



Interações verbais e cognitivas em aulas de Química contextualizadas

Verbal and cognitive interactions in context-based chemistry classes

Fábio Luiz de Souza

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC)
Universidade de São Paulo (USP)
fsouza@iq.usp.br

Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Instituto de Química (IQ)
Universidade de São Paulo (USP)
mermarco@iq.usp.br

Resumo

A contextualização dos conhecimentos científicos e a participação ativa dos estudantes na construção dos discursos em sala de aula são importantes referenciais teóricos e metodológicos assumidos por muitos professores de Ciências e pesquisadores de ensino de Ciências. Acredita-se que a contextualização leve os estudantes a uma maior participação nas aulas e à aprendizagem dos conteúdos científicos. Buscou-se nesta investigação conhecer a natureza e a dinâmica das interações discursivas construídas nas aulas contextualizadas de Química. Foram gravadas, transcritas e analisadas três aulas consideradas contextualizadas de duas professoras de escolas diferentes. As interações discursivas foram categorizadas nas dimensões verbal e cognitiva. A análise dos resultados mostrou um acréscimo das interações cognitivas mais elaboradas, principalmente no discurso das professoras, quando a aula era contextualizada. Apesar disso, as falas dos alunos se mantiveram curtas e pouco elaboradas. A frequência da participação dos alunos também não foi afetada pela contextualização, permanecendo elevada e constante.

Palavras-chave: contextualização; interações verbais e cognitivas; análise de discurso; habilidades cognitivas.

Abstract

The context-based learning and the students' active participation in collective discourse construction are two important theoretical references admitted by many science teachers and researchers. It's assumed that context based learning enhances the students active participation and improves scientific contents learning. This research aims to understand the nature and the dynamic of discursive interactions which takes place between teacher and students in a context based chemistry class. Three classes that presented some kind of context-based teaching were recorded, transcribed and analyzed. The discursive interactions were categorized in verbal and cognitive dimensions. The analysis of the result showed an increase of the more elaborate cognitive interactions when the class content was context-based, mainly in the teachers discourses. Despite that, the students' talk remained short and less elaborated. The frequency of the students' participation also wasn't affected by the context-based teaching.

Keywords: context-based learning; verbal and cognitive interactions; discourse analysis; cognitive skills.

Interações verbais e cognitivas em aulas de Química contextualizadas

Expressões tais como “estimular o pensamento”, “promover o debate”, “ressaltar o confronto das opiniões com os dados ou a contradição entre diferentes pontos de vista” e “tornar o aluno intelectualmente insatisfeito com suas próprias concepções” (GARRIDO, 1996, pp.180-181), ilustram o papel do professor de ciências na educação contemporânea e a importância deste no processo de mediação da aprendizagem dos conhecimentos escolares.

Aliado a essa necessidade de interação dialógica entre professor e aluno em sala de aula, outro referencial amplamente aceito por pesquisadores e docentes é a abordagem contextualizada dos conhecimentos científicos. Ambos referenciais são também tratados em diferentes documentos oficiais de orientação curricular (BRASIL, 1999, 2002; SÃO PAULO, 1992, 2008; RIO GRANDE DO SUL, 2009).

O presente artigo relata uma investigação que buscou conhecer a relação entre estes referenciais na dinâmica da interação entre professores e alunos em aulas de Química em que a abordagem dos conteúdos era contextualizada. Partindo da hipótese de que a contextualização do conhecimento científico, embora necessária, não garante o estabelecimento de interações discursivas que evidenciem um alto nível de envolvimento cognitivo por parte dos alunos, investigamos a natureza das interações verbais e cognitivas estabelecidas entre professor e aluno e entre os próprios alunos.

Interações em sala de aula

A sala de aula é um espaço privilegiado para a ocorrência de interações entre professores e alunos. Inúmeras investigações (CÁRDENAS et al., 2004; CORDEIRO et al., 2002; SANTOS et al., 2001; BARREIRO; ESCORZA, 2000; CAPECCHI et al., 2000; KUMPULAINEN; MUTANEN, 1999; GARRIDO, 1996) têm tomado o discurso construído

em sala de aula por professores e alunos e entre os próprios alunos como objeto de pesquisa ou fonte de dados para estas. Seria difícil investigar, há algumas décadas atrás, por exemplo, como alunos e professor constroem o significado de um conceito durante a aula, simplesmente porque o diálogo entre eles era extremamente limitado e balizado por padrões sociais e pedagógicos muito diferentes dos de hoje. Usando a terminologia proposta por Mortimer e Scott (2002), a construção dos significados era realizada por meio de uma interação não dialógica de autoridade na qual o professor se porta como detentor da verdade e não considera as ideias dos alunos no processo de ensino.

As interações professor-aluno ou aluno-aluno têm sido analisadas, geralmente, em três diferentes dimensões: verbal, cognitiva e social (KUMPULAINEN; MUTANEN, 1999), embora outros autores proponham uma quarta dimensão, as interações não-verbais¹ (MEHRABIAN, 2009; POZZER-ARDENGHI; ROTH, 2006; SHE; FISHER, 2002). A primeira se refere ao caráter, propósitos e 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; e a terceira dimensão, a social, se debruça sobre as relações sociais estabelecidas durante as aulas. É importante ressaltar que essas dimensões das interações em sala de aula são intimamente relacionadas e que a delimitação de suas fronteiras é difícil e não consensual. De certo modo, o aspecto cognitivo das interações está relacionado às estratégias mentais empregadas para ensinar e aprender determinado conteúdo, ao passo que os aspectos verbais ou linguísticos tratam das estruturas e dos padrões do discurso coletivamente construído.

Três principais vertentes têm constituído as investigações sobre as interações professor-aluno (MORGE, 2005). Na primeira, o foco é posto sobre o discurso do professor e como esse pode afetar a aprendizagem dos alunos. A segunda abordagem investigativa busca conhecer os diferentes comportamentos verbais de professores e alunos com o objetivo de elaborar categorias ou instrumentos de análise das interações discursivas. Neste caso pouca atenção é dada à dinâmica das interações, suas estruturas ou relação entre diferentes momentos da aula. O foco deste tipo de pesquisa é voltado para o que os professores e alunos dizem durante as aulas e não para as razões, circunstâncias e efeitos daquilo que é dito. Em geral esses estudos são quantitativos e buscam medir e relacionar, por exemplo, a frequência de determinados padrões de falas com questões de gênero ou visões de ciência. A terceira vertente propõe não apenas conhecer os elementos das interações como também as relações entre estes, de modo a ter uma visão geral da estrutura da aula.

A construção de significados durante as aulas tem seu aspecto de coletividade, pois diferentes vozes contribuem de maneira mais ou menos organizada e linear para a elaboração da ideia que se busca (re)construir e compartilhar. Mas, há também um aspecto fortemente subjetivo nesse processo, de modo que a discussão constituída por contribuições de diferentes indivíduos pode não resultar na compreensão de cada

¹ Interações não verbais referem-se a ações distintas da fala, que podem incluir expressões faciais, gestos posturas e movimentos do corpo, pés e mãos. A comunicação não verbal, assim como a verbal, tem o objetivo de transmitir ideias e construir significados sobre determinados objetos ou processos. Entretanto, o processo comunicativo não verbal não segue regras bem definidas como a comunicação verbal, sendo, portanto, extremamente contextual.

um das conclusões alcançadas no coletivo. Para Candela (1998), a construção de significados num processo interativo com muitos indivíduos pode evoluir tanto para a construção correta de alguns significados compartilhados, quanto de outros complementares e alternativos. De Longhi (2000), ao comentar a singularidade de uma sala de aula, chega a questionar até mesmo a possibilidade de se identificar estruturas comuns nas interações entre professor e aluno. Assim, não é possível analisar de maneira linear um discurso construído coletivamente, visto que este é composto por muitas vozes social, espacial e temporalmente distantes e tampouco se pode elaborar conclusões sobre a construção do conhecimento de cada aluno somente a partir da estrutura e do conteúdo de tal discurso.

Contextualização e cognição dos conhecimentos científicos

Muitas visões de contextualização têm permeado materiais didáticos, documentos oficiais e a literatura científica nestas últimas décadas sob diferentes insígnias, dentre as quais se destacam: Ensino por Temas Geradores, Movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), Movimento ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica) e Movimento CTSA, sendo que este último surgiu com a incorporação mais recente da questão Ambiental nas discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ACEVEDO DIAS et al., 2003; AULER, 2003; AIKENHEAD, 2005).

Apesar de a maioria dos professores ser favorável à prática de um ensino contextualizado, em geral, estes não incorporam os princípios desse movimento educacional à sua prática docente cotidiana e, quando o fazem, frequentemente é de maneira simplista (SOLBES; VILCHES, 2000; SILVA, 2007). A visão de ensino contextualizado de grande parte dos professores está relacionada ao uso de exemplos de fenômenos e substâncias do cotidiano como demonstração de aplicação dos conhecimentos científicos apresentados com vistas à motivação para o estudo, o que corresponde ao nível de menor elaboração, segundo as categorias de ensino CTS propostas por Aikenhead (2005) e Silva (2007). Em alguns casos pode-se considerar que a falta de conhecimento adequado e reflexão dos professores sobre o ensino CTS têm resultado em pré-concepções ou concepções alternativas (TALANQUER, 2000). É comum, por exemplo, que para alguns professores o enfoque CTS implique em renunciar ao objetivo de que os estudantes compreendam os conceitos básicos das ciências; para outros, trata-se de substituir os conteúdos científicos por discursos políticos e sociais dos impactos da ciência e tecnologia no mundo; há também os que consideram que o ensino CTS se faz atribuindo títulos atrativos (alimentos e nutrição, água para a vida, energia e sociedade) aos conteúdos conceituais e incluindo momentos de discussões desses temas durante as aulas.

A incorporação das questões ambientais às discussões sobre a contextualização dos conhecimentos científicos e suas relações com a sociedade e tecnologia é um fenômeno relativamente recente na educação em ciências, tendo tomado impulso e visibilidade no meio acadêmico a partir da década de 90 do século passado. Nesse mesmo período, o movimento do ensino por competências e habilidades traz à tona questionamentos sobre a capacidade de mobilização dos saberes adquiridos pelos estudantes diante da necessidade de tomada de decisões frente às questões reais e

complexas do cotidiano. Assim, o movimento CTS passa tanto a tratar da reformulação dos conteúdos a serem ensinados, quanto dos propósitos destes e da capacidade cognitiva dos indivíduos em mobilizá-los de modo a exercer cidadania.

Neste sentido, além do avanço da incorporação das questões ambientais ao ensino CTS, Zoller (1987, 1993, 1999, 2000), Zoller et al. (1995) e Zoller e Tsapalis (1997) têm contribuído para a investigação em ensino de ciências ao incluir e destacar em seus trabalhos a análise da dimensão cognitiva dos processos de ensino e aprendizagem nesse tipo de abordagem. Para este autor, os objetivos almejados pela educação CTS só podem ser alcançados se houver uma melhora das habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes. Para tanto, o objetivo do ensino de Química (e das outras ciências também) deve ser “desenvolver o raciocínio e as habilidades de pensamento crítico no contexto dos conteúdos e processos da ciência em geral e da química em particular, e desenvolver as capacidades de solução de problemas e tomadas de decisão” (ZOLLER, 1993). Segundo o autor, o Ensino de Química tem desenvolvido nos estudantes quase que exclusivamente *habilidades cognitivas de ordem mais baixa*, denominadas de *Lower Order Cognitive Skills* (LOCS), por enfatizar demasiadamente a simples memorização de algoritmos (fórmulas, estruturas, esquemas) e conceitos científicos e a resolução de exercícios repetitivos. O ensino de Química, por outro lado, deveria estar voltado, segundo o autor, ao desenvolvimento de *habilidades cognitivas de ordem mais alta*, denominadas de *Higher Order Cognitive Skills* (HOCS). As HOCS estariam relacionadas à tomada de decisão, solução de problemas e ao sistema de pensamento crítico. Ele define pensamento crítico como sendo um “pensamento avaliativo, racional, lógico e ‘consequencial’ em termos de o que aceitar (ou rejeitar) e em quê acreditar, seguido de uma decisão (o que fazer ou não fazer sobre isso) e de uma ação coerente responsável” (ZOLLER, 1993, p.195).

Considera-se nesta investigação a contextualização dos conhecimentos científicos como sendo o estabelecimento de relações entre os conceitos e os processos da ciência e aspectos sociais, tecnológicos e ambientais relevantes para o cidadão, de modo que o educando possa tanto adquirir conhecimentos e informações, quando desenvolver competências cognitivas em diferentes níveis de complexidade. Considera-se também que existem diferentes níveis de contextualização com valores formativos distintos, que vão desde a mera exemplificação da aplicação dos conhecimentos científicos, passando pela compreensão de processos tecnológicos, até uma perspectiva de contextualização com vistas à transformação da realizada social por meio da reflexão crítica sobre questões técnico-científicas socialmente relevantes e de posicionamentos e ações individuais e coletivos pautados *também* em saberes científicos.

Metodologia

Assim, buscamos investigar a relação entre a contextualização dos conhecimentos científicos em aulas de Química e o desenvolvimento de habilidades de pensamento por parte dos estudantes e o papel das interações verbais nesse processo. Para tanto, foram investigadas aulas de duas professoras de Química que declararam desenvolver

um ensino contextualizado dos conteúdos químicos por meio de aulas que valorizam o diálogo com os estudantes. As professoras lecionavam no ensino médio de escolas públicas diferentes situadas na periferia da Grande São Paulo. Elas eram licenciadas em Química, sendo que uma delas exercia o magistério há 10 anos e a outra há 4 anos. Foram gravadas em vídeo 2 aulas sequenciais de cada uma das professoras em salas de 2º e 3º anos. As gravações das aulas foram realizadas pelo próprio pesquisador com uma pequena câmera posicionada sobre uma carteira escolar no fundo da sala para obter uma imagem ampla e, ao mesmo tempo, não intimidar os alunos e não inibir sua participação na aula. Também, foram feitas notas de campo para registrar impressões sobre o clima social da turma, ocorrência de atividades desligadas da aula, engajamento dos estudantes nas tarefas etc. Essas notas foram consultadas durante a transcrição das aulas e na composição de um mapa analítico, pois o significado de cada interação só pode ser abstraído considerando as informações do contexto em que foram geradas (MOREIRA, 1990). Cada fala foi enquadrada em uma das categorias de análise da dimensão verbal e em outra da dimensão cognitiva de acordo com o instrumento de análise proposto, sempre levando em conta as informações de seu contexto de origem.

Dimensões e categorias de análise

As interações cognitivas podem ter diferentes níveis de complexidade, exigindo um grau maior ou menor de abstração ou de estabelecimento de relações conceituais ou lógico-matemáticas com uma quantidade também variável de elementos. Em outras palavras, pode-se dizer que as atividades mentais realizadas pelos estudantes na busca pela compreensão de um conceito, na resolução de um problema ou na tomada de uma decisão podem envolver diferentes níveis de complexidade. O mesmo pode ser pensado para o professor em seu ato de ensinar. O discurso construído pelo professor ao explicar determinado conceito pode exigir dele e de seus alunos um pensamento com maior ou menor grau de elaboração.

Esses níveis de elaboração mental podem envolver a mobilização de funções mentais de complexidade variável, sendo todas elas necessárias à construção do conhecimento, mesmo as mais simples. A memorização de um conceito por um estudante e a evocação dessa memória constituem exemplos de atividades mentais de nível baixo de elaboração. Entretanto, pode-se considerar essa etapa de memorização como um estágio ainda embrionário da compreensão daquele conceito. O estudante, mediante processos de reflexão e de estabelecimento de relações conceituais com seu conhecimento já acumulado pode vir a assimilar o conceito, integrando-o em sua estrutura conceitual já estabelecida. Assim, processos mentais simples, tais como memorizar, evocar a memória, propor questões fechadas, repetir, concordar/discordar sem justificar ou a aplicação direta de uma fórmula matemática (algoritmo) também têm seu papel no ensino. O problema ocorre quando o ensino é voltado preponderantemente para o exercício desses processos mentais. De certo modo, esses processos mentais são traduzidos em discursos também mais ou menos elaborados, que podem ser analisados em pelo menos duas dimensões: verbal e cognitiva.

A *dimensão verbal* das interações discursivas diz respeito àquilo que é expresso oralmente ou de forma escrita nas interações entre professores e alunos. Na análise

dessa dimensão, busca-se conhecer os tipos de questões formuladas e os tipos de respostas dadas a essas questões; busca-se, também, conhecer outras manifestações orais possíveis dentro do contexto de uma aula, tais como leitura, ditado, *feedback*, transmissão de informação, convite à participação, repetição, afirmação e orientação para organizar a disposição física da sala ou de uma atividade. Na dimensão verbal, o olhar é posto mais sobre a “forma” do que é falado do que sobre as intenções, conteúdo ou significado.

A *dimensão cognitiva* diz respeito aos processos mentais que estão por trás das falas dos sujeitos; detém-se nos propósitos, conteúdos e significados daquilo que é expresso oralmente. A análise das interações na dimensão cognitiva complementa e aprofunda a reflexão sobre as falas dos sujeitos.

Falas que, quanto à forma, são iguais – questões, por exemplo – podem ser extremamente diferentes quanto aos processos mentais que desencadeiam no questionado quando ele mobiliza seus conhecimentos e habilidades cognitivas na busca de uma resposta. Uma questão fechada que busque como resposta apenas a citação de um nome ou fórmula química como, por exemplo, “Qual a fórmula da água?” produz uma demanda cognitiva diferente de uma questão como “Por que a fórmula da água é H_2O e não HO_2 ?”. A resposta à primeira questão é quase um conhecimento popular e pode ser resultado apenas da evocação da memória, enquanto a segunda questão exige o estabelecimento de relações entre diversos conhecimentos químicos na composição de uma resposta coerente, podendo esta apresentar diferentes níveis de complexidade.

A demanda cognitiva de uma questão, até certo ponto, é dependente dos conhecimentos prévios do estudante e do tipo de ensino a que ele está sendo exposto nas aulas (STAMOVLASIS et al., 2005). As interações em sala de aula podem exigir dos estudantes diferentes níveis de reflexão dependendo, basicamente, do nível de elaboração da fala do professor e dos conhecimentos prévios dos estudantes. A classificação dessas interações como sendo ordem cognitiva mais alta ou mais baixa, embora possa ter elementos mais consensuais, depende, em última instância, do pesquisador e daquilo que ele considera como sendo um pensamento muito ou pouco elaborado para a situação em estudo.

As categorias de análise, tanto da dimensão cognitiva quanto da verbal, foram construídas considerando-se as categorias de interações verbais e cognitivas apontadas na literatura (STAMOVLASIS et al., 2005; KUMPULAINEN; MUTANEN, 1999; GARRIDO, 1996) e uma análise prévia das transcrições das aulas. Inicialmente, foi elaborado um instrumento para análise das interações nas dimensões verbal e cognitiva, as quais eram compostas por diversas categorias. Este instrumento foi testado e validado mediante a colaboração de pesquisadores da área (1 professor doutor, 2 mestres e 6 mestrados em ensino de ciências) que analisaram os dados obtidos, aplicaram as categorias de análise aos dados, discutiram os pontos divergentes e sugeriram alterações no instrumento de análise ao longo de 6 horas de discussões em grupo, divididas em três encontros.

As categorias de análise propostas dentro de cada dimensão são mostradas nos quadros 1 e 2, a seguir. Nesses quadros são mostrados os códigos de cada categoria de análise usados para classificar as falas das professoras e dos alunos.

Quadro 1: Categorias de análise da dimensão verbal das interações em sala de aula.

Categoria	Código	Descrição
Questionamento	Q	Proposição de uma questão.
Resposta	R	Informação dada em decorrência de uma questão.
Feedback	FB	Avaliação de uma resposta. Pode ser tanto positivo, confirmando uma resposta correta, quanto negativo.
Ditado	D	Pronúncia de algo com objetivo de que o ouvinte escreva o que foi dito.
Repetição	REP	Repetição da fala de outro. Não apresenta função cognitiva de grande valor. Usa-se geralmente para demonstrar atenção e valorização da fala do outro (função afetiva).
Leitura	L	Leitura de texto ou outra linguagem simbólica tal como gráfico ou tabela (sem interpretação).
Afirmção	AF	Fazer uma declaração ou dar uma informação.
Organização	O	Informação para organizar/ordenar uma atividade ou o grupo.
Convite	C	Chamada para a participação na aula através de uma opinião, comentário ou resposta.

Quadro 2: Categorias de análise da dimensão cognitiva das interações em sala de aula.

Categoria	Cód.	Descrição
Questão retórica	QR	Questão feita para organizar o próprio pensamento, sem que haja a intenção de que alguém a responda.
Questão de confirmação	QC	Questão para avaliar se a última informação dada foi assimilada pelo ouvinte. Geralmente usa-se de questões curtas, do tipo "Você entendeu?" ou "Alguma dúvida?"
Questão fechada	QF	Questão que apresenta apenas uma ou poucas respostas corretas. São questões que buscam como resposta informações e não uma opinião pessoal ou uma explicação.
Resposta descritiva	RD	Descreve um fenômeno ou objeto; apresenta as características observadas sem a explicação do fato.
Resposta informativa	RI	Uma informação específica, como o nome de uma substância, a classificação de um ácido ou a definição de um conceito.
Complete	CP	Inicia-se uma frase para que alguém a complete. Tem função e valor cognitivo semelhante à QF e são contadas entre as Q.
Discordância	DIS	Apresenta uma divergência de ideias. Geralmente são frases curtas e sem justificativa.
Concordância	CON	Apresenta uma convergência de ideias. Geralmente são frases curtas e sem justificativa.
Revisão	REV	Relembra ideias vistas anteriormente.
Exemplificação	EX	Oferece um exemplo como resposta a uma questão, ilustração de uma ideia ou demonstração da aplicação de um conceito.
Paráfrase	PAR	Tradução de uma ideia com outras palavras para demonstrar entendimento.
Informação	INF	Exposição de teorias, dados ou regras sem prévio requerimento.
Reformulação	REF	Refazer uma ideia, conciliar ou negociar significados em busca de uma ideia mais correta.

Ordem Mais Baixa

	Categoria	Cód.	Descrição
Ordem Alta Mais	Questão aberta	QA	Questão que possibilita diversas respostas ou formas de respondê-la, sendo comum na explicações de fenômenos.
	Questão de desequilíbrio	QD	Questão feita para que o questionado reflita, amplie ou reformule uma resposta dada a outra questão ou ideia apresentada por ele. Pode ser uma questão do tipo aberta como “Por quê?” ou um pedido de esclarecimento como “Justifique sua resposta!”
	Questão subjetiva	QS	Questão que busca saber a opinião pessoal do questionado. Não há resposta certa ou errada.
	Resposta explicativa	RE	Composição de ideias para elaborar uma explicação de um fenômeno.
	Síntese, resumo ou generalização	SIN	Junção de diferentes informações para a composição de uma ideia mais complexa ou abrangente. Resumo das ideias anteriormente discutidas.
	Análise	ANLS	Decomposição de uma ideia complexa ou abrangente em fragmentos mais simples.
	Hipótese	HIP	Levantamento de uma teoria provável, uma suposição admissível.
	Analogia	ANLG	Explicação de uma ideia complexa através de uma comparação com outras coisas de fácil compreensão.
Juízo de valores	JV	Avaliação e tomada de posição embasada nos conhecimentos adquiridos, na moral e na ética.	

Os mapas analíticos estão divididos em episódios de interações. Cada aula foi dividida em episódios para facilitar sua análise. O critério adotado para a divisão dos episódios foi o conteúdo abordado pela professora. Pode-se dizer que as falas do professor e dos alunos são arquitetadas com uma intencionalidade quase sempre bem definida e que gira em torno do ensino e da aprendizagem do conteúdo. Quando se percebe na fala dos sujeitos, sobretudo do professor, que há a intenção de mudar o conteúdo que está sendo abordado, muda-se também de episódio.

Resultados

Aulas da Professora A

Foram gravadas duas aulas da professora A com uma turma do 2º ano do Ensino Médio, no período diurno. Na primeira delas a discussão gira em torno do assunto poluição atmosférica e na segunda aula fala-se sobre nomenclatura de óxidos. A turma era formada por alunos com idades entre 15 e 16 anos. A sala de aula era arrumada e limpa e as carteiras estavam dispostas em fileiras duplas, indicando que, na maioria do tempo, os estudantes trabalhavam em duplas.

A aula 1 foi dividida em 8 episódios e a aula 2 em 4. Os quadros 3 e 4 apresentam os temas que foram discutidos em cada episódio.

Houve uma diferença significativa quanto a contextualização dos conteúdos científicos nessas duas aulas, como pode ser percebido pelos títulos atribuídos aos episódios das aulas nos quadros 3 e 4. O tema “poluição atmosférica” foi o assunto principal da primeira aula. A discussão desse tema foi além da simples exemplificação de

“aplicações” dos conhecimentos sobre óxidos, como geralmente é apresentado em livros didáticos (ABREU et al., 2006).

Quadro 3: Aula 1 da professora A.

Episódio	Tema
E1A1PA	Conceito de poluição e poluente atmosférico
E2A1PA	Consequências da poluição atmosférica
E3A1PA	Formação da chuva ácida
E4A1PA	A relação do dióxido de carbono com a acidez natural da chuva
E5A1PA	Os produtos da combustão
E6A1PA	Problemas causados pelos produtos da combustão
E7A1PA	A ocorrência natural do dióxido de nitrogênio
E8A1PA	Ozônio como poluente

Quadro 4: Aula 2 da professora A.

Episódio	Tema
E1A2PA	Nomenclatura de óxidos iônicos
E2A2PA	Nomenclatura de óxidos moleculares
E3A2PA	Os óxidos e a chuva ácida
E4A2PA	Exercícios de nomenclatura de óxidos metálicos

As tabelas 1 e 2, apresentadas a seguir, mostram um panorama geral das interações verbais e cognitivas que ocorreram na aula 1 da professora A.

Tabela 1: Distribuição das interações verbais na aula 1 da professora A.

Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A								Total na aula	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Dimensão verbal	Q	20	4	7	7	7	26	6	14	91
	R	22	7	5	4	2	18	4	14	76
	AF	6	1	4	4	3	17	3	4	42
	REP	11	7	0	1	0	5	1	1	26
	L	0	0	0	3	1	4	2	2	12
	FB	3	0	1	0	1	2	1	0	8
	O	1	0	0	4	0	0	0	2	7
	C	1	0	1	0	2	1	0	0	5
Quantidade de falas	A	31	9	8	5	6	26	5	16	106
	P	30	8	6	14	7	27	6	15	113

Observação – A categoria D não apareceu nesta aula.

Pode-se perceber que a maioria das interações verbais que surgiram nesta aula são questões (91) e respostas (76). A maioria das questões propostas é fechada (35) e de confirmação (22) e a maioria das respostas é informativa (68).

A segunda aula da professora A apresentou poucos momentos de contextualização, mas manteve características semelhantes à aula 1 no que diz respeito à participação dos estudantes. As tabelas 3 e 4 apresentam as formas de interação que surgiram durante essa aula.

Os resultados apresentados nas tabelas 3 e 4 mostram que na segunda aula da professora A continuam prevalecendo as questões e respostas sobre os demais tipos de interações verbais e que, na maioria das vezes, estas questões são fechadas e as respostas são informativas. Outro ponto que chama atenção é a diminuição das

interações cognitivas ordem mais alta, que passaram de 39 na primeira aula para apenas 9 na segunda aula.

Tabela 2: Distribuição das interações cognitivas na aula 1 da professora A.

Dimensão	Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A								Total na aula	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Cognitiva	Ordem Mais Baixa	RI	17	7	4	4	2	17	4	11	68
		INF	3	0	3	7	3	19	5	6	46
		QF	11	0	2	3	4	10	1	4	35
		QC	1	1	3	1	1	8	2	5	22
		QR	2	1	1	1	0	1	0	0	6
		REF	0	0	0	0	2	2	0	1	5
		CON	0	0	1	0	1	1	1	0	4
		CP	0	0	0	1	0	1	1	0	3
		DIS	2	0	0	0	0	1	0	0	3
		REV	1	0	0	0	1	1	0	0	3
	EX	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
	Ordem Mais Alta	RD	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		QA	3	2	1	0	2	5	1	0	14
		QD	2	0	0	1	0	1	1	5	10
		RE	2	0	1	0	0	1	1	2	7
SIN		3	1	1	0	1	1	0	0	7	
	QS	1	0	0	0	0	0	0	0	1	

Observação – As categorias PAR, ANLS, HIP, ANLG e JV não apareceram nesta aula.

Tabela 3: Distribuição das interações verbais na aula 2 da professora A.

Dimensão verbal	Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A				Total na aula
		1	2	3	4	
	Q	22	11	22	28	83
	R	19	15	18	22	74
	AF	14	5	7	16	42
	REP	7	4	3	5	19
	FB	1	0	4	3	8
	L	3	0	4	0	7
	O	1	1	2	3	7
	C	0	0	3	2	5
Quantidade de falas	A	24	18	27	49	118
	P	26	12	22	32	92

Observação – A categoria D não apareceu nesta aula.

Tabela 4: Distribuição das interações cognitivas na aula 2 da professora A.

Dimensão	Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A				Total na aula	
		1	2	3	4		
Cognitiva	Ordem Mais Baixa	RI	19	15	17	22	73
		QF	19	7	12	18	56
		INF	16	5	8	14	43
		QC	1	0	3	3	7
		CP	1	2	1	3	7
		DIS	0	0	3	3	6
		QR	0	1	1	3	5
		CON	1	0	2	0	3
		REF	0	0	0	2	2
		PAR	0	0	1	0	1
	Ordem Mais Alta	EX	1	0	0	0	1
		QA	0	0	4	1	5
		QD	1	1	1	0	3
		RE	0	0	1	0	1

Observação – As categorias ANLS, HIP, ANLG, REV, RD, SIN, QS e JV não apareceram nesta aula.

Aulas da Professora B

Foram gravadas duas aulas da professora B com uma turma do 3º ano do Ensino Médio (alunos de 16 a 18 anos), no período diurno. A primeira aula foi dedicada à discussão de conceitos básicos de eletroquímica (oxirredução), com destaque para duas atividades experimentais realizadas por demonstração, uma de condutibilidade elétrica de soluções e outra de oxidação de um pedaço de palha de aço em solução de sulfato de cobre II. A contextualização dos conceitos científicos se deu pela inserção de exemplos de materiais e objetos metálicos do cotidiano e fenômenos de oxirredução relacionados a eles (enferrujamento de portão de ferro ou funcionamento de uma pilha). A segunda aula foi totalmente dedicada à resolução de questões que buscavam exercitar a capacidade de identificar as espécies químicas que sofreram redução e oxidação. Essa aula não será analisada neste trabalho, pois não apresentou nenhum momento de contextualização.

Quadro 5: Aula 1 da professora B.

Episódio	Tema
E1A1PB	Experiência sobre condutibilidade elétrica de soluções
E2A1PB	Experiência sobre oxirredução
E3A1PB	Representação da equação química
E4A1PB	Construção dos conceitos de oxidação e redução

Tabela 5: Distribuição das interações verbais na aula 1 da professora B.

Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A				Total na aula
	1	2	3	4	
Q	13	20	62	9	104
AF	11	9	30	9	59
R	7	10	36	5	58
REP	3	4	26	4	37
O	2	8	8	1	19
FB	3	1	4	0	8
C	2	1	4	0	7
A	15	24	59	6	104
P	17	28	62	9	116

Observação: As categorias D e L não apareceram nesta aula.

Tabela 6: Distribuição das interações cognitivas na aula 1 da professora B

Dimensão	Categoria	Episódios da Aula 1 da Professora A				Total na aula	
		1	2	3	4		
Cognitiva	Ordem Mais Baixa	QF	3	8	34	1	46
		INF	11	6	21	8	46
		RI	5	5	32	3	45
		CP	0	3	11	3	17
		QC	2	4	3	1	10
		QR	0	0	3	2	5
		DIS	2	0	2	0	4
		RD	0	3	1	0	4
	Ordem Mais Alta	CON	1	1	2	0	4
		PAR	0	1	2	0	3
		REF	1	0	0	1	2
		EX	0	1	1	0	2
		QS	1	0	0	0	1
		REV	0	0	1	0	1
		QA	7	5	10	2	24
		RE	2	2	3	2	9
HIP	0	1	2	0	3		
SIN	0	0	3	0	3		
QD	0	0	1	0	1		

Observação: As categorias ANLS, ANL e JV não apareceram nesta aula.

As tabelas a 5 e 6 apresentam as categorias de interações nas dimensões verbal e cognitiva que apareceram na análise dos discurso construído pelos professores e alunos na aula 1 da professora B.

À semelhança do que ocorreu nas aulas da professora A, os resultados mostram que as interações entre a professora B e seus alunos foi marcada por um grande número de questões (104), muitas delas fechada (46), e respostas (58), sendo a maioria delas informativas (45).

Análise dos resultados

O nível de interatividade da aula foi caracterizado por meio da quantidade e tipos de interações verbais que ocorreram na aula (tabela 7). Essas interações verbais são aqui avaliadas considerando:

- a razão entre a quantidade de falas dos alunos (coluna 2) e o total das falas (coluna 3). Este valor é apresentado na coluna 4 e representa a participação dos alunos na aula em termo das porcentagem de suas falas em relação ao total de falas na aula.
- a razão entre a quantidade de questões e respostas (coluna 5) e a quantidade total de Interações Verbais (IV) produzidas na aula (coluna 6). A razão está apresentada na coluna 7.

A interatividade atribuída a cada episódio é o valor médio entre a razão das falas dos alunos em relação ao total de falas (coluna 4) e a razão entre as perguntas e respostas e o total de interações verbais (coluna 7). A tabela 7 mostra o valor de interatividade obtido para cada episódio na coluna 8. Neste modelo, valores baixos de interatividade indicam aulas com poucas falas dos alunos, muitas falas do professor e poucas questões e respostas. Valores altos de interatividade, por outro lado, seriam obtidos em aulas nas quais os estudantes falam bastante e são feitas muitas questões e respostas.

Tabela 7: Avaliação da Interatividade na aula 1 da professora A em termos das distribuições das falas de alunos e professora e das interações verbais.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	A	A+P	A x 100/ (A+P)	Q+R	IV	(Q+R)x100/ IV	Interatividade (média de 4 e 7)	
E1A1PA	31	61	51	42	64	66	58	
E2A1PA	9	17	53	11	19	58	56	
E3A1PA	8	14	57	12	18	66	62	
E4A1PA	5	19	26	11	23	48	37	
E5A1PA	6	13	46	9	18	50	48	
E6A1PA	26	53	49	44	75	59	54	
E7A1PA	5	11	45	10	17	59	52	
E8A1PA	16	31	52	28	37	76	64	

A avaliação do nível cognitivo das aulas (tabela 8), ou seja, a avaliação da qualidade do discurso produzido pelas professoras e alunos, foi realizada considerando-se todas as interações cognitivas ordem mais alta e mais baixa (ICOA e ICOB, respectivamente) e todas as questões e resposta de ordem mais alta e de ordem mais baixa (QROA e

QROB, respectivamente) que ocorreram em cada aula. Esta análise foi realizada considerando:

- a razão entre as interações cognitivas ordem mais alta (coluna 2) e o total de interações cognitivas geradas (somatório das interações cognitivas de ordem mais alta e de ordem mais baixa - coluna 3) e
- a razão entre as questões e respostas de ordem mais alta (coluna 5) e as questões e respostas totais (coluna 6).

O nível cognitivo das interações discursivas de cada episódio da aula é a média entre os valores das colunas 4 e 7, que representam, respectivamente, a presença das categorias de interações cognitivas de ordem mais alta e das questões e respostas de ordem mais alta no discurso construído em sala de aula. Esses resultados são mostrados a seguir:

Tabela 8: Avaliação do Nível Cognitivo da aula 1 da professora A em função de todas as interações cognitivas e das questões e respostas.

1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	ICAO	ICOA + ICOB	ICOAx100/ (ICOA+ICOB)	QROA	QROA+ QROB	QROAx100/ (QROA+QROB)	Nível cognitivo (média de 4 e 7)
E1A1PA	11	51	22	8	39	20	21
E2A1PA	3	12	25	2	11	18	22
E3A1PA	3	17	18	2	12	17	18
E4A1PA	1	18	6	1	11	9	8
E5A1PA	3	17	18	2	9	22	20
E6A1PA	8	70	11	7	45	16	14
E7A1PA	3	17	18	3	11	27	22
E8A1PA	7	34	21	7	27	26	24

Nesta escala de nível cognitivo das interações, valores baixos significam que prevaleceram interações cognitivas de ordem mais baixa (questões fechadas, respostas informativas, informações, complete etc.). Valores elevados nessa escala de nível cognitivo estão relacionados ao uso mais frequente de interações cognitivas ordem mais alta (questões abertas, respostas explicativas, analogias, sínteses etc.) e, portanto, a níveis de reflexão mais elaborados.

As seis regiões demarcadas arbitrariamente neste gráfico equivalem a seis possíveis estilos de aula deste modelo. Propõe-se aqui uma distribuição assimétrica dessas áreas por dois fatores:

- por se considerar a importância da fala do professor de ciências, pois repousa sobre ele a incumbência de conduzir a aula. Assim, como é esperado que o professor tenha maior número de falas em relação aos alunos, o eixo vertical que divide as regiões “interativa” (0-40) e “não-interativa” (40-100) foi deslocado para a esquerda do centro do eixo da interatividade e
- pela necessidade intrínseca de um modelo didático de transmissão cultural em certos momentos, dependendo de quais conteúdos científicos se deseja ensinar. Segundo Mortimer e Scott (2002), é parte importante do trabalho do professor intervir, introduzir novos termos e novas ideias na condução da aula, de modo que intervenções de autoridade são igualmente importantes e parte fundamental do ensino de ciências. Como mencionado anteriormente, em alguns momentos a construção de ideias mais elaboradas podem ocorrer através do uso de sequências

adequadas de interações cognitivas de ordem mais baixa. Assim, torna-se plausível aceitar que haja naturalmente um maior número de interações cognitivas de ordem mais baixa ao longo das aulas, o que justifica o deslocamento para baixo do centro das linhas horizontais que dividem as regiões do gráfico de níveis cognitivos alto, médio e baixo. Foi considerada uma aula de nível cognitivo baixo aquela em que menos de 10% das questões e demais interações cognitivas eram de ordem mais alta, ou seja, a aula era constituída principalmente de interações cognitivas de ordem mais baixa. Aulas de nível cognitivo médio apresentariam valores entre 10% e 40% de interações cognitivas de ordem mais alta. Aulas com mais de 40% de questões e demais interações cognitivas de ordem mais alta seriam categorizadas como aulas de nível cognitivo alto.

A figura 1 apresenta uma caracterização da aula 1 da professora A usando este modelo de interação/cognição.

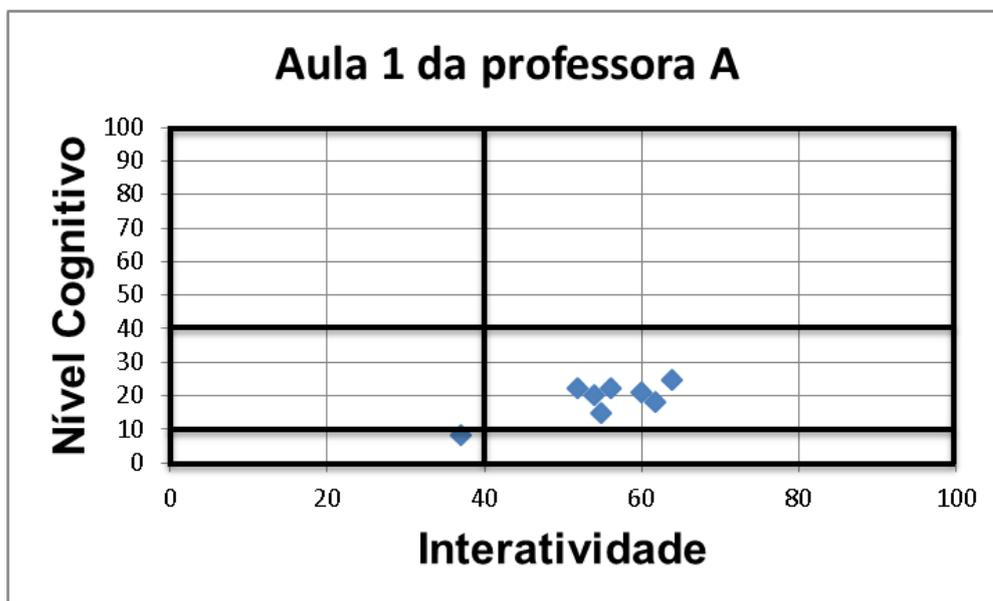


Figura 1: Caracterização da aula 1 da professora A: Aula Interativa de Nível Cognitivo Médio.

Considera-se, de fato, de maior valor formativo para os estudantes as aulas interativas de nível cognitivo alto (1), depois aulas não interativas de nível cognitivo alto (2), aulas interativas de nível cognitivo médio (3), as aulas não-interativas de nível cognitivo médio (4), as aulas interativas de nível cognitivo baixo (5) e, por fim, com menor valor formativo, aulas não-interativas de nível cognitivo baixo (6), conforme a figura 2.

A primeira aula da professora A pode ser considerada contextualizada por tratar de assuntos ligados ao meio ambiente (poluição atmosférica, impactos ambientais da chuva ácida), à tecnologia (consumo de combustíveis fósseis em automóveis e indústrias) e à sociedade (doenças causadas pela poluição atmosférica) em uma abordagem que considera esses conhecimentos como objetos de estudo da disciplina e não apenas como exemplos de aplicações de conteúdos científicos no cotidiano. Dentro do modelo de análise proposto, a aula apresenta um nível cognitivo médio, isto é, houve preponderância de interações entre professora e alunos com níveis cognitivos mais baixos. Por outro lado, houve um alto grau de participação dos alunos durante a

aula, podendo esta ser considerada interativa. Pode-se destacar algumas características gerais do discurso construído na aula:

- *As falas dos estudantes foram curtas e pouco elaboradas;*
- *A professora promoveu a participação dos estudantes principalmente através de questões fechadas;*
- *Embora o número de falas da professora e dos alunos tenha sido parecido ao longo da aula, o tempo de fala da professora foi consideravelmente superior;*
- *Os diálogos foram conduzidos invariavelmente pela professora;*
- *Os estudantes se limitaram a responder às questões propostas pela professora;*
- *Os estudantes não trouxeram para discussão novos assuntos que pudessem ser relacionados aos conteúdos tratados na aula;*
- *Apenas em poucos momentos houve interações entre os próprios estudantes.*

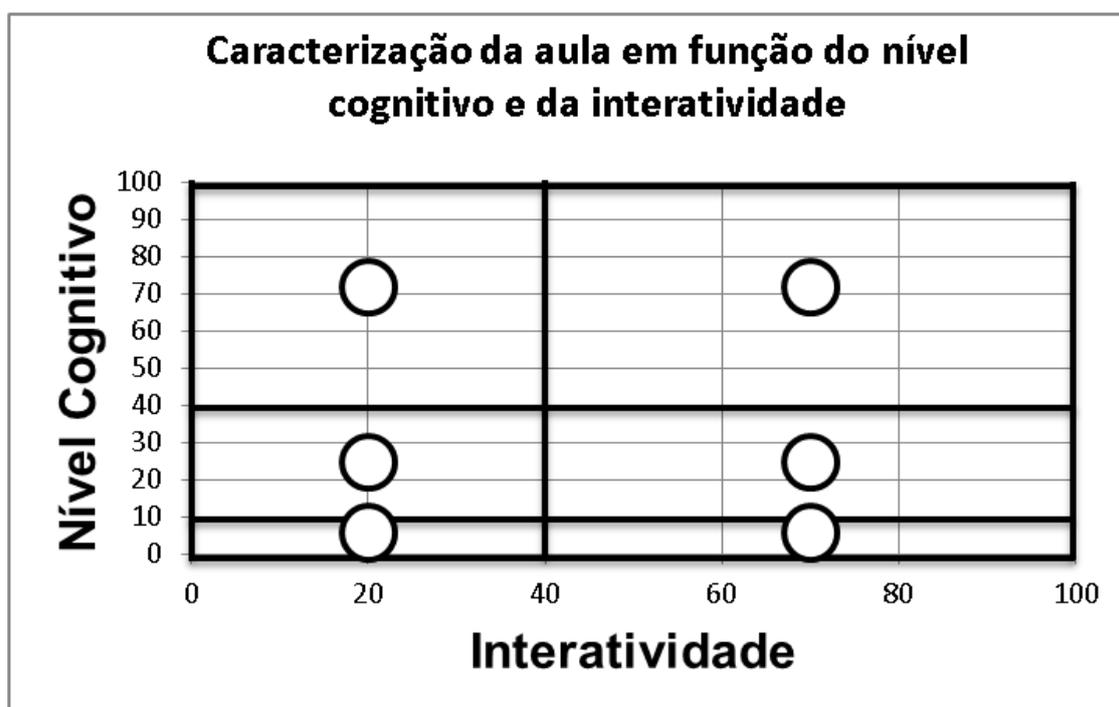


Figura 2: Estilos de aulas considerando os níveis de interatividade e cognição das interações discursivas.

Assim, a aula 1 da professora A pode ser categorizada como interativa de nível cognitivo médio.

Diferentemente da primeira aula da professora A, a segunda aula foi preponderantemente voltada à exploração do conceito de óxidos e da nomenclatura e formulação destes. Abandonou-se, neste caso, o enfoque dado à abordagem CTSA que havia sido usada na aula anterior. A aula foi conduzida em função de uma atividade de nomenclatura e formulação de óxidos e os diálogos foram constituídos basicamente com leituras de pequenos textos e de questões e respostas dessa atividade. Um trecho do Episódio 1 da Aula 2 da Professora A, apresentado no quadro 6, ilustra a abordagem dada ao tema óxidos durante a resolução de exercícios.

Quadro 6: E1A2PA - Nomenclatura de óxidos iônicos

Turno	Quem fala?	Descrição detalhada das falas	Observações contexto	Interação Verbal	Interação cognitiva		
					O.B.	O.A.	
8	P	“Óxidos iônicos”. Você tem aí: “Um metal mais oxigênio forma óxido iônico”. Vamos dar um exemplo. Metais, você tem sódio, cálcio, alumínio... Pessoal, se eu quero a fórmula o que a gente vai ter de verificar?	escreve na lousa;	L AF Q		INF EX QF	
9	A	A carga.		R		RI	
10	P	A carga. Eu vou juntar o sódio com o óxido, o oxigênio, dois menos. O sódio, qual a carga dele?	repete resposta aluno;	a do REP AF Q		INF QF	
11	A	Um mais.		R		RI	
12	P	Um mais. Quantos sódios eu vou precisar juntar?		REP Q		QF	
13	A	Dois.		R		RI	
14	P	Por quê?		Q			QD
15	P	(...)					
16	P	O óxido tem duas cargas negativas, o sódio uma positiva. Está igual?		AF Q		INF QF	
17	A	Não.		R		RI	
18	P	Não. O que eu preciso?	repete resposta aluno;	a do REP Q		QF	
19	A	Mais um.		R		RI	
20	P	Mais um...	solicita que completem frase;	que a Q		CP	
21	A	Sódio.		R		RI	
22	P	Sódio... Como vai ficar a fórmula então?	repete resposta aluno; escreve na lousa	a do REP Q		QF	
23	A	Na ₂ O.		R		RI	

Já no aspecto da interatividade, as duas aulas foram muito semelhantes, como mostra a tabela 9.

Tabela 9: Avaliação da Interatividade na aula 2 da professora A em termos da distribuição das falas entre professora e alunos e das interações verbais.

1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	A	A+P	A x 100/ (A+P)	Q+R	IV	(Q+R)x100/ IV	Interatividade (média de 4 e 7)
E1A2PA	24	50	48	41	67	61	54
E2A2PA	18	30	60	26	35	74	67
E3A2PA	27	49	55	40	61	66	60
E4A2PA	49	81	60	50	80	62	61

Percebe-se que os alunos continuam falando por diversas vezes ao longo da aula e que a professora e os alunos travam um diálogo basicamente pautado em questões e respostas. É preciso salientar novamente que, com raras exceções, as questões partem da professora.

Do ponto de vista da análise da dimensão cognitiva essa aula, deve-se observar o que ocorreu no terceiro episódio. Embora a aula como um todo tenha seu foco voltado para a discussão de conceitos científicos, no terceiro episódio o foco da discussão foi posto sobre as causas e os efeitos dos óxidos poluentes na atmosfera. Essa mudança, mesmo que sutil e momentânea, pôde ser “captada” pelo instrumento de análise e mostrou uma pequena, mas significativa, mudança no nível cognitivo das interações discursivas, como pode ser observada na tabela 10.

Tabela 10: Avaliação do Nível Cognitivo da aula 2 da professora A em função de todas as interações cognitivas e das questões e respostas.

1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	ICAO	ICOA + ICOB	ICOAx100/ (ICOA+ACOB)	QROA	QROA+ QROB	QROAx100/ (QROA+QROB)	Nível cognitivo (média de 4 e 7)
E1A2PA	1	60	2	1	41	2	2
E2A2PA	1	31	3	1	26	4	4
E3A2PA	6	54	11	6	40	15	13
E4A2PA	1	69	1	1	50	2	2

A figura 3 mostra a diminuição no nível cognitivo da aula 2, quando comparada com a aula 1. Percebe-se também a permanência da alta interatividade.



Figura 3: Caracterização da aula 2 da professora A: Aula Interativa de Nível Cognitivo Baixo.

Pode-se então supor, a partir destes dados, que a contextualização dos conteúdos científicos estaria relacionada a uma melhora no nível cognitivo das interações em relação a aulas focadas na exploração de conteúdos científicos mais abstratos, tais como regras de nomenclatura e formulação de compostos químicos.

Na aula da professora B, a discussão girou em torno de dois experimentos demonstrativos sobre condutibilidade elétrica de soluções e reações de oxirredução.

Apenas em alguns momentos da aula ocorreram discussões de temas ligados ao cotidiano, tais como oxidação de um portão de ferro, o funcionamento de uma pilha comum, uso de palha de aço e bijuteria banhada a ouro. Desta maneira, a forma de contextualização adotada nessa aula corresponde ao nível mais simplista e frequente nas aulas de ciências, a exemplificação de conteúdos científicos (AIKENHEAD, 2005; SILVA, 2007). Os exemplos do cotidiano mencionados não eram os objetos de conhecimento da aula, mas apresentavam a função de motivar os estudantes para aprenderem os conceitos científicos mostrando aplicações desses conhecimentos em situações próximas a sua vivência.

Em todos os episódios dessa aula a interatividade foi praticamente constante e elevada, como mostra a tabela 11.

Tabela 11: Avaliação da Interatividade na aula da professora B em termos da distribuição das falas entre professore e alunos e das interações verbais.

1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	A	A+P	A x 100/ (A+P)	Q+R	IV	(Q+R)x100/ IV	Interatividade (média de 4 e 7)
E1A1PB	15	32	47	20	40	50	48
E2A1PB	24	52	46	30	53	57	51
E3A1PB	59	122	48	98	170	58	53
E4A1PB	6	15	40	14	28	50	45

A aula da professora B pode então ser considerada interativa visto que ao longo de toda a aula os alunos participaram das reflexões e explicações sobre os experimentos respondendo às questões da professora ou completando suas frases. Essas interações se deram, sobretudo, na forma de questões que partiram da professora e respostas dadas pelos alunos.

No início da aula, a professora B se dedica à realização e discussão dos experimentos de eletroquímica realizados de maneira demonstrativa, mas, em um segundo momento, o discurso construído em sala teve como conteúdo a sistematização científica das observações experimentais por meio da construção de uma equação química para a reação de oxirredução observada e dos conceitos de oxidação e redução. Em geral, as interações cognitivas de alta ordem estão associadas, nessa aula, aos momentos de discussão dos experimentos.

Tabela 12: Avaliação do Nível Cognitivo na aula da professora B em função de todas as interações cognitivas e das questões e respostas.

1	2	3	4	5	6	7	8
Episódio	ICAO	ICAO + ICBO	ICAOx100/ (ICAO+ACBO)	QRAO	QRAO+ QRBO	QRAOx100/ (QRAO+QRBO)	Nível cognitivo (média de 4 e 7)
E1A1PB	9	35	26	9	20	45	36
E2A1PB	8	40	20	7	31	23	21
E3A1PB	19	132	14	14	98	14	14
E4A1PB	4	23	17	4	14	29	23

O nível cognitivo da aula foi médio nos quatro episódios. Houve pouco uso de outras formas de interações cognitivas que não as questões e respostas. A interatividade e o nível cognitivo das interações dessa aula estão representados na figura 4.

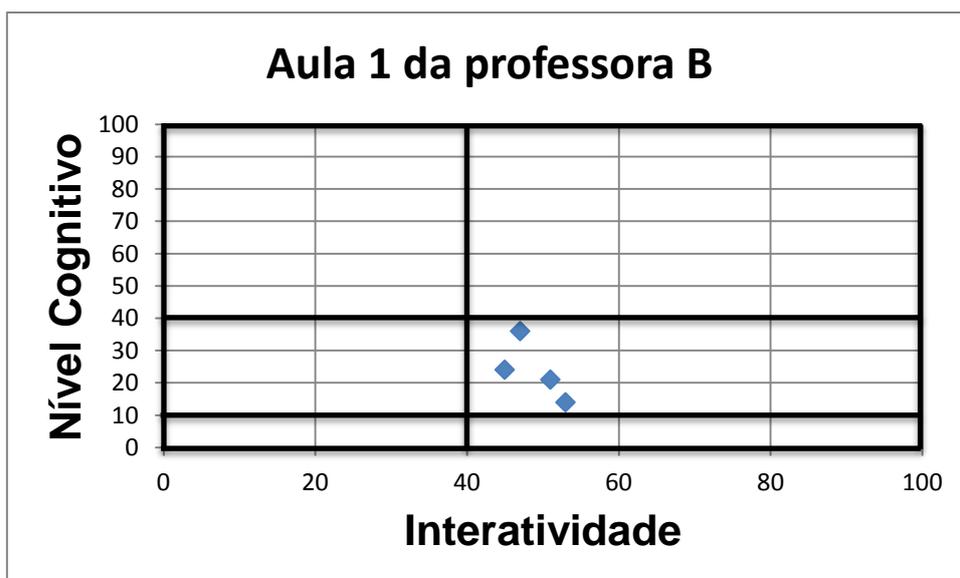


Figura 4: Caracterização da aula da professora B: Aula Interativa de Nível Cognitivo Médio.

De acordo com o modelo proposto e aplicado nas aulas analisadas, essa aula pode então ser considerada uma aula interativa de nível cognitivo médio.

A aula 2 da professora B não foi analisada neste artigo por não apresentar qualquer forma de contextualização, mesmo a mera exemplificação da aplicação de conteúdos científicos. Esta aula da aplicação e correção de exercícios de eletroquímica, tendo sido baseada completamente em questões fechadas, que demandavam apenas a evocação de informações, propostas pela professora e respostas informativas dadas pelos alunos. Assim, pode-se inferir a partir da leitura da transcrição da aula, que ela poderia ser caracterizada como uma aula interativa de nível cognitivo baixo.

A partir da aplicação dos instrumentos de análise e de uma análise qualitativa interpretativa dos episódios analisados das aulas das duas professoras, algumas considerações podem ser tecidas:

- *As professoras buscaram manter um nível de interatividade alto e constante ao longo da aula. Isto se fez usando três estratégias principais:*
 - *Repetições das falas dos alunos como forma de valorização da participação destes;*
 - *Questões simples, sobretudo questões fechadas (QF) e questões de completar a frase (CP);*
 - *Ausência de feedbacks (FB) negativos (DIS) diante de respostas incorretas, as quais eram simplesmente ignoradas.*
- *Pode-se identificar em alguns momentos padrões de interação do tipo QF-RI-QD (tríade formada por questão fechada – resposta informativa – questão de desequilíbrio) como forma de:*
 - *Substituição de questões abertas que cumpririam o mesmo papel da tríade. A tríade parece deixar os alunos mais confiantes para responderem às questões pelo fato da QF ser, geralmente, mais simples do que uma questão aberta.*
 - *Valorização da fala do aluno por dar a ele a oportunidade de expor e*

ampliar seu raciocínio.

- *Levar o aluno a refletir sobre sua resposta e reformulá-la ou ampliá-la aumentando o nível cognitivo das interações.*
- *Os diálogos foram conduzidos invariavelmente pelas professoras.*
- *A contextualização (e a experimentação) possibilitou o aumento das interações cognitivas de ordem mais alta.*
- *A contextualização (e a experimentação) não influenciou a interatividade das aulas.*
- *A maioria das interações cognitivas de ordem mais alta estava associada às professoras.*
- *Algumas formas de interações apareceram pouco: respostas descritivas (RD), exemplificação (EX), paráfrase (PAR), reformulação (REF), discordância (DIS), concordância (CON), revisão (REV), questão subjetiva (QS), síntese (SIN), hipótese (HIP), convite (C). Outras formas de interação não apareceram em nenhuma aula: análise (ANLS), analogia (ANLG), juízo de valores (JV), ditado (D).*

Conclusões

A análise das aulas investigadas permitiu compreender melhor a relação entre contextualização dos conhecimentos científicos e as interações discursivas estabelecidas nas aulas de Química. Pôde-se perceber que a contextualização dos conhecimentos científicos está relacionada a uma melhora no nível cognitivo das interações discursivas construídas entre professor e alunos, mesmo que o nível alcançado não tenha sido alto (considerando o modelo aqui proposto para a análise das aulas). No caso da aula da professora B essa relação também pode ser feita entre a experimentação e o nível cognitivo da aula.

Contudo, é preciso frisar que essas afirmações dizem respeito às aulas analisadas e não têm a pretensão de serem generalizadas para outras aulas ou professores. É preciso lembrar também que a contextualização (e a experimentação) pode ser conduzida de diferentes maneiras dependendo da visão de ensino e de aprendizagem do professor, podendo recorrer a um modelo de ensino mais pautado na transmissão de conhecimentos ou com abordagens mais construtivistas e dialógicas.

Com respeito à dimensão verbal das interações discursivas pode-se considerar que a interatividade das aulas analisadas é independente do conteúdo em discussão e não tem relação com o nível cognitivo das interações discursivas, estando, provavelmente, mais ligada às concepções pedagógicas da professora e outras características pessoais. As aulas analisadas foram bastante dialogadas e interativas, com um grande número de questões, feitas quase sempre pelas professoras, e de respostas, dadas quase sempre pelos alunos. Pode-se dizer que, embora as aulas tenham sido bastante diferentes quanto ao enfoque dado, todas foram interativas.

As interações cognitivas de ordem mais alta são quase sempre geradas pela professora e não pelos alunos. Apenas as falas das professoras mostraram maior grau de elaboração nos momentos de contextualização do conhecimento. Assim, tratar de assuntos do cotidiano dos estudantes ou de importância social, tecnológica ou

ambiental teve maior efeito na fala das professoras, tornando-as mais elaboradas, do que nas falas dos estudantes.

Dentre os professores que defendem a contextualização, parte deles o faz por serem que através desta forma de ensino os estudantes participarão mais das aulas e aprenderão mais facilmente os conteúdos químicos. Entretanto, um dos pontos que ficou evidente nesta investigação foi o fato de a participação dos estudantes ser pouco ou nada influenciada pela contextualização dos conteúdos. Tanto em aulas onde o foco foi a poluição atmosférica quanto nas aulas onde o foco foi a nomenclatura de óxidos ou a discussão sobre reações de oxirredução, a forma de participação dos estudantes foi basicamente a mesma: muitas falas, curtas e pouco elaboradas. Mesmo diante de questões abertas que permitiriam como respostas explicações para um fenômeno, as respostas dos estudantes muitas vezes eram pouco elaboradas. Assim, o fato de o estudante falar muito durante a aula não tem relação direta com a aprendizagem dos conteúdos da Química. Não se defende aqui uma aula pautada no modelo de transmissão cultural na qual só o professor fale o tempo todo, pelo contrário. As aulas devem permitir que os estudantes expressassem de forma mais completa suas ideias sobre os fenômenos estudados. Os momentos das aulas de maior valor formativo foram aqueles em que as professoras motivaram seus estudantes para que aprofundassem suas reflexões e explicações sobre os fenômenos. Isso se deu, por exemplo, quando uma professora pede que o estudante explique sua resposta pouco elaborada ou quando o professor busca causar um desequilíbrio cognitivo no estudante confrontado sua fala com outra questão.

Os instrumentos de análise propostos (categorias de análise, mapas analíticos e modelo “interatividade x nível cognitivo”) possibilitaram obter tanto um espectro detalhado das aulas quanto um panorama geral e bastante preciso.

A partir desses resultados pode-se perceber a necessidade de se refletir sobre o discurso construído em sala de aula e o quanto ele pode ser melhorado. O uso de diversas formas de interações cognitivas, em especial as de ordem mais alta, além das frequentes questões e respostas, pode auxiliar a construção do conhecimento científico por parte dos estudantes. É preciso que essas reflexões ocorram entre os professores nos espaços de formação inicial e continuada para que essas ideias sobre as interações discursivas sejam consideradas e incorporadas no dia-a-dia da sala de aula.

As relações entre as diferentes formas de interações discursivas, nas dimensões verbal e cognitiva, e os princípios que têm norteado a prática educacional nas escolas é tema de investigação que merece ser explorado. Quais as implicações das diferentes modalidades de contextualização e experimentação, por exemplo, sobre a interatividade e o nível cognitivo das interações discursivas que ocorrem em sala de aula? Como a reflexão, junto aos professores de ciências, das dimensões verbal e cognitiva das interações estabelecidas em sala de aula pode modificar a qualidade do ensino e da aprendizagem? São essas apenas algumas questões que ainda carecem de investigação. Acreditamos que a estratégia de investigação apresentada neste trabalho possa contribuir para a elaboração de respostas, mesmo que parciais, a esses questionamentos.

Referências Bibliográficas

- ABREU, M. F.; CORDEIRO, R. A.; RAPKIEWICZ, C. E.; CANELA, M. C. Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. In: Congresso da SBC, 26, 2006, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: SBC, 2006. p.336-344. Disponível em <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/909/895>> . Acesso em 04/03/2013.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza las Ciencias**, v. 2, n. 2, p.1-32, 2003.
- AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n. 2, p. 304-314, 2005.
- AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: Um novo “Paradigma”? **Ensaio**. v. 5, n. 1, p.1-16, 2003.
- BARREIRO, L. M. R.; ESCORZA, T. E. Interacción entre iguales y aprendizaje de conceptos científicos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 2, p. 255-274, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- _____. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, C., EDWARDS, D. (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 143-169.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. Argumentação dos alunos e discurso do professor em uma aula de Física. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 189-208, 2000.
- CÁRDENAS, G. M.; BENÍTEZ, Y. G.; PINEDA, E. R.; GARCÍA, O. R.; LEYVA, H. R. Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v. 9, n. 22, p. 721-745, 2004.
- CORDEIRO, S.; COLIVAUX, D.; DUMRAUF, A. G. Y Si trabajan em grupo...? Interacciones entre alumnos, procesos sociales y cognitivos en clases universitarias de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p.427-441, 2002.
- DE LONGHI, A. L. El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 2, p. 201-216, 2000.
- GARRIDO, E. Analisando a interação verbal professor-alunos segundo categorias baseadas no Modelo de Mudança Conceitual. In: BRZEZINSKI, I. (Org.). **Formação de professores: um desafio**. Goiânia: Editora da Universidade Católica de Goiás, 1996, p. 179-211.

- KUMPULAINEN, K.; MUTANEN, M. The situated dynamics of peer group interaction: an introduction to an analytic framework. **Learning and Instruction**, n.9, p.449-73, 1999.
- MEHRABIAN, A. **Nonverbal Communication**. 3a. ed. New Jersey: Transactions Publishers, 2009.
- MOREIRA, M. A. O domínio metodológico da pesquisa em ensino. In: _____. **Pesquisa em Ensino de Física: o vê epistemológico de Gowin**. São Paulo: EPU, 1990. p. 13-45.
- MORGE, L. Teacher-pupil interaction: A study of hidden beliefs in conclusion phases. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 8, p. 935-956, 2005.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas aulas de Ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-26, 2002.
- POZZER-ARDENGI, L.; ROTH, W. On Performing Concepts During Science Lectures. **Science Education**, v. 91, n. 1, p. 96-114, 2006.
- RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Referenciais Curriculares – Lições do Rio Grande: Ciência da Natureza e suas Tecnologias**. v. 4. 2009, p.118-121.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: Reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 140-152, 2001.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau**. São Paulo: SE/CENP, 1992.
- _____. **Proposta Curricular de Química (Ensino Médio) – Estudo e Ensino**. São Paulo: SE/CENP, 2008.
- SHE, H.; FISHER, D. Teacher Communication Behavior and its Association With Students' Cognitive and Attitudinal Outcomes in Science in Taiwan. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 63-78, 2002.
- SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores**. 2007. 143f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Química). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. La introducción de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza de las ciencias e su evolución. **Educación Química**, v. 11, n.4, p.387-394, 2000.
- STAMOVLASIS, D.; TSAPARLIS, G.; KAMILATOS, C.; PAPAIOKONOMOU, D.; ZAROTIADOU, E. 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, 2005.
- TALANQUER, V. El movimiento CTS en México, ¿vencedor vencido? **Educación Química**, v. 11, n. 4, p. 381-386, 2000.
- ZOLLER, U. The fostering of question-asking capability: A meaningful aspect of problem-solving in chemistry. **Journal of Chemical Education**, v.64, n.6, p.510-512, 1987.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 3, p. 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Scaling-Up of Higher-Order Cognitive Skills-Oriented College Chemistry Teaching: An Action-Oriented Research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.5, p. 583-596, 1999.

ZOLLER, U. Interdisciplinary Systemic HOCS Development – The Key for meaningful STES oriented Chemical education. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 2, p. 189-200, 2000.

ZOLLER, U.; LUBEZKY, A.; NAKHLEH, M. B.; TESSIER, B.; DORI, Y. J. Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam questions, **Journal of Chemical Education**, n.72, p.987-989, 1995.

ZOLLER, U.; TSAPARLIS, G. Higher- and lower-order cognitive skills: the case of chemistry. **Research in Science Education**, n. 27, p. 117-130, 1997.

Submetido em março de 2013, aceito para publicação em novembro de 2013.