A seguir na tabela 3 temos a transcrição de um trecho de 7s. O professor está apresentando cada tipo de representação e compara as diferenças entre elas.

Turno	Transcrição da fala	Descrição	Gesto
1	AQUI a gente tem uma estrutura parecida com a fórmula de traços também//	O professor aponta para a tela de projeção, referindo-se a Fórmula estrutural planar (Figura 4b).	Dêítico
2	só que AQUI//	Movimento com as duas mãos abertas.	De batimento
3	vocês veem que já tem uma ANGULAÇÃO dessas ligações diferentes//	A mão direita sobe e desce rapidamente, voltado para os alunos (Figura 6).	Icônico

Tabela 3: Transcrição de trecho com descrição e gestos do professor. Fonte: os autores.

O professor aponta para os diversos tipos de representação em lousa da Figura 4.

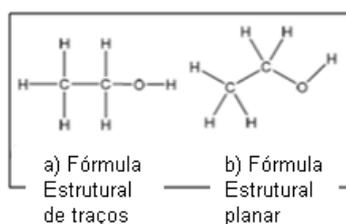


Figura 4: Parte das representações projetadas na tela. Fonte: os autores.

Ao comparar a fórmula planar com a fórmula de traços (figura 4a), o gesto que se refere à angulação das ligações pode ser classificado como icônico, se a referência for ao objeto molecular que está projetado na lousa, mas também pode ser classificado como metafórico, se a referência for as moléculas de uma maneira geral.

Os gestos metafóricos e icônicos estão registrados nas Figuras 5 e 6.



Figura 5: Gesto metafórico a) e b) Fonte: os autores.



Figura 6: Gesto icônico a) e b) Fonte: os autores.

## 2. Representação de sabões.

A construção de um sequenciamento de episódios do minicurso pode ser vista na Tabela 4. Sendo utilizado o episódio 4 para analisar os gestos da professora durante a aula.

Episódio	Duração	Episódio	Duração
1. Conteúdo	[17:41,7 - 19:40,7]	4. Representação molecular	[31:58,8 - 49:03,2]
2. Contexto histórico	[19:44,6 - 29:20,7]	5. Produção industrial	[49:03,2 - 1:36:00,1]
3. Intervenção do aluno	[29:22,6 - 31:58,8]	6. Pré-laboratório	[1:36:25,6 - 1:40:39,6]

Tabela 4: Sequenciamento dos episódios do Minicurso Sabões e Detergentes. Fonte: os autores.

A posição da professora em relação ao OM no minicurso pode ser visualizada na figura 7.

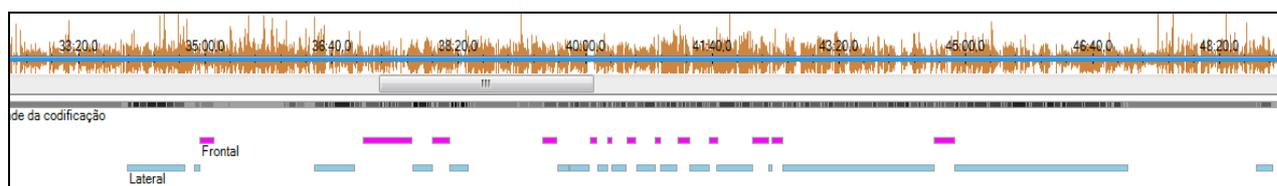


Figura 7. Posição da professora em relação ao OM. Fonte: os autores.

Observa-se maior alternância da posição da professora em relação ao OM no uso de representações sobre sabões do que do professor no uso de representações de polímeros. Há maior presença da posição lateral da professora (48,6%) em relação ao professor (23,0%). E também da posição frontal, sendo 14,5% para ela e de 9% para o professor.

Na Tabela 5, temos a transcrição de um trecho de 14s. A professora indica na lousa uma representação estrutural de bastão<sup>1</sup> e compara com uma representação estrutural de traços que foi ilustrada em slides anteriores (Figura 8).

<sup>1</sup> A fórmula de bastão é também chamada de fórmula de linha.



que seria o icônico e o metafórico em relação à representação ou ao seu objeto para a utilização de tais categorias.

A categorização dos gestos metafóricos e icônicos é importante para a compreensão da formação dos significados atribuídos pelo professor, especialmente na referência as imagens que são moldadas pelas representações das entidades químicas. Todavia apresentam limitações que devem ser vistas no contexto dos OMs.

A construção de categorias gestuais indicou a necessidade de considerar a posição do professor em relação ao OM, uma vez que podem ocorrer alterações do foco de atenção desejado pelo professor, entre ele próprio e o OM, para tonificar o componente gestual e mesmo epistêmico da produção de sentido e significados na aula de química. No caso das situações analisadas, a posição lateral foi preferida para representar OMs projetados em tela e desenhados no quadro de giz.

As categorias de posicionamento do professor em relação ao OM e as gestuais contribuem para futuras análises epistêmicas em aulas de representação estrutural química, indicando possíveis tendências a generalizações na medida em que o professor utiliza um gesto dêitico, seguido de gestos icônicos e metafóricos.

## Referências

- ARAÚJO- NETO, W.; **Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2009.
- GÓIS, J.; **Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre representação estrutural em Química**. Tese (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007.
- KRESS, G. e VAN LEEUWEN, T.; **Reading Images: the grammar of visual design**. London & New York: Routledge, 1996.
- KOZMA, R. B.; RUSSELL J.; Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena, **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n° 9, p. 949–968 , 1997.
- MCNEILL, D.; **Gesture and Thought**. Chicago: University of Chicago Press, 2005.
- QUADROS, A.L.; MORTIMER, E.F.; Linguagem Multimodal: as aulas do professor de Ensino Superior. **In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, 2010.**
- ROTH, W.M.; WELZEL, M.; From activity to gestures and scientific language. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, p.103-136, 2001.
- SILVA, A.C.T.; MORTIMER, E.F.; Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, p. 123-153, 2010.
- SOUZA, K.A.F.D.; PORTO, P.A.; Elementos da semiótica peirceana na educação em química: considerações e possibilidades. **In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília, DF.** Brasil. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010.