

## **Alfabetização científica multimodal: um desafio a ser enfrentado na sala de aula de química.**

### **Multimodal scientific literacy: a challenge to be overcome in the chemistry classroom.**

**Dirceu D. D. de Souza**  
CCEN – Depto de Química – UFPB  
baumcima@yahoo.com.br

**Agnaldo Arroio**  
Faculdade de Educação – USP  
agnaldoarroio@yahoo.com

#### **RESUMO:**

Este trabalho discute o uso de estratégias multimodais no ensino sobre química, as quais contribuam para o processo de alfabetização científica de alunos de Ensino Básico mobilizando múltiplas competências que articulem os conteúdos conceituais, processuais e atitudinais. Nesta perspectiva demarcamos as formas de pensar, que emergem de réplicas construídas na resolução de um problema envolvendo conhecimentos básicos sobre química proposto no exame de seleção para a Universidade de São Paulo. O *corpus* foi analisado pela Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento, identificando-se 10 modelos, que agrupados indicam predominância da forma de pensar unimodal.

**Palavras-Chave: alfabetização científica, multimodalidade, química.**

#### **ABSTRACT:**

This paper discusses the use of multimodal strategies in the chemistry teaching, which contribute to the process of scientific literacy of students in basic education and mobilize multiple skills articulating the conceptual, procedural and attitudinal contents. In this perspective we established ways of thinking that emerge in replicas built to solve a problem involving basic knowledge in chemistry exam selection for the University of São Paulo. The corpus was analyzed having the Theory of Organizing Models of Thought as a reference identifying 10 templates grouped which indicates predominance of unimodal thinking.

**Keywords: chemistry, scientific literacy, multimodality**

## INTRODUÇÃO

A química é uma ciência cujos objetos de conhecimento devem ser tratados a partir de múltiplos conteúdos, ou seja, o estudo sobre química transita entre conteúdos conceituais, processuais e atitudinais oriundos dela própria, e também de outras disciplinas, tais como, física, matemática e biologia.

Como toda essa gama de conhecimento deve ser disseminada, este desafio se transfere para a área de ensino, na qual muitas vezes esse conhecimento é tratado de forma unimodal, dirigido principalmente para o *corpus* conceitual abstrato que é ensinado a partir de simples memorizações envolvendo símbolos e fórmulas acompanhados pela resolução de algoritmos matemáticos ou, conforme apontado por Schnetzler e Aragão (1995), como uma prática de ensino passiva encaminhada quase exclusivamente para a retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações, com o propósito de que estas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos em que foram apresentadas na hora dos exames, através de provas, testes e exercícios mecânicos repetitivos.

A focalização do ensino de química no par submicro/simbólico (JOHNSTONE, 1991) e a forte tradição conteudista conceitual fragmentada (MALDANER, 2000, PRAIN & WALDRIP, 2006a) que são assumidas pelo professor em sala de aula, dificultam aos alunos estabelecerem as relações entre dados, conceitos, princípios e seus aspectos processuais, e eles acabam por operar rotineiramente de modo descritivo, acarretando o desvinculamento dos assuntos científicos (DIAS DE SOUZA, ARROIO & SANTOS, 2012; DIAS DE SOUZA, MOREIRA & ARROIO, 2012) e gerando representações inadequadas em relação à área de Ciências da Natureza como um todo, a ponto de afirmarem que as disciplinas científicas são difíceis de entender, não atendem as suas expectativas, lhes parecem chatas e que os recursos didáticos empregados nas aulas são limitados (OEI, 2012).

Não é recente a inquietação da comunidade acadêmica com o ensino unimodal (SCHNETZLER & ARAGÃO, 1995, WALDRIP; PRAIN & CAROLAN, 2006), alvo de pesquisas nas quais se observam a constante preocupação em propor práticas multimodais que auxiliem o professor em sala de aula a otimizar o processo de alfabetização científica (POZO & CRESPO, 2009; POZO & MONEREO, 2010).

É nessa esfera que o conhecimento científico didatizado contribui para o processo de domínio e apropriação cidadã da cultura científica, e, portanto, vemos a necessidade de ampliar as discussões sobre o modo como esta alfabetização ocorre, no sentido de poder pluralizá-lo, fundamentando a esfera de atuação do professor, guia mestre responsável por produzir e adequar atividades multimodais que auxiliem a aprendizagem do aluno (TAN *et al.*, 2009, DIAS DE SOUZA, MOREIRA & ARROIO, 2012, DIAS DE SOUZA, SANTOS & ARROIO, 2012).

Em se tratando do procedimento, assumido ao longo do processo de ensino, para a alfabetização cidadã científica, a multimodalidade apresenta papel importante (LEMKE, 2006; JEWITT *et al.*, 2001, PRAIN & WALDRIP, 2006, KLEIN & KIRKPATRICK, 2010, LOMBARDI & CABALLERO, 2013), já que pode representar tanto um aspecto da própria alfabetização científica, como uma estratégia para o desenvolvimento desta competência permitindo transposições entre os diferentes modos de representação e diferentes pressupostos contextuais, principalmente entre as experiências do cotidiano e os conteúdos científicos (KNAIN, 2006).

Para que haja a aprendizagem dos conteúdos envolvidos e uma alfabetização científica significativa são necessários esforços na interação entre conteúdos conceituais e processuais constituindo o que denominamos de multimodalidade (PRAIN & WALDRIP, 2006, ARROIO & DIAS DE SOUZA, 2012).

Conceituamos o ensino e a aprendizagem mediada pela multimodalidade como aquela dirigida pelas atividades de formação em sentido amplo do conceito científico; centralizada na ação de produção de gêneros científicos, ação esta articulada ao trânsito em atividades práticas preferencialmente com inserção de conteúdos matemáticos (artefatos/aparatos, experimentos, jogos, mediados por computador ou não) e que admitem múltiplas formas de expressão - pela palavra (falada ou impressa) e pela imagem estática ou não (ilustração, foto, mapa, tabela, gráfico, equação, animação, vídeo, etc.), na perspectiva de desafios progressivos.

Desta forma a estratégia multimodal amplia as possibilidades das formas de pensar, pois, trabalha os conceitos, não como formas abstratas e descontextualizadas, mas sim como elementos que pertencem a um determinado domínio, no qual outras capacidades como a manipulação física de objetos, a leitura compreensiva, a escrita, a interpretação, a análise da informação e a realização de inferências também estão presentes.

Ressaltada e assumida a importância da estratégia multimodal no ensino de química, a questão central objeto deste trabalho se desloca na direção de demarcar, por via modelos organizadores de pensamento, as formas de pensar expressas em réplicas a um enunciado. Estas réplicas são fortes indicativos da capacidade adquirida pelos alunos ao longo do processo de ensino, para articular competências conceituais, processuais e atitudinais, ou seja, demonstram como os alunos ao final do seu ciclo de formação na escola básica transitam pelo domínio do conceito e o articulam com o domínio do processo na resolução de um problema químico.

## METODOLOGIA

Esta investigação foi organizada a partir da atividade de resolução de um problema (Tabela 1) extraído da prova de seleção da Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST) para ingresso na Universidade de São Paulo em 2012, e para tal evento convidamos 17 alunos do terceiro ano de ensino médio, vinculados a uma escola pública da cidade de São Paulo – SP, sendo, portanto esta participação consciente e voluntária.

Os documentos com os registros da atividade foram recolhidos e as réplicas analisadas a partir da adaptação da Teoria dos Modelos Organizadores do Pensamento (TMOP). Os modelos organizadores do pensamento são sistemas organizados de representações, constituídos por elementos que o sujeito seleciona como relevantes em uma determinada situação, pelo particular significado que outorga a cada um destes elementos, pelas implicações que desencadeiam e pelas interconexões que o sujeito estabelece entre todos os elementos do conjunto (MORENO *et al.*, 1999). Estes sistemas de representações revelam indícios que nos permitem qualificar as formas de pensar dos alunos em categorias as quais denominamos unimodal e multimodal.

Propriedades	Descrição ou valor
Cor	Incolor
Inflamabilidade	Não inflamável
Odor	Adocicado
Ponto de fusão	-23 °C
Ponto de ebulição a 1 atm	77 °C
Densidade a 25 °C	1,59 g / cm <sup>3</sup>
Solubilidade em água a 25 °C	0,1 g / 100 g de H <sub>2</sub> O
O rótulo de um frasco contendo determinada substância X traz as informações acima: Considerando estas informações, qual é o estado físico da substância contida no frasco, a 1 atm e 25 °C? Justifique.	

Tabela 1 - Questão da prova de seleção da FUVEST - 2012

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O problema aborda conteúdos conceituais considerados de baixa dificuldade, tais como, alteração do estado físico da matéria em função da variação de temperatura, solubilidade e densidade, entretanto exige que os estudantes adotem para sua solução uma forma de pensar na qual se articule conhecimentos conceituais e processuais, ou seja, demanda também que sejam consideradas a aquisição, interpretação e análise da informação, bem como a realização de inferências ou, formas de pensar que extrapolam o conhecimento conceitual abstrato.

Um dado importante e significativo para a análise dos resultados foi a ocorrência durante a atividade, de manifestações orais a indagar sobre a necessidade do uso de alguma fórmula para a resolução do problema.

A partir da análise das réplicas foram detectados 10 TMOP (Tabelas 2 a 5), referentes aos 17 alunos, os quais apresentamos com um breve comentário, considerando os dados abstraídos e retidos como significativos, os significados atribuídos aos dados e as implicações e/ou relações entre os dados significados.

Alunos	Modelos	Dados abstraídos e retidos como significativos	Significado atribuído aos dados	Implicações e/ou relações entre os dados significados
1	1	Ponto de ebulição	Referência	O estado físico da substância X contida no frasco é líquido.
		Densidade		
2 e 13	2	Ponto de ebulição		
9	3	Transparência		
16	4	Temperatura ambiente		
6	5	Temperatura ambiente		
		Ponto de fusão		
		Ponto de ebulição		
		Estado físico inicial gasoso		

**Tabela 2 – Modelos organizadores do pensamento.**

Nos modelos 1 a 5 o estado físico da substância X está correto, porém os dados abstraídos (ponto de ebulição, densidade, transparência, temperatura ambiente, e estado físico inicial gasoso) não são adequados ou suficientes para organizar o esquema que permite solucionar o problema.

Alunos	Modelos	Dados abstraídos e retidos como significativos	Significado atribuído aos dados	Implicações e/ou relações entre os dados significados
5	6	Temperatura ambiente	Referência	O estado físico da substância X contida no frasco é sólido.
		Ponto de fusão		
		Ponto de ebulição		
		Estado físico inicial gasoso		
4	7	Temperatura ambiente		
		Ponto de fusão		
		Ponto de ebulição		
14	8	Tempo		

**Tabela 3 – Modelos organizadores do pensamento.**

Nos modelos 6 a 8 o estado físico da substância X está incorreto, o dado abstraído (temperatura ambiente, ponto de ebulição, ponto de fusão e tempo) é insuficiente e inadequado para organizar o esquema que permite solucionar o problema.

Alunos	Modelo	Dados abstraídos e retidos como	Significado atribuído aos dados	Implicações e/ou relações entre os dados significados
--------	--------	---------------------------------	---------------------------------	---

		<b>significativos</b>		
12, 15 e 17	9	Não houve registro	-	Não há.

**Tabela 4 – Modelo organizador do pensamento.**

No modelo 9 os estudantes não construíram réplicas sobre o problema.

<b>Alunos</b>	<b>Modelo</b>	<b>Dados abstraídos e retidos como significativos</b>	<b>Significado atribuído aos dados</b>	<b>Implicações e/ou relações entre os dados significados</b>
3, 7, 8, 10 e 11	10	Ponto de fusão e ponto de ebulição	Referência	O estado físico da substância X contida no frasco é líquido.

**Tabela 5 – Modelo organizador do pensamento.**

No modelo 10 estado físico da substância X está correto, os dados abstraídos (ponto de fusão e ponto de ebulição) são suficientes e adequados para organizar o esquema que permite solucionar o problema.

A utilização da metodologia de análise proposta por Moreno et al (1999) em versão simplificada e dirigida aos nossos objetivos permite abstrair de imediato uma importante implicação para a atuação do professor em sala de aula, a necessidade de se trabalhar não só os conteúdos conceituais, mas também os processuais e os atitudinais, pois são vários os modelos organizadores do pensamento identificados.

Esta constatação também permite reforçar que a sala de aula como espaço social de aprendizagem é frequentada por indivíduos que apresentam ampla variedade de significações sobre os temas em debate, o que implica na necessidade de que o ensino seja pautado por estratégias multimodais, que compreendam atividades práticas, linguagens variadas em suas múltiplas formas, e o necessário exercício das relações atitudinais.

A partir dos resultados, sintetizamos os modelos organizadores do pensamento em quatro categorias e em duas formas de pensamento, as quais revelam aspectos norteadores para o trabalho em sala de aula conforme mostrado na Tabela 6. A primeira categoria se relaciona ao sistema referencial selecionado pelos alunos para resolverem o problema proposto, que se mostra difuso, pois, alguns dados tidos como referenciais foram insuficientes e inadequados, o que poderia induzir à pressuposição de “chute”, ou modelos implícitos de resolução não totalmente explicitados, apesar dos alunos anotarem a resposta final ao problema de maneira correta, o que indica o interesse em buscar única e exclusivamente a resposta correta, esquecendo que o problema exigia a explicitação do encaminhamento para sua solução na forma de justificativa, indicando uma postura típica da prática de resolução de exercícios descontextualizados.

A segunda categoria também revela um sistema referencial difuso conduzindo às implicações também difusas e incorretas, o que de certa forma sugere que além do problema processual há também um problema conceitual pronunciado.

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Alunos</b>	<b>Formas de pensamento</b>
Sistema referencial difuso	Sistema referencial difuso, seleção de dados insuficientes ou inadequados, operações processuais vagamente explicitadas, entretanto com anotação da resposta final correta.	1, 2, 13, 9, 16, 6	Unimodal Foco na memorização de símbolos e fórmulas, mínima articulação entre conteúdos conceituais e processuais, busca de um algoritmo que forneça o resultado correto, ênfase apenas no
Sistema	Sistema referencial difuso, seleção de	5, 4 e 14	

referencial e implicação difusa	dados insuficientes ou inadequados, operações processuais não explicitadas e anotação da resposta final incorreta.		resultado final, valorização da técnica em detrimento da estratégia, baixo interesse nos conteúdos da Ciência.
Não participaram	Não participaram	12, 15 e 17	
Sistema referencial e implicação adequada	Sistema referencial e seleção de dados adequados e suficientes, operações processuais explicitadas, conduzindo à anotação da resposta final correta.	3, 7, 8, 10 e 11	Multimodal Foco na observação do fenômeno (problema), na seleção de conceitos e demais informações, na decodificação, interpretação, análise, e comparação, bem como na busca de estratégias de raciocínio para a resolução problema, revelando a articulação entre conteúdos conceituais e processuais.

**Tabela 6 – Síntese dos modelos organizadores do pensamento.**

A terceira categoria nos revela que os conteúdos atitudinais devem ser considerados nas práticas de sala de aula, pois, como visto na Tabela 6, três alunos (12, 15 e 17) se abstiveram de responder a questão, e nem ao menos justificaram a razão para tal decisão, apesar da negociação que antecedeu a realização da atividade.

Os resultados numéricos proporcionais indicam que aproximadamente 70% dos estudantes do grupo de 17 alunos, apresentam forma de pensar característica de um ensino unimodal, no qual os alunos recebem orientação para dirigirem o foco de sua atenção para a memorização de conceitos, símbolos e fórmulas, para a busca de algoritmos que forneçam o resultado final correto, valorizando a técnica em detrimento da estratégia, com mínima ênfase na articulação entre conteúdos conceituais e processuais.

A pequena proporção de alunos que demonstraram formas de pensar multimodal, na qual o foco foi dirigido para a observação do fenômeno (problema), na seleção de conceitos e demais informações, na decodificação, na interpretação, análise e comparação, bem como na busca de estratégias de raciocínio para a resolução do problema, revelando a articulação entre conteúdos conceituais e processuais como mostrado na Tabela 6, sugere a necessidade da ampliação das práticas multimodais em sala de aula de química.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho propusemos uma estratégia para a alfabetização científica mediada pela multimodalidade, adaptamos uma metodologia de análise, mostramos possíveis modelos organizadores do pensamento que permeiam as mentes dos alunos em uma sala de aula e os vinculamos às formas de pensar unimodal e multimodal e discutimos alguns resultados empíricos de pesquisa.

Os resultados obtidos indicam que mais de dois terços dos estudantes participantes na atividade proposta, apresentaram formas de pensar que se mostram insuficientes para a compreensão, interpretação e resolução satisfatória do problema, sugerindo que uma das possíveis causas esteja vinculada às práticas e estratégias utilizadas no processo de alfabetização científica em sala de aula, que conduzem à baixa articulação das competências necessárias para tratar de problemas científicos.

As práticas em sala de aula, quase que exclusivamente voltadas para a argumentação conceitual fora de contexto e para a retenção de enormes quantidades de informações memorizáveis podem induzir os alunos a enfrentarem problemas propostos como simples

exercícios rotineiros, contribuindo muito pouco na promoção de conhecimentos significativos que possam auxiliar no processo de alfabetização científica.

A simples e pura transmissão da informação na sala de aula de química não pode se constituir em uma estratégia que busque um fim em si mesma, entretanto, não há como negar a importância dos dados e dos conceitos, mas os mesmos devem ser trabalhados de tal maneira que possam auxiliar a compreensão de princípios fundamentais, os quais articulados aos processos e atitudes contribuirão para a necessária alfabetização científica.

Os resultados revelados pela análise dos modelos organizadores do pensamento sugerem que dentre outras ações são necessários esforços para ampliar o debate com os professores de Química no sentido de se promover abordagens em sala de aula que levem em consideração a estratégia multimodal. Em outras palavras a estratégia multimodal inserida nas práticas escolares pode contribuir com parcela significativa no processo de alfabetização científica.

Desta forma, sugerimos viabilizar em aulas de química, a utilização de práticas que contemplem não somente a linguagem verbal, mas também o uso da linguagem visual, numérica, icônica, escrita, audiovisual, atividades práticas e etc., a fim de possibilitar uma aprendizagem abrangente, na direção da necessária alfabetização científica, a qual permita ao aluno extrapolar os conhecimentos escolares para além dos muros da escola, em suas práticas e atuação cidadã em todas as esferas da sociedade, em que se façam necessárias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROIO, A.; DIAS DE SOUZA, D. D. Multimodality in Science Education. **Problems of Education in the Twenty First Century**. v.44, p.5-9, 2012.

DIAS DE SOUZA, D. D.; MOREIRA, M. F.; ARROIO, A. The multimodal learning as a strategy for chemistry representation conversion: The phenomenon to the chart. **Natural Science Education**. v. 35, p.20-31, 2012.

DIAS DE SOUZA, D. D.; SANTOS, V.C. ; ARROIO, A. Alfabetização científica multimodal na resolução de problemas por estudantes do ensino médio regular In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, 2012, Salvador - BA., 2012, **Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química**. Salvador - BA: UFBA, 2012.

EVOLUTION OF STUDENT INTEREST IN SCIENCE AND TECHNOLOGY STUDIES. **Organisation for Economic Co-operation and Development – Global Science Forum Policy Report**, may 2006. Disponível em: <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf> Acesso em: mar. 2013.

JEWITT, C.; KRESS, G.; OGBORN, J. O. N.; TSATSARELIS, C. Exploring Learning Through Visual, Actional and Linguistic Communication□: the multimodal environment of a science classroom. **Educational Review**, v. 53, n. 1, 2001.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, 7, p.75-83, 1991.

KLEIN, P. D.; KIRKPATRICK, L.C. Multimodal literacies in Science: Currency, Coherence and Focus. **Research in Science Education**, Netherlands, v.40, n.1, p.87-92, 2010.

KNAIN, E. Achieving Science Literacy Through Transformation of Multimodal Textual Resources. **Science Education**, v.90, n.4, p.656-659, 2006.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: Nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Investigación Didáctica**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LOMBARDI, G.; CABALLERO, C. El discurso multimodal de la química y el aprendizaje significativo de proposiciones. **Investigações em Ensino de Ciências** – v17, n.3, p.721-734, 2013.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000. 424p.

MORENO M.; SASTRE, G.; LEAL A.; BOVET M. **Conhecimento e mudança: os modelos organizadores na construção do conhecimento**. Campinas/ São Paulo: Editora da Unicamp/Editora Moderna, 1999. 398p.

POZO, J.I ; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

POZZO, J.I.; MONEREO, C. Aprender a aprender: cuando los contenidos son el medio. **Aula de Innovación Educativa**. n 190, p 35-37, 2010.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An Exploratory Study of Teachers' Use of Multi-modal representations of Concepts in Primary Science. **International Journal of Science Education**, 28(15), p.1843-1866, 2006.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, 1995.

TAN, K. C. D.; GOH, N. K.; CHIA, L. S.; TREAGUST, D. F. Linking the macroscopic, sub-microscopic and symbolic levels: The case of inorganic qualitative analysis. In J. K. Gilbert; D. Treagust (eds), **Multiple Representations in Chemical Education, Models and Modeling in Science Education**. Holanda: Springer, p. 1-5, 2009.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Learning junior secondary science through multi-modal representations. **Electronic Journal of Science Education**, Georgetown, v.11, n.1, p. 87-107, 2006.