

# O Espaço para a Argumentação no Ensino Superior de Química

Saete Linhares Queiroz<sup>1</sup> e Luciana Passos Sá<sup>2</sup>

## ABSTRACT (The place of argumentation in undergraduate chemistry teaching)

The purpose of this paper is to investigate to what extent argumentation activities are used in undergraduate chemistry teaching. Thirty five undergraduate chemistry lessons in a chemistry university course were systematically observed to conduct a pilot study. An observation schedule was used to record student's activities and students-professor interactions. The findings indicated that in the majority of the classes it was the professor who did the talking and structured the arguments. The laboratory classes were organized in such a way that the students focused mainly on procedural aspects of the practical work. In order to understand the lack of argumentation activities in university chemistry classroom, the ten professors who taught the observed lessons were interviewed. The interviews indicated that there is a general lack of pedagogical expertise among professors in organizing activities in which students are given a voice.

**KEYWORDS:** argumentation, undergraduate education, chemistry

En este número especial, la sección DE ANIVERSARIO toma un tema novedoso de la enseñanza. Aunque haya profesores que lo hayan cultivado desde hace décadas, está de moda en las revistas de investigación educativa de las ciencias el publicar artículos con este contenido. En estas cinco contribuciones provenientes de Brasil (ésta de Saete Linhares Queiroz); una británica (de Sibel Erduran y Rosa Villamanan); una de España (la de Marilar Jiménez-Aleixandre, Blanca Puig y Beatriz Bravo); de Estados Unidos (de Richard Duschl y Greg Kelly), y de México (de María Eugenia De la Chaussée Acuña), se argumenta que los modos dialógicos de interacción serán un elemento esencial de la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI y que los profesores tenemos que estar preparados para fomentarlos en el aula. El diálogo y la argumentación proporcionan a los estudiantes la oportunidad de involucrarse en una interacción deliberativa acerca de las ideas de la ciencia y a construir una comprensión más profunda y significativa de lo que la ciencia ofrece. Hemos añadido la traducción de un artículo de Jonathan Osborne ya publicado en la *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, en nuestra sección DOCUMENTOS, además de la editorial de este número, que también trata de este mismo tema.

<sup>1</sup> Professora do Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

**Correo electrónico:** salete@iqsc.usp.br

<sup>2</sup> Doutoranda da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, e Professora do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil.

**Correo electrónico:** lucianapsa@gmail.com

## Resumen

Este trabajo tiene como objetivo investigar la extensión en la que tienen lugar actividades que fomentan la práctica de la argumentación en la enseñanza superior de la química. A partir de un sistema de clasificación, fueron observadas y registradas las actividades de los estudiantes en su interacción con los profesores en treinta y cinco aulas. Los resultados indican que en la mayoría de las aulas el discurso está predominantemente centrado en el profesor, que es el principal responsable de la elaboración de argumentos. Los trabajos en los laboratorios fueron organizados para valorar principalmente los aspectos procedimentales del trabajo práctico. Los diez profesores involucrados en las aulas observadas fueron entrevistados para comprender la ausencia de actividades favorables a la práctica de la argumentación en aulas y laboratorios de enseñanza de la química en el nivel superior. Las entrevistas indicaron algunas limitaciones pedagógicas de los docentes para organizar actividades que favorecieran la expresión oral de los alumnos.

## Introdução

Pesquisas relacionadas à prática da argumentação no ensino de ciências têm sido amplamente divulgadas nos últimos anos, dentre as quais se destacam aquelas que investigam: a natureza de atividades didáticas capazes de fomentar a instauração do discurso argumentativo em ambientes de ensino (Duschl e Osborne, 2002; Osborne, Erduran e Simon, 2004); a qualidade dos argumentos produzidos por estudantes matriculados em disciplinas de ciências (Villani e Nascimento, 2003; Sá e Queiroz, 2007; Naylor, Keogh e Downing, 2007); mecanismos que possam favorecer o aperfeiçoamento das habilidades argumentativas dos estudantes (Zohar e Nemet, 2002; Simon, Erduran e Osborne, 2006); o espaço ocupado pela argumen-

tação em salas de aula e laboratórios de ensino (Newton, Driver e Osborne, 1999).

No presente trabalho, nos juntamos ao rol de pesquisadores interessados em investigar o espaço ocupado pela argumentação em ambientes de ensino de ciências, mais especificamente em salas de aula e laboratórios didáticos no ensino superior de química. Para tanto, aulas ministradas em disciplinas de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública brasileira foram sistematicamente observadas a partir da utilização de um esquema de classificação proposto por Newton, Driver e Osborne (1999). O esquema, descrito no tópico a seguir, serviu de subsídio para o registro das atividades dos estudantes e das interações dos mesmos com os professores durante as aulas observadas. Os dez professores que ministraram as aulas foram também entrevistados, tendo em vista a compreensão da extensão em que atividades que fomentam a prática da argumentação são usadas no referido nível de ensino.

### Percursos Metodológico

A coleta de dados para a realização do trabalho se deu a partir da observação sistemática de aulas ministradas em um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública brasileira e de entrevistas realizadas com os professores responsáveis pelo seu oferecimento e organização. Nas entrevistas o seguinte questionamento foi apresentado a cada um dos professores: *a partir da observação de diferentes aulas, ministradas por diferentes professores do ensino superior de química, verificamos a pouca ocorrência de discussões, que oferecessem ao aluno a oportunidade de argumentar, discutir e expor suas idéias. Em sua opinião, quais as razões pelas quais discussões dessa natureza e atividades que promovam a argumentação, não ocorrem com frequência em aulas de química no ensino superior?* As entrevistas foram gravadas e transcritas integralmente. As razões mais enfatizadas pelos docentes foram classificadas em categorias principais e são discutidas no tópico *Resultados e Discussão*, a seguir.

No que diz respeito à observação, trinta e cinco aulas, ministradas em dez disciplinas, distribuídas entre o primeiro e o sexto semestre do curso foram observadas. Dentre as disciplinas, sete eram de caráter teórico e três de caráter experimental. As disciplinas de caráter teórico, por sua vez, abarcavam tanto disciplinas específicas de conteúdos de química quanto disciplinas que tratavam de questões relacionadas à comunicação científica e à estatística. A Tabela 1 apresenta a distribuição das disciplinas observadas, nos respectivos semestres em que são oferecidas, e a quantidade de aulas observadas em cada uma delas. A duração média de observação de cada uma das aulas foi de oitenta minutos. Cabe destacar que os nomes atribuídos às disciplinas são fictícios, embora reflitam os conteúdos nelas ministrados.

Conforme mencionamos anteriormente, as aulas foram observadas a partir da utilização do esquema de classificação de procedimentos adotados em ambientes de ensino, proposto por Newton, Driver e Osborne (1999), que é dividido em

**Tabela 1.** Distribuição das disciplinas por semestres do curso e o número de aulas observadas em cada uma delas.

Semestre do curso	Disciplinas de Caráter Teórico	Nº de aulas observadas
1º	Fundamentos de Química	5
2º	Comunicação Científica	4
	Estatística Aplicada à Química	3
4º	Química Orgânica B	3
5º	Físico-Química B	3
	Química Inorgânica B	4
6º	Química Orgânica C	3
	Disciplinas de Caráter Experimental	
1º	Química Geral	4
4º	Laboratório de Química Orgânica A	4
6º	Análise Instrumental	2

três sessões (Figura 1). A primeira, Forma de Trabalho dos Alunos (FTA), diz respeito às formas como as aulas são conduzidas, ou seja, como os estudantes são agrupados durante as atividades. A segunda, *Atividade dos Alunos (AA)*, fornece informações relacionadas às diferentes atividades nas quais os alunos são engajados. E a terceira, *Interação Professor-Aluno (IPA)*, mostra a natureza das interações que ocorrem entre professor e aluno (se ocorrem) durante as aulas. A descrição detalhada de cada uma das atividades ou interações apresentadas no esquema encontra-se no Anexo I.

O preenchimento do esquema consiste em marcar o tipo de FTA, AA e IPA que predomina em cada intervalo de trinta segundos. Vale destacar que, quando todos os alunos estão engajados numa mesma atividade, não há equívocos quanto à classificação em um determinado intervalo de tempo. Porém, existem situações em que os estudantes não estão envolvidos em uma mesma atividade, o que gera dificuldades na marcação do esquema. Para evitar problemas, e a exemplo do que foi realizado por Newton, Driver e Osborne (1999), selecionamos em cada sala, aleatoriamente, um aluno representativo, e marcamos somente as atividades desse aluno. Assim, assumimos que as atividades do aluno representativo seja uma representação satisfatória da classe como um todo. No caso da IPA, esta nem sempre ocorre em cada trinta segundos e somente é marcada se observada num período substancial de trinta segundos. Em situações de atividades em pequenos grupos ou individuais, em que o professor normalmente circula pela sala de aula, atenção especial é dada à interação que ocorre entre o professor e o aluno representativo.

### Resultados e Discussão

#### Observação das Aulas

As observações realizadas nas disciplinas indicam que a aula expositiva ainda é predominante em situações de ensino-aprendizagem de química no ensino superior. De fato, a aná-

**Figura 1.** Esquema de classificação utilizado na observação das aulas, onde FTA = *Forma de Trabalho dos Alunos*, AA = *Atividade dos Alunos* e IPA = *Interação Professor-Aluno*. Os números indicam o tempo, em minutos, dedicado às diferentes atividades e formas de interação e cada quadro corresponde a um intervalo de trinta segundos (adaptado de Newton, Driver e Osborne, 1999).

		2	4	6	8	10
FTA	Atividade com a classe inteira					
	Atividade em pequenos grupos					
	Atividade individual					
	Outra					
AA	Ouvindo uma explicação					
	Lendo					
	Realizando exercícios					
	Fazendo anotações					
	Realizando atividade aberta com papel e lápis					
	Observando uma demonstração					
	Realizando trabalho prático direcionado					
	Realizando trabalho prático livre					
	Preparando ou organizando o ambiente					
	Discutindo formalmente com o grupo					
	Outra					
IPA	Professor dando instruções					
	Professor explanando idéias científicas					
	Perguntando e respondendo					
	Realizando atividades deliberativas					
	Aluno elaborando questões					
	Outra					

lise dos resultados, decorrentes da categoria *FTA* do esquema, mostra que dentre as sete disciplinas de caráter teórico observadas, seis apresentam aulas nas quais a única forma de trabalho dos alunos é a atividade direcionada para a turma inteira, em formato de aulas expositivas. Apenas a disciplina Comunicação Científica apresentou aulas nas quais um percentual de 33,65% do tempo foi dedicado a atividades direcionadas à classe inteira, também caracterizada no formato de aula expositiva, e 66,35% a atividades em pequenos grupos. Essa disciplina se diferencia das demais também no que diz respeito aos seus objetivos, pois visa o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita dos estudantes e não a aprendizagem de conteúdos de química. Cabe ainda destacar que disciplinas dessa natureza não são usuais em cursos de graduação em química no Brasil (Oliveira e Queiroz, 2007; Oliveira e Queiroz, 2008).

A análise dos resultados decorrentes da categoria *FTA* do esquema, para as três disciplinas de caráter experimental, mostrou um elevado percentual de tempo destinado a atividades realizadas em pequenos grupos: Análise Instrumental (84,4%); Laboratório de Química Orgânica A (94,2%); Química Geral (99,4%). O restante do tempo foi destinado a atividades direcionadas para a sala como um todo. Isso se deve ao fato dos alunos trabalharem em duplas, em grande parte das aulas práticas oferecidas pela universidade em questão.

Trabalhos reportados na literatura sugerem que as atividades em pequenos grupos favorecem a ocorrência de discus-

sões e o desenvolvimento de habilidades argumentativas (Castro e Jiménez Aleixandre, 2000). Infelizmente, embora tenhamos observado que em tais aulas a forma de trabalho dos alunos era principalmente em grupo, a análise dos resultados decorrentes da categoria *AA* do esquema (Figura 2) indica que as atividades desenvolvidas estavam relacionadas principalmente às do tipo *realizando trabalho prático direcionado*, em que os alunos faziam os experimentos seguindo uma metodologia preestabelecida em roteiros fornecidos pelo professor. A não ocorrência de atividades do tipo *discutindo formalmente com o grupo* é preocupante, uma vez que a partir da sua realização a argumentação pode encontrar lugar em ambientes de ensino. As demais atividades realizadas pelos alunos nas aulas práticas, *preparando ou organizando o ambiente*, *ouvindo uma explicação* e *observando uma demonstração*, também não são favoráveis à instauração de práticas argumentativas.

A Figura 3 ilustra os tipos de atividades dos alunos nas aulas de caráter teórico. Verificamos a predominância de atividades do tipo *ouvindo uma explicação* e *fazendo anotações* nas aulas de todas as disciplinas observadas, com exceção da disciplina Comunicação Científica. Em atividades do primeiro tipo o professor explicava oralmente um determinado tópico, utilizando o quadro, retroprojetor ou projetor data-show, enquanto que na do segundo tipo os alunos passivamente registravam informações apresentadas por meio da fala do professor ou expostas no quadro negro, slides ou transparências.

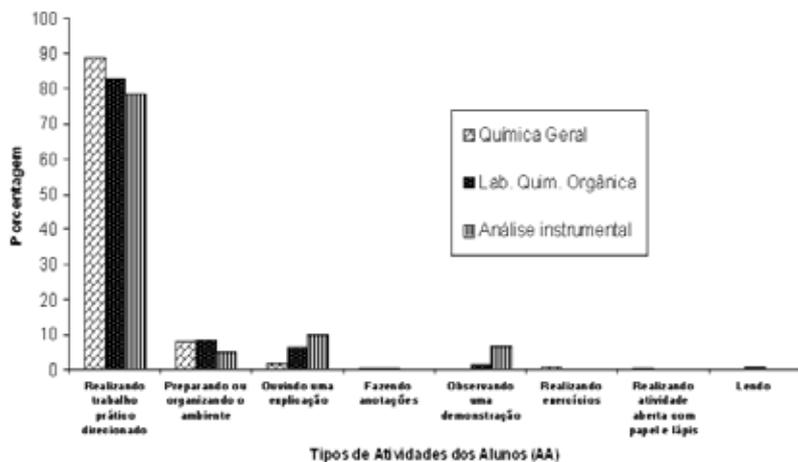


Figura 2. Tipos de atividades dos alunos (AA) ocorridas nas aulas experimentais observadas.

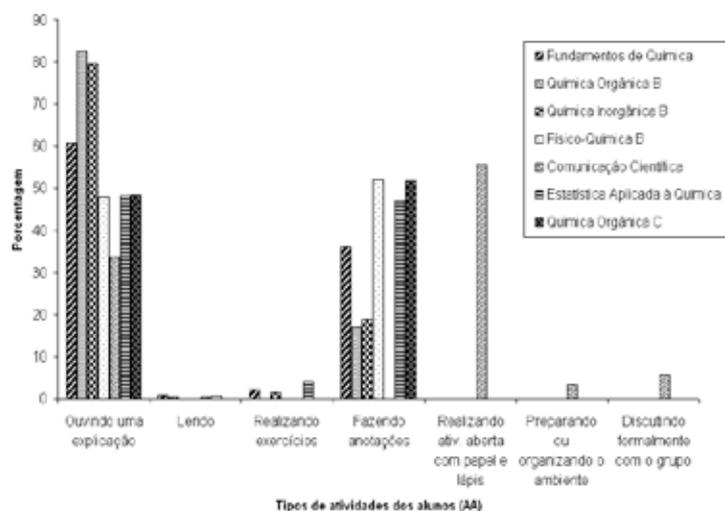


Figura 3. Tipos de atividades dos alunos (AA) ocorridas nas aulas teóricas observadas.

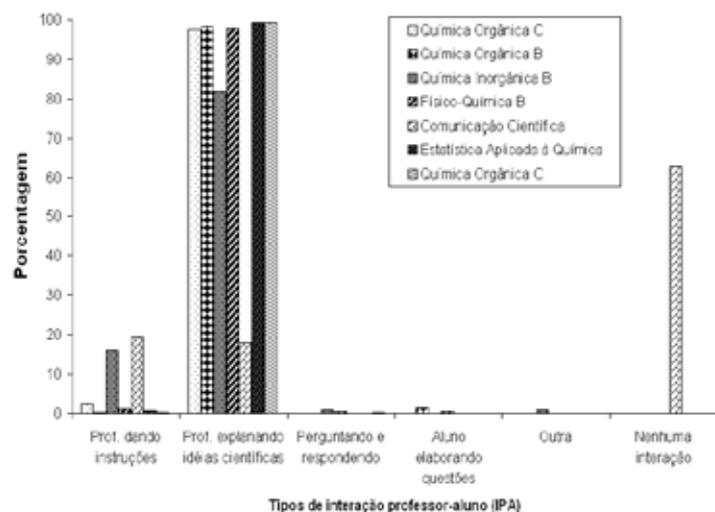


Figura 4. Interações professor-aluno (IPA) ocorridas nas aulas teóricas observadas.

Quando os alunos faziam anotações sobre alguma informação oferecida pelo professor, assinalávamos no esquema a descrição *fazendo anotações* ao invés de *ouvindo uma explicação*.

Na disciplina Comunicação Científica predominaram atividades do tipo *realizando atividade aberta com papel e lápis*, nas quais os estudantes estavam envolvidos em algum trabalho criativo ou reflexivo que não requeria respostas simples, concisas e estruturadas. Também observamos nas aulas dessa disciplina a ocorrência de atividades do tipo *preparando ou organizando o ambiente* e *discutindo formalmente com o grupo*. A primeira foi registrada em situações em que os alunos estavam se preparando para iniciar ou finalizar uma atividade proposta pelo professor da disciplina. A segunda foi registrada a partir de situações em que pequenos grupos foram formados com o intuito de discutir a respeito de questões relacionadas ao conteúdo trabalhado na disciplina.

Com base nos dados obtidos verificamos a grande preocupação da maioria dos professores com a transmissão de conteúdos científicos durante as aulas teóricas, em detrimento do oferecimento de atividades favoráveis à elaboração de argumentos por parte dos alunos. Atividades do tipo *realizando trabalho prático livre* e *discutindo formalmente com o grupo*, favoráveis ao aprimoramento da capacidade argumentativa dos alunos, ocorreram de forma pontual, em uma única disciplina. Tal constatação não encontra respaldo em recomendações feitas por educadores que enfatizam que o ensino de ciências não deve favorecer apenas a aprendizagem de conteúdos científicos, mas deve também estimular a capacidade de raciocinar e argumentar a respeito de questões e problemas científicos (Kuhn, 1993; Duschl, 1998).

A Figura 4 ilustra a porcentagem de tempo de ocorrência das interações professor-aluno (IPA) nas situações de ensino observadas. Nas aulas teóricas mais de 80% do tempo foi dedicado à interação do tipo *professor explicando idéias científicas*, seguida da interação do tipo *professor dando instruções*, em uma proporção consideravelmente menor. Esta última se refere aos momentos nos quais os alunos são instruídos sobre o que devem fazer em seguida ou nas próximas aulas. Outros tipos de interação não ocorreram em frequência significativa.

A disciplina Comunicação Científica é a única que diverge de tal padrão devido ao fato da maioria das atividades nela desenvolvidas ocorrerem em pequenos grupos. Situações, portanto, em que o professor circula pela sala de aula e são

realizados registros no esquema de classificação somente das interações ocorridas entre o professor e o aluno representativo, o que justifica a elevada porcentagem da categoria *nenhuma interação*, ilustrada na Figura 4.

No que diz respeito às aulas experimentais, se repetiu a mesma situação mencionada para a disciplina de Comunicação Científica, uma vez que os alunos também trabalhavam em grupo. Ou seja, durante a maior parte do tempo não foi registrado nenhum tipo de interação entre o professor e o aluno representativo. O tipo de interação mais observado foi a do tipo *professor dando instruções*. As demais não ocorreram em uma frequência significativa. Interações do tipo *perguntando e respondendo*, que envolve uma pergunta elaborada pelo professor, seguida da resposta do aluno e da avaliação do professor, não foram registradas durante o período de observação das aulas. O mesmo se verificou para as interações do tipo *realizando atividades deliberativas*, nas quais o professor e aluno são envolvidos em uma discussão mais prolongada sobre uma determinada questão.

De um modo geral, a análise da forma de trabalho dos alunos (FTA), das atividades dos alunos (AA) e das interações professor-aluno (IPA) indica que as práticas de ensino comumente usadas pelos professores no ensino superior de química, não oferecem espaço para que a argumentação ocorra. A pouca incidência ou a ausência total de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades argumentativas são evidenciadas neste estudo e também o foram no trabalho de Newton, Driver e Osborne (1999), no qual é realizada uma análise semelhante com alunos do ensino básico na Inglaterra.

### **Entrevistas com os Professores Responsáveis pelas Aulas Observadas**

Conforme mencionamos anteriormente, com o intuito de buscarmos razões para a pouca ocorrência de atividades estimuladoras da argumentação no ensino superior de química, realizamos entrevistas com os dez professores responsáveis pelas disciplinas cujas aulas foram observadas. As razões mais enfatizadas pelos professores entrevistados frente ao questionamento que lhes foi apresentado foram classificadas em quatro categorias principais, discutidas a seguir.

- *Limitações na formação de professores do ensino superior*: um aspecto observado a partir da análise das entrevistas diz respeito ao fato de alguns professores estarem conscientes de sua pouca habilidade na condução de aulas diferenciadas do modelo da aula expositiva. Alguns atribuem essa dificuldade a uma formação acadêmica deficiente, conforme indica o excerto

*“Olha, eu acho que isso ocorre por vários motivos, em primeiro lugar pela falta de preparo do professor, porque a gente não tem formação pra ser um professor, a gente é formado pra ser pesquisador, então a gente não sabe muito como fazer isso”.*

De fato, no Brasil a formação pedagógica dos professores

que atuam no ensino superior de química tem sido objeto de crítica e de estudos que mostram a necessidade de superação de um paradigma de reprodução e repetição, tanto da prática dos profissionais professores como dos processos de formação dos mesmos (Maldaner, 1999; Zanon, Oliveira e Queiroz, 2007).

- *Pressões externas impostas pelo currículo*: outro ponto ressaltado pelos professores diz respeito ao excesso de disciplinas nos cursos de graduação e ao pouco tempo que os estudantes dispõem para praticar o raciocínio e a reflexão, conforme indicam os excertos:

*“Devido à falta de tempo, que todos têm, tanto os alunos como professores. Os alunos acabam tendo que estudar um monte de matéria ao mesmo tempo. Sobra pouco tempo para eles estudarem só o conteúdo da matéria que eles estão fazendo, quanto mais informações adicionais. E também dos professores poderem se dedicar mais a preparação da aula, a busca de materiais adicionais (...)”.*

*“É muita disciplina, é um curso muito carregado, o aluno não tem tempo de reflexão e isso acaba gerando essa falta de discussão também, porque o aluno não se prepara para assistir a aula”.*

Considerações presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (Zucco, Pessine e Andrade, 1999) vão ao encontro das colocações feitas pelos professores nas entrevistas. Nas Diretrizes é consensual a seguinte idéia: “os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com “conhecimentos” já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão”.

- *Má formação do aluno no ensino básico*: os professores também chamam atenção para o fato dos alunos chegarem despreparados na universidade, por conta de uma formação deficiente no ensino básico, conforme indicam os excertos:

*“Um dos problemas é que o nosso aluno vem muito mal do segundo grau. Ele vem treinado até mesmo pelo fator vestibular. Ele passa o terceiro ano, seja o quarto ano fazendo cursinho, ele tem que decorar, tem que enfrentar o vestibular (...)”.*  
*“Isso primeiramente pelo treinamento que eles recebem. Os alunos do primeiro ano vêm com vícios do cursinho ou então desse pseudo colegial, que se transformou num curso preparatório para o vestibular. E aí eles não discutem, eles simplesmente aceitam as informações (...)”.*

Nesse sentido, resultados obtidos em avaliações mundiais para o ensino básico, como a do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), corroboram a colocação dos docentes, uma vez que o Brasil aparece em posições não satisfatórias, quando comparado a outros países, indicando a exis-

tência de sérias deficiências no seu sistema educativo. O PISA, realizado a cada três anos, desde 2000, pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), é considerado um dos sinalizadores das tendências no cenário da educação.

- *Falta de interesse por parte dos alunos*: o pouco comprometimento por parte dos alunos com as disciplinas também é destacado pelos docentes como agravante para a ausência da argumentação nas aulas. Acreditam que a falta de curiosidade dos alunos com relação aos tópicos ministrados funciona como impedimento para que a discussão encontre espaço nos ambientes de ensino, conforme indicam os excertos:

*"Eu acho que falta também mais interesse por parte dos alunos para estudar a matéria da disciplina que ele está cursando e também buscar informações adicionais. Se o aluno tem esse tipo de preocupação, inevitavelmente, ele vai trazer muito mais discussões para a sala de aula e vão surgir mais dúvidas".*  
*"A razão principal é a pouca leitura, a pouca curiosidade dos alunos e obviamente porque eles não têm nenhum tipo de interesse pela disciplina (...) fazem com uma certa obrigação e não como uma opção deles".*

### Considerações Finais

A análise realizada indica que as práticas de ensino comumente usadas pelos professores não oferecem espaço para que a argumentação ocorra em ambientes de ensino-aprendizagem de química no nível superior. Os obstáculos apontados pelos professores na instauração de práticas argumentativas corroboram a necessidade de que os formadores de professores e estudiosos da linguagem desenvolvam pesquisas que subsidiem ações capazes de promover mudanças nessa realidade. No Brasil, nessa perspectiva, estudos sobre a argumentação no ensino de ciências (Villani e Nascimento, 2003; Capecchi e Carvalho, 2000; Queiroz e Sá, 2005), assim como sobre a formação de professores no ensino superior de química (Zanon, Oliveira e Queiroz, 2007; Arroio, Rodrigues Filho e Silva, 2006), vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos.

### Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq (Processo nº 306077/2006-0) e à FAPESP (Processo nº 05/54035-3) pelo suporte financeiro e aos docentes e alunos que contribuíram para a realização do trabalho aqui apresentado.

### Referências

Arroio, A., Rodrigues Filho, U.P. e Silva, A.B.F., A formação do pós-graduando em química para a docência em nível superior, *Química Nova*, **29**(6), 1387-1392, 2006.  
Capecchi, M.C.V.M. e Carvalho, A.M.P., Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos, *Investigações em Ensino de Ciências*, **5**(3), 171-189, 2000.

Castro, C.E.R. e Jiménez Aleixandre, M.P., La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(2), 275-284, 2000.  
Duschl, R., La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación, *Enseñanza de las Ciencias*, **16**(1), 3-20, 1998.  
Duschl, R.A. e Osborne, J., Supporting and promoting argumentation discourse in science education, *Studies in Science Education*, **38**(1), 39-72, 2002.  
Kuhn, D., Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking, *Science Education*, **77**(3), 319-337, 1993.  
Maldaner, O.A., A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química, *Química Nova*, **22**(2), 289-292, 1999.  
Naylor, S., Keogh, B. e Downing, B., Argumentation and primary science, *Research in Science Education*, **37**(1), 17-39, 2007.  
Newton, P., Driver, R. e Osborne, J., The place of argumentation in the pedagogy of school science, *International Journal of Science Education*, **21**(5), 553-576, 1999.  
Oliveira, J.R.S. e Queiroz, S.L., Construção participativa do material didático "Comunicação e Linguagem Científica: Guia para Estudantes de Química", *Revista Electrónica de las Ciencias*, **6**(3), 673-690, 2007.  
Oliveira, J.R.S. e Queiroz, S.L., Considerações sobre o papel da comunicação científica na educação em química, *Química Nova*, **31**(5), 1263-1270, 2008.  
Osborne, J., Erduran, S. e Simon, S., Enhancing the quality of argumentation in school science, *Journal of Research in Science Teaching*, **41**(10), 994-1020, 2004.  
Queiroz, S.L. e Sá, L.P., Argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 2005.  
Sá, L.P. e Queiroz, S.L., Promovendo a argumentação no ensino superior de química, *Química Nova*, **30**(8), 2035-2042, 2007.  
Simon, S., Erduran, S. e Osborne, J., Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom, *International Journal of Science Education*, **28**(2-3), 235-260, 2006.  
Villani, C.E.P. e Nascimento, S.S., A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio, *Investigações em Ensino de Ciências*, **8**(3), 1-15, 2003.  
Zanon, D.A.V., Oliveira, J.R.S. e Queiroz, S.L., Necessidades formativas de professores de química no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. Resumos... Bauru: Abrapec. 1v.  
Zohar, A. e Nemet, F., Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics, *Journal of Research in Science Teaching*, **39**(1), 35-62, 2002.  
Zucco, C., Pessine, F.B.T. e Andrade, J.B., Diretrizes Curriculares

para os  
Cursos  
de Quí-  
mica,  
Quími-  
c  
Nova  
22 (3)  
4 5 4  
4 6 1,  
1999.

## ANEXO 1 – Descrição dos tipos de atividades ou interações constituintes do esquema apresentado na Figura 1 (Newton, Driver e Osborne, 1999)

### Forma de Trabalho dos Alunos (FTA)

**Atividade com a classe inteira:** quando o professor envolve a sala inteira em uma atividade. Exemplo: alunos ouvindo uma explicação ou observando uma demonstração.

**Atividade em pequenos grupos:** quando grupos de estudantes trabalham juntos. Exemplo: realizando atividades abertas com papel e lápis, discutindo formalmente com o grupo ou realizando trabalho prático direcionado.

**Atividade individual:** quando o estudante trabalha para desenvolver seu próprio produto. Exemplo: ouvindo uma explicação, lendo, realizando trabalho prático direcionado.

### Atividades dos Alunos (AA)

**Ouvindo uma explicação:** quando os alunos são engajados em alguma forma de interação baseada no discurso, isto pode incluir: revisão de uma aula anterior; professor explicando uma idéia científica; professor explicando aos alunos o que fazer em tarefa extraclasse etc. Notar que o “falar” não é exclusivamente tarefa do professor (apesar do mesmo está envolvido na atividade), pois a classe pode estar ouvindo uma idéia que está sendo explicada por um aluno ou assistindo a uma gravação de vídeo.

**Lendo:** quando cada aluno está lendo um texto silenciosamente ou revezando para ler em voz alta. Isto não inclui a leitura de questões de um trabalho que está sendo desenvolvido na classe, embora inclua a leitura de texto relacionado com o que está sendo estudado.

**Realizando exercícios:** quando os alunos recebem exercícios para serem resolvidos, que envolvem respostas numéricas ou escritas, mas que geralmente são estruturadas e requerem uma resposta concisa.

**Fazendo anotações:** quando os alunos estão passivamente registrando informações apresentadas diretamente a eles, através de um livro, de quadro-negro, da fala do professor etc. Quando o aluno registra o que o professor está falando, a descrição *fazendo anotações* é usada, em detrimento à descrição *ouvindo uma explicação*.

**Realizando atividade aberta com papel e lápis:** quando os estudantes estão envolvidos em um trabalho criativo ou reflexivo. Esta é a distinção da atividade *realizando exercícios* e é planejada para abranger tarefas que não requerem respostas simples, concisas e estruturadas.

**Observando uma demonstração:** quando os alunos estão observando o professor demonstrar uma investigação prática. Quando a atividade ouvindo uma explicação também ocorre, a descrição *observando uma demonstração* deve se sobrepor à anterior.

**Realizando trabalho prático direcionado:** quando os alunos são envolvidos em uma investigação prática com a metodologia predeterminada pelo professor ou pelo livro.

**Realizando trabalho prático livre:** quando os alunos são engajados em investigações práticas sem uma metodologia predeterminada.

**Preparando ou organizando o ambiente:** quando os alunos estão se preparando para iniciar ou finalizar uma atividade. Isso pode envolver a distribuição de livros, reunião de equipamentos, deslocamento das cadeiras, lavagem de vidrarias ou a arrumação do material usado nas atividades.

**Discutindo formalmente com o grupo:** quando os alunos estão reunidos em um ou mais grupos para discutir uma questão específica relacionada ao conteúdo ministrado. Isso pode envolver uma discussão sobre a explicação de um fenômeno científico, as questões morais relacionadas a uma questão científica etc.

### Interação Professor - Aluno (IPA)

**Professor dando instruções:** quando os alunos são instruídos sobre o que devem fazer, posteriormente à fala do professor.

**Professor explanando idéias científicas:** quando o professor está explicando uma idéia, descrevendo um fenômeno, resumindo uma aula anterior etc.

**Perguntando e respondendo:** quando existem situações que envolvem uma questão levantada pelo professor, uma resposta dada pelo aluno e uma avaliação posterior do professor.

**Realizando atividades deliberativas:** quando o professor e os alunos são envolvidos em uma discussão mais prolongada ou profunda sobre uma questão. Difere da interação *perguntando e respondendo*, uma vez que o professor está interessado no raciocínio que está por trás das respostas que os alunos fornecem. É provável que demonstre isso ao encorajá-los no desenvolvimento das suas idéias.

**Aluno elaborando questões:** quando o aluno formula questões relacionadas ao conteúdo discutido na sala de aula