



## ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES VERBAIS E COGNITIVAS

**MARCONDES RIBEIRO, M. (1); SOUZA, F. (2) y SUART, R. (3)**

(1) Departamento de Química Fundamental. Universidade de São Paulo [mermarco@iq.usp.br](mailto:mermarco@iq.usp.br)

(2) Instituto de Química Universidade de São Paulo. [fsouza@iq.usp.br](mailto:fsouza@iq.usp.br)

(3) Instituto de Química Universidade de São Paulo. [rsuart@iq.usp.br](mailto:rsuart@iq.usp.br)

---

### Resumen

Neste trabalho, investigou-se o nível das habilidades cognitivas e da interatividade desenvolvida nos diálogos entre professor e alunos durante aulas de duas professoras de química do ensino médio que utilizam atividades experimentais na construção de conhecimentos. Os discursos orais foram analisados a partir de categorias desenvolvidas para discriminar o nível cognitivo das questões propostas e das respostas elaboradas; a interatividade foi avaliada considerando-se a relação entre as falas dos alunos e o total de questões e respostas produzidas. As aulas das duas professoras mostraram alto nível de interatividade, o que pode estar relacionado ao caráter investigativo das atividades. Nas duas situações investigadas, os níveis cognitivos manifestados nas falas dos alunos se relacionaram com os níveis cognitivos das questões propostas pelas professoras.

---

### Objetivos

A sala de aula é um ambiente privilegiado no sentido de possibilitar o estabelecimento de interações discursivas entre professor e alunos e entre os próprios alunos. Neste espaço, a experimentação em ensino de ciências é uma estratégia didática que, se desenvolvida sob certas orientações, pode contribuir para o estabelecimento de interações discursivas que evidenciem o grau de envolvimento cognitivo por parte dos estudantes. Ao expor suas idéias durante as discussões de um experimento, os estudantes podem se engajar cognitivamente na atividade resultando tanto na aprendizagem dos conceitos científicos tratados quanto no desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem.

Nesta investigação, buscou-se analisar o nível das habilidades cognitivas e da interatividade desenvolvida nos diálogos entre professor e alunos durante aulas de química no ensino médio que utilizaram atividades experimentais na construção de conhecimentos científicos. Parte-se da idéia que aulas dialogadas em que sejam valorizadas questões abertas e as falas dos alunos podem promover interações mais elaboradas, tais como explicações e argumentos na tentativa de analisar dados e apresentar conclusão plausível.

#### Marco teórico

Embora existam diversas maneiras de se desenvolver e executar atividades experimentais, de forma simplificada, pode-se entender a experimentação de duas maneiras: tradicional e investigativa (Hofstein e Lunetta, 2004). Nas atividades experimentais tradicionais têm-se como objetivos principais verificar a validade de uma teoria estudada em sala de aula, desenvolver habilidades manipulativas e motivar a aprendizagem em ciências. Desta forma, a participação do aluno fica reduzida a manipulação de materiais e equipamentos, registros de dados e comprovação dos resultados esperados.

Por outro lado, existem as atividades experimentais que têm como objetivo que os alunos investiguem problemas em ciências permitindo que eles elaborem e testem hipóteses, planejem experimentos, controlem variáveis, colem e analisem dados e elaborem conclusões a partir dos resultados obtidos. Atividades dessa natureza possibilitam uma maior interação entre professor e alunos e entre os próprios alunos em relação à forma tradicional de experimentação.

As interações discursivas construídas em sala de aula podem ser analisadas em diferentes dimensões, tais como verbal, cognitiva, social e não-verbal (Kumpulainen e Mutanen, 1999). Entretanto, neste trabalho foram analisadas apenas as dimensões verbal e cognitiva. A primeira se refere às estratégias comunicativas das declarações feitas em sala de aula; a segunda dimensão se refere aos caminhos e estratégias cognitivas pelos quais o conhecimento é construído de forma individual ou coletiva na realização de atividades e resolução de problemas (Souza e Marcondes, 2008).

O discurso elaborado em sala de aula pode envolver demandas cognitivas de diferentes níveis (Stamovlasis et al., 2005). Em atividades experimentais investigativas podem-se promover condições para que os alunos desenvolvam argumentos e explicações que reflitam habilidades cognitivas de alta ordem (Zoller et al., 2002). Para o autor, as Habilidades Cognitivas de Alta Ordem (Higher Order Cognitive Skills – HOCS) incluem as capacidades de formular questões, solucionar problemas (não exercícios) e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico. As Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem (Lower Order Cognitive Skills – LOCS) estariam relacionadas, sobretudo, à aquisição de informações e uso de algoritmos.

#### Desenvolvimento do Tema

Neste trabalho foram analisadas aulas de duas professoras de Química de escolas públicas da região metropolitana da cidade de São Paulo, denominadas professoras A e B. Ambas utilizavam atividades experimentais com características de uma abordagem investigativa em suas aulas. Foram gravadas em áudio e vídeo: uma aula da professora A com uma turma de aluno da 3ª série do ensino médio cujo objetivo era a construção dos conceitos de oxidação e redução a partir da discussão sobre dois experimentos feitos por demonstração; e uma seqüência de quatro aulas da professora B com alunos da 1ª série do ensino médio com o objetivo de construir e aplicar o conceito de densidade.

Após as transcrições, as falas dos alunos e das professoras foram separadas em “episódios de ensino” e analisadas a partir de categorias de interações verbais e cognitivas (Suart e Marcondes, 2008; Souza e Marcondes, 2008) desenvolvidas para discriminar a interatividade e o nível cognitivo das questões propostas pelas professoras e o das respostas elaboradas pelos alunos. Os instrumentos de análise foram

validados por um grupo de pesquisadores.

### Resultados

A avaliação do nível cognitivo das aulas foi realizada considerando-se a razão entre as questões e respostas de alta ordem cognitiva e as questões e respostas totais. A aplicação de um algoritmo ou a simples evocação de uma informação, a não identificação de variáveis ou da situação problema revelavam habilidades de baixa ordem cognitiva; o controle e análise de variáveis, a proposição de hipóteses e o estabelecimento de relações causais entre os elementos do problema, no entanto, foram consideradas manifestações de habilidades de alta ordem cognitiva. A interatividade foi avaliada considerando-se a média dos valores da razão entre a quantidade de falas dos alunos e o total das falas e da razão entre a quantidade de questões e respostas e a quantidade total de interações verbais produzidas. Foram consideradas aulas interativas aquelas que apresentam nível de interatividade  $\geq 40$  (figura 1).

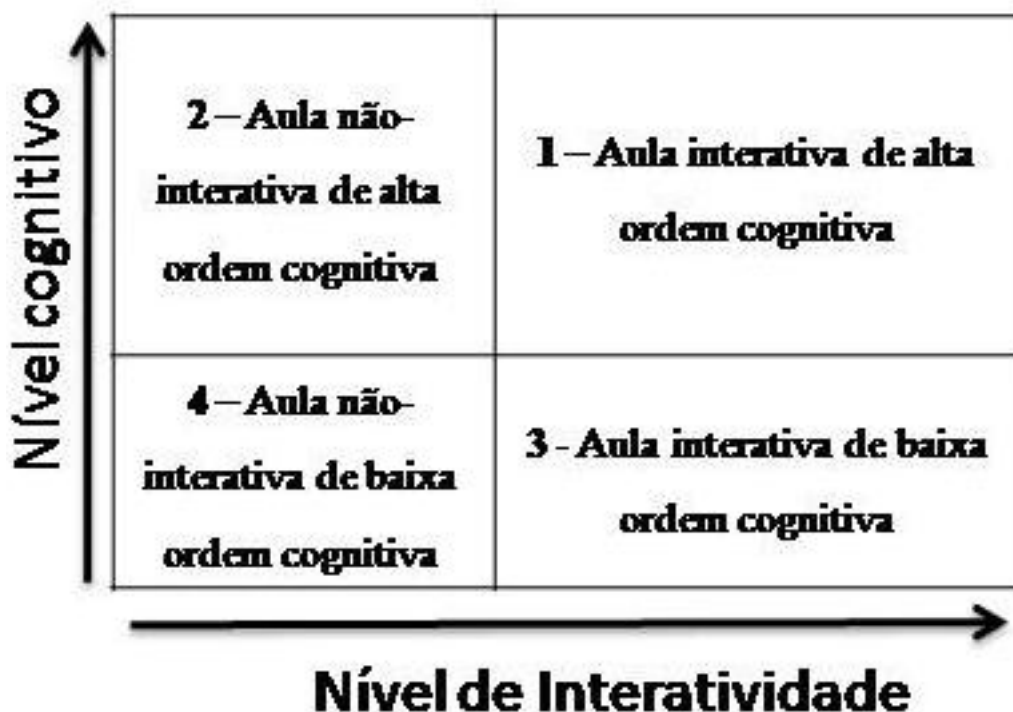
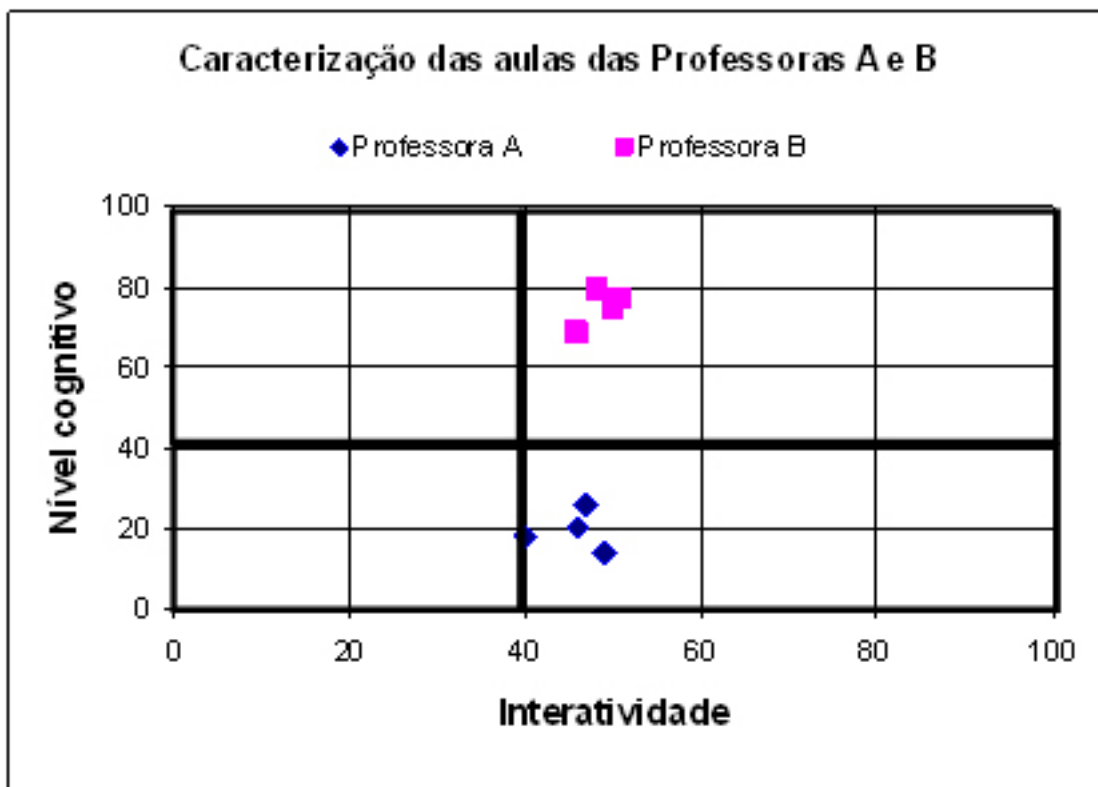


Figura 1: Modelo de categorização das aulas em função do nível cognitivo e da interatividade.

As aulas das duas professoras foram consideradas interativas, visto que ao longo de toda a aula os alunos participaram das reflexões e explicações sobre os experimentos respondendo as solicitações das professoras. No entanto, as interações na aula da professora A se deram, sobretudo, na forma de questões fechadas, propostas pela professora, e de respostas informativas dos alunos, sendo, então, em grande parte, interações de baixa ordem cognitiva (figura 2). Já nas aulas da professora B houve grande participação dos alunos na elaboração de hipóteses e no controle e avaliação de variáveis, evidenciando raciocínios de alta ordem cognitiva (figura 2).



**Figura 2: Caracterização da interatividade e nível cognitivo das aulas**

Percebeu-se, nas duas situações investigadas, que os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos estão relacionados com os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor. Ou seja, quando o professor questiona os alunos para recordar algo, as respostas dos alunos são condizentes com o nível exigido. Porém, quando o professor proporciona situações que requerem avaliação ou respostas bem elaboradas, os alunos apresentam raciocínios de alta ordem cognitiva, como controle de variáveis e suas relações causais.

Deve-se considerar que atividades experimentais de caráter investigativo, propostas de maneira a permitir que o aluno participe ativamente no processo de resolução do problema, podem contribuir para a construção de conhecimentos químicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias para a formação de indivíduos críticos e com atitude, exigida por nossa sociedade em constante transformação.

#### Referências

Hofstein, A. e Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: foundations for twenty- first century, *Science Education*, 88, p.28- 54.

KUMPULAINEN, K., MUTANEN, M. The situated dynamics of peer group interaction: an introduction to an analytic framework. *Learning and Instruction*, n.9, p.449-473, 1999.

SOUZA, F. L. e MARCONDES, M.E.R. (2008). Interações Verbais e Cognitivas: Uma Análise de Aulas Contextualizadas de Química. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, UFPR, Curitiba, disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/> acesso em 12/01/2009.

STAMOVLASIS, D.; TSAPARLIS, G.; KAMILATOS, C.; PAPAOIKONOMOU, D. e ZAROTIADOU, E. (2005) Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: Further evidence from a national chemistry examination. *Chemistry Education Research and Practice*, v.6, n.2, p. 104-118.

SUART, R. e MARCONDES, M. E. R. (2008). As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista ABRAPEC*, 8 (2).

ZOLLER, U.; D ORI, Y. e LUBEZKY, A. (2002). "Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students". *International Journal of Science Education*. 24 (2), p.185-203.

## CITACIÓN

MARCONDES, M.; SOUZA, F. y SUART, R. (2009). Atividades experimentais investigativas de química no ensino médio: uma análise das interações verbais e cognitivas. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 442-446  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-442-446.pdf>