

# DIFICULDADES NA TRANSIÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SIMBÓLICO E SUBMICRO - REPENSAR O MACRO PODE AUXILIAR A COMPREENDER REAÇÕES QUÍMICAS?

Solange Wagner Locatelli  
*Universidade Federal do ABC*

Aginaldo Arroio  
*Universidade de São Paulo*

**RESUMO:** Compreender a química nos três níveis representacionais tem sido apontado como importante no ensino de química. Este trabalho procurou investigar se repensar o nível macro pode contribuir para uma melhor compreensão dos níveis simbólico e submicro, auxiliando na transição entre eles. Para isso, foram investigados 32 alunos, que participaram de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre conceitos iniciais de eletroquímica, estudando duas reações químicas. Foi feito registro audiovisual e os as anotações dos alunos foram recolhidas para análise. Os resultados indicam que repensar o macro pode auxiliar na proposição de modelos explicativos nos níveis simbólico e submicro mais coerentes, entretanto o estudo aponta para outros fatores envolvidos, como por exemplo, a representação de partículas, o tempo e o conhecimento químico prévio dos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** eletroquímica, ensino de química, metacognição, níveis representacionais.

**OBJETIVOS:** O presente estudo focaliza uma investigação acerca de modelos propostos por estudantes de ensino médio, ao estudarem conceitos iniciais de eletroquímica, com relação aos níveis representacionais. O objetivo desse artigo é investigar se: repensar sobre o nível representacional macro pode auxiliar o aluno a transitar entre os níveis simbólico e submicro?

## MARCO TEÓRICO

Para uma melhor compreensão da química, considera-se necessário que o aluno transite em três níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e representacional) (Johnstone, 1993), sendo o representacional também denominado de simbólico (Gilbert e Treagust, 2009). Transitar por esses três níveis tem sido assinalado por diversos autores como sendo uma difícil tarefa requerida aos alunos (Chittleborough e Treagust, 2008; Gilbert, 2008; Talanquer, 2011; Tsapalis, 2009). Como existem muitas nomenclaturas acerca da representação triplete, aqui considerou-se a sugestão dada por Gilbert e Treagust (2009) em que esses níveis representacionais foram designados por: macro, submicro e simbólico (representação triplete), figura 1:

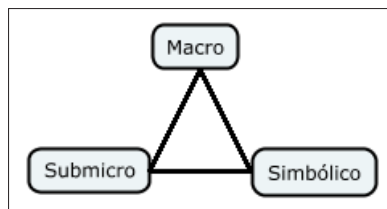


Fig. 1. Os níveis representacionais – representação triplete

A representação macro pode ser aquela adquirida pelos sentidos ou suas extensões (Gilbert e Treagust, 2009; Raupp, Serrano e Moreira, 2009). É o fenomenológico, consistindo das propriedades empíricas e perceptíveis com relação aos sólidos, líquidos e gases, podendo ser medidas (Gilbert e Treagust, 2009). De acordo com Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), o nível macro refere-se aos fenômenos observáveis do dia a dia, como mudança na coloração e aparecimento ou desaparecimento de substâncias, por exemplo.

Nesse presente trabalho, isso é especificamente importante, já que foram pesquisadas duas reações eletroquímicas com aspectos macroscópicos facilmente visíveis. A primeira, entre ferro sólido e solução aquosa de sulfato de cobre II, pode-se observar o aspecto da cor do cobre formado por cima da palha de aço. Já no segundo experimento, entre o ferro sólido e solução aquosa de ácido sulfúrico, os alunos puderam observar o surgimento de bolhas, devido à formação do gás hidrogênio. Então, a formação de cobre metálico (aparecimento de uma cor vermelho-tijolo) e a de gás hidrogênio (desprendimento de bolhas), são ambos aspectos do macro envolvidos na atividade realizada pelos alunos nessa investigação.

Quanto ao nível submicro, é utilizado para explicar qualitativamente o fenômeno, envolvendo partículas, átomos, moléculas, íons, etc. (Gilbert e Treagust, 2009). Esse tipo de representação facilita a aprendizagem e também ajuda a prever sobre um fenômeno macroscópico (Al-Balushi, 2013). Entretanto esse entendimento parece não ser espontâneo para os alunos e eles precisam ser encorajados para conseguir, já que isso não é um hábito natural para eles. Em seu estudo sobre a representação submicro, Al-Balushi (2013) atribui que a baixa compreensão observada no seu estudo, deve-se a fraca habilidade que os alunos têm de transitar do macro para o submicro e também de transferir esse entendimento para compreender outro fenômeno. Com relação à representação simbólica, a mesma traz uma explicação quantitativa do fenômeno, com símbolos que representam as reações entre os átomos, íons ou moléculas, ou ainda, equações químicas balanceadas que representam as reações químicas ocorridas (Gilbert e Treagust, 2009).

## METODOLOGIA

Trinta e dois alunos, de uma escola particular do Brasil, participaram voluntariamente do estudo, idades entre 16 e 17 anos, realizando uma sequência de ensino-aprendizagem durante 100 minutos em sala de aula. Os alunos formaram duplas de estudo, totalizando 16 grupos. O objetivo era o estudo de conceitos iniciais em eletroquímica, focalizando a compreensão em duas reações químicas: entre ferro sólido e solução aquosa de sulfato de cobre II (experimento 1) e entre ferro sólido e solução aquosa de ácido sulfúrico (experimento 2). Os alunos estavam cursando o último ano do ensino médio e já tinham estudado sobre reações químicas, balanceamento de equações, mas ainda estavam iniciando os estudos sobre processos de óxido-redução. Para possibilitar o exercício metacognitivo, que consiste basicamente em repensar as ideias, primeiramente eles propuseram um modelo explicativo para as reações químicas observadas, no nível simbólico e submicro referente ao experimento 1. Um modelo

cientificamente correto foi exposto a eles pela pesquisadora, visando a comparação, em que eles precisavam procurar por semelhanças e diferenças entre o desenho proposto por eles e o apresentado (etapa metacognitiva - repensando as ideias). Na sequência, a mesma proposta foi feita para o experimento 2, constituindo a proposta da sequência de ensino-aprendizagem representada na figura 2.

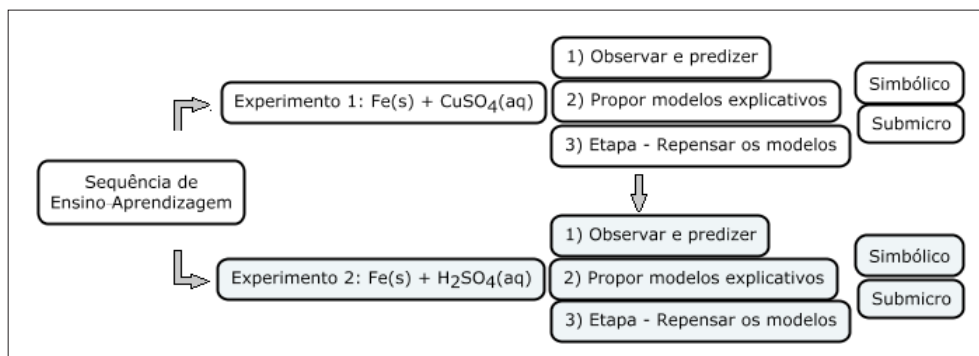


Fig. 2. Sequência de ensino-aprendizagem

Para a coleta de dados, houve a utilização de registro audiovisual dos alunos realizando a sequência de ensino-aprendizagem. O foco deste trabalho foi observar se os alunos iriam recorrer ou não ao fenômeno visto anteriormente - macro (observação das reações químicas entre o ferro e os cátions respectivos). As falas foram transcritas e os desenhos e registros recolhidos para posterior análise.

## RESULTADOS

Primeiramente, os dezesseis grupos foram classificados quanto à manifestação de indícios de terem conseguido fazer a transição entre os níveis simbólico e submicro, de acordo com critérios adotados no estudo. Os resultados estão expressos na tabela 1:

Tabela 1.  
Classificação dos grupos

	<i>Não transição</i>	<i>Transição parcial</i>	<i>Transição</i>
Número de grupos	6	6	4

Pode-se observar que dos 16 grupos, 6 deles (classificados como de não transição) não conseguiram mostrar indícios de transitar entre os níveis simbólico e submicro, 6 deles (transição parcial) conseguiram representar alguns aspectos do submicro e finalmente os últimos 4 (transição) representaram corretamente o submicro.

Quanto a manifestar indício de repensar o macro para reconstrução de ideias, temos a seguinte distribuição dentro de cada grupo, com relação aos experimentos 1 e 2, figura 3:

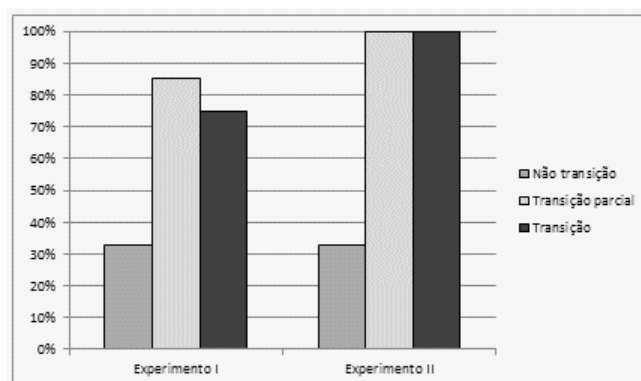


Fig. 3. Porcentagem de alunos que manifestaram início de pensar sobre o macro.

Analisando o gráfico de uma forma geral, os alunos parecem melhorar conforme manifestam indícios de repensar no macro, sendo que *todos* (100%) que reconstruíram, ao menos em parte suas ideias (transição parcial e transição), mostraram essa relação com o macro no experimento 2, em que havia a liberação de bolhas, pois eles conseguiram repensar sobre o experimento visto no início da atividade, conforme pode ser exemplificado pela fala de dois deles do grupo de transição, no momento em que estavam propondo a equação da reação química entre ferro sólido e solução aquosa de ácido sulfúrico:

Aluno 1: Então aqui tem que ficar  $2H^+$ ... tem que ficar  $Fe^{2+}$  mais o hidrogênio nos produtos (escreve  $H_2$ )....só que eu acho que...é porque o hidrogênio... eu acho que o gás...éeee! O hidrogênio é  $H_2$ , porque foi o gás que saiu, que foi hidrogênio.

Aluno 2: Ô...nossa...

Apenas 33% dos alunos do grupo de não transição demonstrou se conectar ao macro, visto no início da sequência, e ainda apresentaram muitas outras dificuldades durante a atividade, sobretudo com relação às representações das partículas. Segundo Taber (2009) os alunos podem ter dificuldade em compreender os conceitos que os símbolos carregam. Isso pode ser exemplificado nas falas abaixo, no momento em que estavam tentando propor uma equação para a reação química entre ferro sólido e solução aquosa de sulfato de cobre II:

Aluno 3: Eu acho que todo ferro tem que vir em dupla, assim. Não tem? Que tem, tipo, dois ferros.

Aluno 4:  $F_2$ ?

Aluno 3:  $Fe_2$ .

Aluno 4: Sim.

Aluno 3: Eu acho...tá, vamos deixar assim.

Esses grupos de não transição apresentaram dificuldade em relacionar os três níveis, não demonstrando repensar o macro na reconstrução de ideias, o que pode ter sido um fator desfavorável a eles, o que segundo Cheng e Gilbert (2009) pode fazer com que eles não consigam aprender química significativamente. Por outro lado, uma das duplas desse grupo conseguiu manifestar indícios de repensar o macro em ambos os experimentos, mas parece que o tempo foi um fator desfavorável a esse grupo, pois eles demoravam muito tempo nas discussões, o que indica que os tempos de aprendizagem podem ser diferentes. Outro ponto importante a ser assinalado é a melhora no desempenho entre os experimentos, pois considerar a oportunidade de reconstrução de ideias é muito importante no pro-

cesso de aprendizagem (Locatelli e Arroio, 2015), que é uma etapa metacognitiva, em que eles podem ter a possibilidade de autorregular suas ideias, considerando outros aspectos que foram despercebidos anteriormente. Locatelli e Arroio (2014) pontuam também que, às vezes, os alunos não avançam por falta de conhecimento químico, não conseguindo perceber o erro. Assim, o processo é complexo e multifatorial, sendo que, mesmo manifestando o repensar do macro, outros fatores estão envolvidos no processo, sendo o principal deles a própria dificuldade de compreensão do nível submicro, já que 100% dos alunos de transição parcial conseguiram se reconectar com o macro, mas não conseguiram se aprofundar na compreensão do submicro, que é mais abstrato para eles, razão pela qual ficaram na classificação transição parcial. Taber (2009) diz que a simbologia química é complexa e a demanda cognitiva para compreender também. Gilbert (2008) afirma ainda que transitar nos níveis representacionais constitui-se de um grande desafio aos alunos.

## CONCLUSÕES

Retomando a questão investigativa desse estudo: repensar sobre o nível representacional macro pode auxiliar o aluno a transitar entre os níveis simbólico e submicro? A conclusão é que repensar sobre o nível macro pode auxiliar na transição entre esses níveis, sendo a etapa metacognitiva importante por possibilitar aos alunos reconstruírem suas ideias e repensarem o nível macro, já que 100% dos que fizeram isso no experimento 2 tiveram mais êxito. Há uma implicação direta para o ensino de química quanto às conexões entre os diferentes níveis representacionais, pois parece que quanto mais ele consegue estabelecer essas relações, tanto melhor é seu aprendizado, possibilitando transitar entre os níveis.

Entretanto, o processo é multifatorial já que envolve muitos outros aspectos, como por exemplo, a representação das partículas, o tempo destinado para a realização da atividade, já que alguns alunos demoram mais para aprender do que outros e ainda a falta ou não de conhecimento químico, entre outros, ou seja, outros fatores também devem ser considerados pelo professor.

## AGRADECIMENTOS

Aos trinta e dois alunos do ensino médio que participaram desse estudo e à escola em que estudavam na época da pesquisa que possibilitou a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BALUSHI, S.M. (2013). The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(1), 3-10.
- CHENG, M. e GILBERT J.K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. In: Gilbert, J.K. e Treagust, D.F. (Eds). *Multiple representations in Chemical Education*, 4, 55-73.
- CHITTLEBOROUGH, G. e TREAGUST, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research Science Educational*, 38, 463-482.
- GILBERT, J.K. (2008). Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. In: Gilbert J.K., Reiner M. e Nakhleh M. (Eds). *Visualization: theory and practice in science education*, 3-24.

- GILBERT, J.K. e TREAGUST, D.F. (2009). Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In: Gilbert, J.K e Treagust, D.F. (Eds). *Multiple representations in Chemical Education*, 4, 1-8.
- JOHNSTONE, A. H (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- LOCATELLI, S.W. e ARROIO A (2014). Metavisual strategy assisting the learning of initial concepts of electrochemistry. *Natural Science Education*, 39 (1), 14-24.
- (2015). Metavisual strategy for the build and rebuilding of chemical concepts in the symbolic level with the assistance of images. *Natural Science Education*, 12 (2), 65-74.
- RAUPP, D., SERRANO, A. e MOREIRA, M.A. (2009). Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4 (1), 65-78.
- TABER, K.S. (2009). Learning at the symbolic level. In: Gilbert, J.K. e Treagust, D.F. (Eds). *Multiple representations in Chemical Education*, 4, 75-104.
- TALANQUER, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33, 179–195.
- TREAGUST, D.F., CHITTLEBOROUGH, G. e MAMIALA, T.L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25 (11), 1353-1368.
- TSAPARLIS, G. (2009). Learning at the macro level: The role of practical work. In: Gilbert, J.K. e Treagust, D.F. (Eds). *Multiple representations in Chemical Education*, 4, 109-136.