

CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS ESCRITOS: A INFLUÊNCIA DA METODOLOGIA DE ENSINO E DO GÊNERO DO DISCURSO
(Construction of written arguments: The influence of design education and speech genre)

Dirceu Donizetti Dias de Souza [baumcima@yahoo.com.br]

Agnaldo Arroio [agnaldoarroio@yahoo.com.br]

UFPB – CCEN - Depto Química / USP - Faculdade de Educação.

Av. da Universidade 308, Butantã, 05508-040 São Paulo - SP - Brasil

Resumo

O propósito deste trabalho é o de comparar a construção (explicitação) escrita do conceito científico em aulas de química, por meio da qualidade da argumentação produzida por alunos do ensino básico, após participação em atividade de laboratório concebida sob duas metodologias de mediação. Na primeira metodologia de mediação (A) o conceito científico foi exposto para uma turma de alunos por demonstração, de forma estruturada, obedecendo-se uma sequência proposta no caderno didático do sistema oficial de ensino, e após a sua aplicação foi solicitado aos alunos a preparação de relatório sobre o experimento. Na segunda metodologia de mediação (B) o conceito científico, foi exposto por demonstração e debatido dialogicamente com outra turma de alunos, agregando-se características do ensino por investigação. Um roteiro para a produção escrita do gênero do discurso relatório foi distribuído e discutido com ambas as turmas de alunos. Os textos escritos e produzidos pelos alunos foram analisados com ênfase nos elementos do Padrão de Argumento de Toulmin, “justificativa” e “fundamentos”. Os resultados da análise dos textos mostram que há diferenças significativas na construção das “justificativas” e dos “fundamentos” em função das metodologias de ensino adotadas.

Palavras-chave: gêneros do discurso; metodologia; química; relatório.

Abstract

The purpose of this study is to compare the construction of the writing school-based scientific in chemistry classes through the quality of the arguments produced by students of basic education after participation in laboratory activity conceived in two methodologies of mediation. In the first conception of mediation (A) the school-based scientific concept was first exposed to a class of students by demonstrating, in a structured way, according to a proposed sequence of formal education, and after their application has been requested to the students prepare a report. In the second methodology of mediation (B) the school-based scientific concept was exposed for demonstration and dialogically debated with a second class of students, adding to evidence of learning by research. A guideline report was distributed and discussed with the students. Written reports produced by students were analyzed with emphasis on the elements of the Standard Argument Toulmin, "Warrant" and "Backing". The results of the analysis show that there are significant differences in the construction of "warrant" and "backing" in the light of methodologies adopted by the teacher.

Keywords: chemistry; design; report; speech genre.

Introdução

A metodologia utilizada nas salas de aula para a discussão de conceitos científicos pode ser interpretada como um parâmetro demarcatório de determinada metodologia de ensino e aprendizagem assumida pelo professor da área de Ciências.

Em processos educativos podemos tomar metodologias de ensino e aprendizagem e localizá-las em suas propostas mais ortodoxas entre dois extremos de um espectro, no qual uma extremidade seja representada por atividades que explorem perspectivas centradas essencialmente na transmissão do conhecimento, e na outra extremidade perspectivas centradas essencialmente na exploração de atividades com práticas construtivistas.

O que se propõe neste trabalho é apresentar os resultados da construção do conhecimento com foco no conceito científico, analisando a qualidade do argumento escrito, com base nos elementos selecionados do argumento de Toulmin (2001), “justificativa” e “fundamentos”, e após a aplicação de uma sequência de atividades sob duas metodologias de ensino alternativas.

Nas duas últimas décadas estabeleceu-se o consenso, pelo qual a capacidade de compreender e formular argumentos de natureza científica é crucial tanto para a gênese do conhecimento científico, como para a construção do conhecimento em sala de aula.

Como competência básica os currículos têm se preocupado com a capacidade dos estudantes em argumentar suas ideias e ações de maneira fundamentada e criativa a partir de modelos teóricos (Márquez Bargalló & Prat, 2010).

Um dos modelos que tem recebido muita atenção por parte dos pesquisadores da área de Ciências é materializado no *lay-out* de argumento de Toulmin (2001), o qual estabelece uma interpretação estrutural da argumentação.

Neste trabalho a estrutura do modelo de argumentação de Toulmin (2001) se articula ao que Jiménez Aleixandre & Diaz de Bustamante (2003), denominam de operações epistêmicas da Ciência, ou seja, os estudantes devem coletar e utilizar dados, interpretar evidências científicas, estabelecer relações causais, propor conclusões e identificar raciocínios que sustentem conclusões.

O estudante não deveria ser aquele aluno que utiliza apenas o conhecimento do cotidiano como manancial de verdades indiscutíveis, mas sim aquele que se apropria de documentos e enfrenta o desafio de sua interpretação e reescrita com ânimo de investigador, consciente de que vive em grupo, em uma população, em um país, em um mundo, que reclama sua atenção e atuação pessoal, transformando a expressão tão habitual, “Eu acho que...”, na expressão “De acordo com...” mediante o raciocínio científico.

Pesquisadores preocupados com as práticas da produção escrita (Driver et al., 2000; Erduran et al., 2004; Mcneill & Krajcik, 2008; Sampson & Clark, 2008; Mcneill, 2009; Dias De Souza & Arroio, 2009), apontam os gêneros do discurso como uma possibilidade real para a construção do conhecimento em sala de aula.

Contudo, não são muitas as iniciativas encontradas em língua portuguesa, que tratam de atividades didáticas que ofereçam aos estudantes ferramentas que lhes permitam praticar a escrita de gêneros científicos (Oliveira & Queiróz, 2008), e mais ainda, que abordem a construção de conceitos científicos.

No ensino básico brasileiro é possível observar a produção escrita de “trabalhos”, como forma de expressão da escolarização dos saberes científicos, porém entendemos que essa produção deve envolver mais do que apenas a escrita de um “trabalho”, ou seja, não é suficiente somente o registro do observado ou copiado, porém, é fundamental identificar o “como” e o “por que” a atividade é executada, se ocorrem diferenças, como justificá-las, qual é a relação com os fundamentos teóricos, mostrar o entendimento sobre os princípios conceituais, construir hipóteses, assim como elaborar a organização da escrita.

Para o alargamento das possibilidades de trabalho na sala de aula, vimos trabalhando com a hipótese de que sequências de ensino elaboradas a partir de perspectivas mais dialógicas e um

material instrucional, projetado especialmente para o trabalho com o conceito científico, orienta a produção escrita de argumentos sobre química culminando em resultados mais positivos para a mediação do processo ensino-aprendizagem (Dias De Souza & Arroio, 2011).

Nesta perspectiva introduzimos o material instrucional que irá orientar a produção escrita do gênero do discurso científico, o relatório de experimento. Detalhes sobre os fundamentos teóricos para sua construção podem ser obtidos no artigo de Dias De Souza & Arroio (2011).

Esse gênero propõe práticas epistêmicas no sentido de experimentar a persuasão em relação ao outro, ou seja, ao aceite ou refutação de certa hipótese por dados apresentados e às interpretações resultantes, detalhar dados, além disso, contribui para a prática da produção dos enunciados que compõem um argumento, com um modo específico de visualizar uma dada parte da realidade.

O relatório de experimentos é a comunicação discursiva construída ao término da sequência de ensino, onde tudo aquilo que deveria ser esclarecido foi esclarecido, é o momento de assumir a responsabilidade na elaboração da réplica de forma profunda, principalmente nas articulações composicionais que relacionam os fundamentos, a discussão de resultados e a conclusão. Nesta fase se espera que o estudante dê vazão ao(s) conceito(s) construído(s), com a marca indelével do processo ensino-aprendizagem em toda sua extensão.

O gênero do discurso relatório (Dias De Souza & Arroio, 2011) ganha a forma composicional que apresentamos no Quadro 1.

RELATÓRIO DE EXPERIMENTOS			
Nomes	n ^o s.	turma	data
Objetivos:	Aqui, deve-se escrever um texto que responda a duas perguntas: a) O que está fazendo? Medindo algo? Analisando algo? Testando algo? b) Por que está fazendo (ou seja, o que quer saber ou ver?).		
Materiais:	Registre quais os materiais utilizados, qual o local e o período de realização, e as condições envolvidas.		
Resultados:	Relate o que observou (o que aconteceu). Obs.: Valha-se de extrema precisão de detalhes. Insira tabelas, gráficos, etc.		
Discussão:	A discussão de uma atividade ou pesquisa é fase em que são justificados os resultados, de acordo com as observações e conclusões de outros (autores / professores). Nesse momento, deve-se dar continuidade ao relatório, respondendo a duas perguntas: 1. Esse resultado (seja ele qual for) era o esperado? 2. Por qual motivo era esse o resultado esperado (ou não era o esperado)? Obs.: Valha-se, como apoio, das fontes de pesquisa disponíveis (livros, revistas, artigos, televisão, internet etc.).		
Conclusão:	Para encerrar, deve-se criar a <i>conclusão</i> , texto curto e direto que responda e se relacione aos <i>objetivos, resultados e discussão</i> . Exemplo: É como se pensava? Que tipo de aprendizado foi obtido? Atende ao objetivo principal?		
Bibliografia:	Seguir a normalização brasileira para referências bibliográficas		

Quadro 1 – Forma composicional do gênero do discurso relatório de atividades.

Metodologia

A grande maioria das sequências didáticas propostas em ciências são comprobatórias e com ênfase apenas na divisão de tarefas executivas deixando-se para segundo plano a troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado (Carvalho et al., 2010).

Pella, (1969) analisando sequências didáticas considerou graus de liberdade, os quais variavam entre a obtenção dos dados pelos alunos, grau mínimo de liberdade intelectual, até a proposição do próprio problema, grau máximo possível de liberdade intelectual.

Carvalho, et al., (2010) propuseram um conjunto de práticas experimentais que visavam a enculturação científica levando em conta, a promoção da argumentação dos alunos, a incorporação de ferramentas matemáticas, a transposição do novo conhecimento para a vida social e a reformulação do papel do professor – de transmissor para orientador.

Neste trabalho são previstas práticas de cunho demonstrativo, pois é de nosso interesse comparar a qualidade do argumento escrito, construído quando o aluno é submetido a duas metodologias distintas de ensino, utilizadas como desencadeadoras de uma unidade temática.

A primeira concepção de mediação (A) utiliza os passos orientativos da proposta oficial da 2ª série do ensino médio da disciplina de química (SEE, 2010, p.18), a qual mostramos no Quadro 1. A segunda concepção de mediação (B) incorpora a concepção (A) a características do ensino por investigação (Pella, 1969; Carvalho, et al., 2010; Jiménez Aleixandre & Diaz de Bustamante, 2003), a qual mostramos no Quadro 2.

Metodologia de ensino –mediação (A) – Tema água		
Tipo	Conceito	Descrição
Experimento de laboratório	Densidade	O experimento deve ser executado por demonstração em sala de aula. Adiciona-se água potável ao recipiente plástico e imerge-se um ovo. Solicita-se aos alunos que observem o fenômeno e anotem. Com o ovo no fundo do recipiente adiciona-se cloreto de sódio comercial e com uma colher metálica procede-se a homogeneização até o momento em que o ovo passa a flutuar na solução.

Quadro 2–Descrição da atividade de acordo com a metodologia de ensino (A)

Em (A) após a finalização da demonstração do experimento é solicitado aos alunos a preparação de um relatório escrito do experimento desenvolvido em laboratório.

Em (B) após a finalização da demonstração investigativa do experimento, foi distribuído e discutido um guia para a preparação do relatório escrito do experimento executado no laboratório.

Metodologia de ensino - mediação B – Tema água		
Tipo	Conceito	Descrição
Experimento de laboratório	Densidade	O experimento deve ser executado por demonstração em sala de aula. Fase 1 - Apresentar aos alunos um objeto de forma geométrica cúbica, de dimensões aproximadas (200x200x200) mm ³ embrulhado em jornal e solicitar que os alunos respondam se o objeto é “leve” ou “pesado”. Solicitar justificativa para a resposta. É importante não deixar que o aluno toque no objeto. Discutir as relações espontâneas entre volume e massa. Fase 2 – Apresentar aos alunos um sólido cúbico (poliestireno) e medir massa e volume. Construir tabela com os dados. Resgatar a discussão da fase 1 e construir a relação matemática entre massa e volume estabelecendo o conceito de densidade. Fase 3 - Repetir a fase 2 com um líquido (água, álcool etílico) variando as massas e volumes. Construir tabela com os dados. Resgatar as discussões da fase anterior e construir a relação matemática entre massa e volume retomando o conceito de densidade. Fase 4 - Retomar os resultados da fase 2 e da fase 3 (água) e solicitar aos alunos que construam a hipótese sobre a relação posicional entre o material utilizado na fase 2 (poliestireno) com o líquido da fase 3 (água) quando colocados em contato. Fase 5 - Antes de iniciar o experimento solicitar aos alunos que construam a hipótese sobre a relação posicional entre o ovo que será usado no

		experimento antes e após a adição de cloreto de sódio na água. Adiciona-se água potável ao recipiente plástico e imerge-se um ovo. Solicita-se aos alunos que observem o fenômeno e anotem. Adiciona-se cloreto de sódio comercial com uma colher metálica e procede-se a homogeneização. Coloca-se o ovo cuidadosamente no recipiente e observa-se o resultado. Adiciona-se cloreto de sódio à água até que o ovo flutue.
--	--	--

Quadro 3–Descrição da atividade de acordo com a metodologia de ensino (B)

Subjacente à metodologia de ensino encontra-se a concepção de conceito científico que pressupomos em (A) tende a ser interpretado por definições e rótulos e, a metodologia de ensino (B) tende a ser interpretado como uma rede de conhecimentos (Teixeira, 2006).

Os sujeitos participantes de nossa pesquisa são alunos da segunda série do ensino médio de uma escola pública da cidade de São Paulo, de duas turmas compostas por 36 alunos cada, do período matutino.

Instrumento de análise da qualidade do argumento escrito: aporte teórico

Modelo de argumento de Toulmin

Toulmin (2001) na discussão de um *lay-out* para o argumento lança uma pergunta instigadora, a qual consideramos crucial não só para a reflexão sobre a ideia de argumentação como também para o ensino por investigação. “O que, então, está envolvido no processo de estabelecer conclusões mediante a produção de argumentos?”.

Essa pergunta além de abrir espaço para a discussão dos elementos que se posicionam antes da conclusão em um argumento, também abre espaço para a discussão de quais são os aspectos importantes no ensino por investigação para que se estabeleçam condições que favoreçam a construção do argumento.

Um *lay-out* simplificado da estrutura do argumento de Toulmin (2001) é apresentado na figura 1.

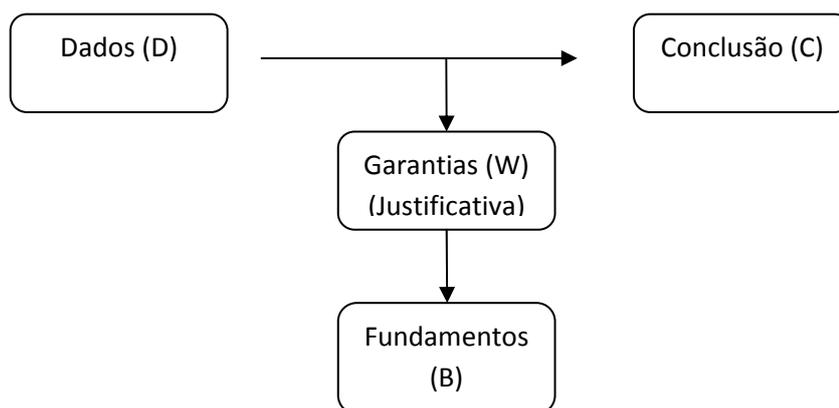


Figura 1- Elementos selecionados da estrutura do argumento de Toulmin

A partir do modelo apresentado na figura 1 é possível escrever a seguinte proposição: “dados do tipo D permitem tirar as conclusões do tipo C”. Estas afirmações são gerais e hipotéticas, e se sustentam pelas garantias (W) ancoradas nos fundamentos (B) (Toulmin, 2001).

A justificativa possui um caráter incidental e explanatório, com a única finalidade de registrar a legitimidade da alegação e de referi-la de forma implícita enquanto os dados são referidos de forma explícita.

Deve-se lembrar de que por trás de nossas justificativas normalmente haverá outros avais, sem os quais nem as próprias justificativas teriam autoridade ou vigência. Esses avais podem ser tomados como *apoio* (B) das justificativas.

O apoio ou fundamentos normalmente são estruturados por dispositivos legais, que em nosso caso podemos entender como postulados que sustentem o conceito científico objeto de estudo.

Estruturalmente o Modelo de Argumento de Toulmin (TOULMIN, 2001) tem a função de atuar como núcleo gerador do material instrucional, como organizador de enunciados e como um indicador analítico da evolução do uso de linguagens.

Como gerador de material instrucional, os componentes do Modelo de Argumento de Toulmin compõem as articulações composicionais do gênero do discurso relatório de experimento, como um organizador, macro emoldura certos enunciados escritos pelo estudante a uma posição que se correlaciona a um componente do argumento, e como indicador analítico avalia a qualidade da réplica construída pelo aluno.

Para o caso de conceitos científicos não é suficiente entender os dados e as conclusões, pois na busca do domínio e apropriação do conhecimento é essencial entender as justificativas e relacioná-las aos fundamentos aos quais se associam.

Há certos casos em que se compreende muito bem o que nos dizem, mas ainda há o “não entendo como você chegou a essa conclusão, ou seja, há compreensão dos dados e da conclusão, mas não da justificativa para chegar lá, portanto a ideia de justificativa é a de satisfazer essa necessidade, mostrando de que *apoio* (fundamentos) depende”.

Portanto podemos tomar como ferramenta de análise da qualidade do argumento as “justificativas” e os “fundamentos”, que sustentam as conclusões e mapear o grau de sucesso de uma determinada metodologia de ensino apoiada por um determinado material instrucional mediador.

Em outras palavras, quais as diferenças qualitativas entre as garantias (justificativas) e os fundamentos (apoio) na produção escrita de um argumento, quando o estudante é submetido a diferentes metodologias de ensino?

Erduran & Jiménez (2007) discutem os fundamentos teóricos e metodológicos que envolvem o estudo da argumentação em salas de aulas de Ciências, no qual citam vários referenciais teóricos para o estudo do discurso em salas de aulas de Ciências.

Sob esta ótica, a literatura da argumentação em educação científica tem testemunhado a adaptação de perspectivas teóricas para usos metodológicos e a generalização de ferramentas analíticas para uma aproximação mais consistente entre ambas.

Sandoval & Millwood (apud Erduran & Jiménez, 2007) propõem a avaliação do argumento científico, para explicar um fenômeno particular, usando uma teoria específica.

Esta aproximação metodológica em particular sugere que é possível a aplicação do modelo de Toulmin (2001), para avaliar argumentos escritos, apoiados por gêneros do discurso científico, produzidos por estudantes quando submetidos às sequências de ensino especialmente planejadas.

Erduran & Jiménez (2007) trazem questões importantes para a argumentação quando discutem como caracterizar em dados escritos ou verbais a unidade da análise. O que acontece aos marcadores divisionais dos dados onde os argumentos começam e terminam? Como as partes serão categorizadas e interpretadas?

Apoiados no modelo de argumento de Toulmin (2001), Erduran & Jiménez, (2007) descrevem os dados e as justificativas como fatos específicos confiados para apoiar uma alegação e os fundamentos como sendo generalizações que tornam explícito o corpo da experiência, e que são organizados para estabelecer a confiabilidade dos caminhos.

O modelo de argumento de Toulmin, de acordo com as autoras, apresenta certas dificuldades, sendo a principal relacionada à determinação do que são alegações, dados, justificativas e fundamentos. Apontam também problemas metodológicos tais como a organização do discurso do estudante de acordo com os componentes do argumento de Toulmin, o que exige cuidadosa atenção ao uso contextualizado da linguagem que fica restrita a estruturas relativamente curtas de argumento, cujos componentes sugerem ambiguidades tais como, justificativas de alegações que podem servir como uma nova alegação a ser provada ou, podem estar a serviço de outra alegação, atuando assim como uma nova justificativa.

Os elementos que para as autoras (Erduran & Jiménez, 2007) são uma dificuldade, neste trabalho considera-se uma facilidade, pois quando se pensa em trabalhar com gêneros do discurso científico escrito, nos quais são definidos previamente o que deve ser escrito em cada componente do argumento, a análise fica focalizada na sua qualidade. Além disso, este parece ser um mecanismo muito eficaz para ensinar a construção de argumentos escritos em sala de aula de ciências quando se trabalha com conteúdos específicos que tratam de conceitos científicos.

Além das ambiguidades típicas que as autoras (Erduran & Jiménez, 2007) nos orientam a considerar, há outros desafios para a codificação de argumentos. Por exemplo, se os componentes de um argumento são repetidos, é possível estabelecer o papel e a função de tal repetição na conversa? E se o aluno fala um pouco mais em uma sequência da conversa? Será que espacialmente separadas, as declarações aparentemente relacionadas contam como peças do mesmo argumento e se agregam ao argumento original?

A análise de argumentos não é tarefa fácil (Erduran & Jiménez, 2007), entretanto ela pode ser minimizada pelo uso da diagramação do argumento em partes, utilizando a técnica de separação dos elementos e o uso de setas para conectá-los. Essa técnica pode ser utilizada para o modelo de Toulmin, o qual a autora está abordando, ou para qualquer outro modelo que o pesquisador acredite ser conveniente.

Novamente esta orientação mostra a possibilidade do uso de gêneros do discurso científico como ferramenta indutora da produção de argumentos, tornando-se o trabalho de análise uma atividade voltada mais para a qualidade do produto final.

Nas considerações finais propostas pelas autoras três pontos chamam a atenção:

- a) O desafio da unidade de análise para os métodos de pesquisa qualitativos;
- b) O desafio de resolver a questão da subespecificação dos marcadores divisionais que geram instrumentos de codificação;
- c) A contribuição do trabalho de Toulmin tanto para a metodologia como para a teoria do conhecimento na educação de ciências.

A partir destas três considerações estabelecemos nossa conexão direta para o uso do modelo de Toulmin como ferramenta de análise dos argumentos escritos, construídos com o apoio de gêneros do discurso científico.

Articulações composicionais e os componentes do argumento

A partir da organização das articulações composicionais do gênero do discurso científico relatório se estabelece a correlação entre os possíveis conteúdos que são passíveis de serem encontrados nas articulações composicionais e os componentes do argumento de Toulmin.

O Quadro 3 mostra essa correlação. Neste quadro articulam-se os componentes do modelo de Toulmin (Villani & Nascimento, 2003), com as articulações composicionais.

Articulação composicional	Conteúdo associado ao componente do argumento de Toulmin
Sem determinação prévia	Dado fornecido – DF
Resultados	Dado empírico – DE
Introdução / Conceito	Conhecimento Básico – B
Discussão dos resultados	Justificativa – J
Conclusão	Conclusão – C
Conceito/Hipótese	Conhecimento básico - Qualificador Modal - B/M
Sem determinação prévia	Modelos, ilustrações, tabelas, equações e gráficos. Quando relacionados ao conceito é possível classificá-los como conhecimento básico e/ou justificativa e/ou conclusão. - B/J/C

Quadro 3 – Correlação entre as articulações composicionais e os conteúdos associados aos componentes do modelo de argumento de Toulmin.

Essa configuração permite ao professor, organizar o material produzido pelos estudantes em sala de aula para atender ao modelo de argumento previsto ou a suas partes e também possibilita a avaliação da qualidade do argumento construído e a comparação entre situações de aprendizagem distintas.

Neste trabalho o foco de interesse é comparar a qualidade dos argumentos construídos a partir das duas metodologias de ensino, focalizando a análise dos conteúdos que se associam aos componentes, conhecimento básico (B) e justificativa (J), do modelo de argumento de Toulmin.

Como critério de classificação dos conteúdos dos elementos do argumento escrito pelos estudantes, será utilizada uma adaptação da proposta de Zohar & Nemet (2002), a qual se define como: “Fortes argumentos têm múltiplas justificativas para apoiar uma conclusão. Estas justificativas incorporam fatos específicos e relevantes, podem ser explicitadas por linguagem escrita natural, desenhos, esquemas, modelos, etc., além disso, são apoiadas por fundamentos que abordam os conceitos científicos diretos ou indiretos associados ao conteúdo temático em estudo. Os argumentos fracos compõem-se de justificativas individuais não relevantes.”

Vamos voltar nosso olhar para a avaliação do conceito científico, a partir da análise da produção escrita de réplicas, baseadas na interpretação dada pelo aluno das articulações composicionais que orientam a forma composicional do gênero científico relatório de atividade.

Operacionalmente para obtermos os enunciados associados à justificativa, ou seja, para obtermos a razão ou o motivo do “ovo flutuar ou afundar” recorreremos a expressão “por que” e para obtermos os enunciados associados aos fundamentos, recorreremos a “o que” a qual embasa o “por que”.

Consideramos que a interrelação e a interpenetrabilidade do significado e sentido entre as diversas articulações composicionais, desde sua condição mais simples para a mais complexa e vice-versa, é um fator que garante o exercício do trânsito intelectual exigido do estudante, para a apropriação do conceito, tanto do ponto de vista composicional quanto do ponto de vista de conteúdo temático.

Na sua expressão máxima, todo esse empreendimento culmina em proporcionar ao estudante os subsídios que se consideram necessários e suficientes para a produção das réplicas escritas que constituem o argumento.

Resultados e discussão

A preocupação central desse trabalho se situa na perspectiva de comparar a construção (explicitação) escrita do conceito científico em aulas de química, por meio da análise da qualidade da argumentação produzida por alunos do ensino básico, após participação em atividade de laboratório desenhada sob duas concepções de mediação.

A primeira metodologia (A) focaliza em ações nas quais a atividade é realizada sob a ótica da transmissão do conhecimento e a segunda metodologia (B) focaliza em ações nas quais a atividade é realizada sob a ótica dialógica incorporando algumas características do ensino por investigação.

Por questões de espaço serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da produção escrita de cinco alunos escolhidos aleatoriamente e que são representativos do conjunto de alunos da turma.

Apresentaremos e discutiremos os resultados na forma de quadros, com as quais pretendemos comparar a influência do material instrucional e a metodologia de ensino utilizada pelo professor em suas aulas, com a qualidade do argumento escrito.

Os Quadros 4, 5 e 6 contêm os fundamentos e as justificativas que foram associadas à conclusão do experimento sob as metodologias (A) e (B), que envolveu o estudo da densidade, cujo resultado mostrou a posição relativa de um ovo quando mergulhado em água pura e quando mergulhado em uma solução contendo água e cloreto de sódio.

O Quadro 7 contêm informações complementares indicativas da vivência dos alunos em relação a metodologia (B) de ensino do professor.

Aluno	Fundamentos	Justificativa	
		Ovo flutua	Ovo não flutua
1	O aluno não apresentou	“(…) não pela sua densidade, mas sim pela densidade da água quando adicionado o sal”	“Quando o ovo foi colocado na água sem sal, água pura, só o que teve foi água que o ovo foi colocado, a densidade apenas do ovo por isso, na água pura ele (...)”
2	O aluno não apresentou	“(…) quando colocamos ele na água com sal, por causa da densidade”	“(…) mas a água pura,(...)”
3	O aluno não apresentou	O estudante não apresentou	“(…) dentro do recipiente com água.” “(…) porque o sal alterou a densidade da água.”
4	O aluno não apresentou	“(…) após modificada a água se tornou mais densa, e mais densa que o ovo fazendo com que o ovo flutuasse.”	“(…) o ovo é mais denso que a água.”
5	O aluno não apresentou	“(…) porque a densidade da água ficou maior.”	“(…) que como a densidade do ovo era maior do que da água.”

Quadro 4 - Fundamentos e justificativas associadas à metodologia de ensino (A)

O Quadro 4 mostra a totalidade de enunciados ou suas partes extraídas dos relatórios de atividades, nos quais foram feitas quaisquer referências que respondessem a pergunta por que o ovo

ocupou aquela determinada posição relativa quando imerso em água ou em solução de cloreto de sódio.

Entre as cinco justificativas para a flutuação do ovo, quatro fazem referência à alteração da densidade da água pela adição de cloreto de sódio e apenas uma não faz nenhuma referência.

Os fragmentos de textos nos indicam que de maneira geral, os alunos relacionaram a adição de um soluto à alteração da densidade da água, entretanto as referências escritas apresentam um grau de extrema simplicidade e tendência descritiva.

É importante ressaltar que o aluno número 3 escreveu um relatório de atividades no qual ele não se refere a nenhuma justificativa para apoiar a sua conclusão, ou seja, um elemento fundamental da argumentação não foi considerado.

A análise das cinco justificativas para o ovo não flutuar na água pura, obedece ao mesmo padrão das justificativas anteriores, incluindo-se que algumas se constituem de referências inversas “(...) dentro do recipiente com água” “(...) porque o sal alterou a densidade da água”, ou referências de difícil compreensão e associação, obrigando o analista a extrapolar as relações “(...) quando o ovo foi colocado na água sem sal, água pura, só o que teve foi água que o ovo foi colocado, a densidade apenas do ovo por isso, na água pura ele (...)”.

Os resultados da análise dos cinco relatórios não indicaram a presença de nenhuma referência aos fundamentos que sustentassem as justificativas, ou seja, não foi estabelecida nenhuma relação com os fundamentos teóricos associados à propriedade da substância, foco da proposta de ensino do professor.

A implicação direta destes resultados é que quando organizamos o texto escrito na forma de um macro argumento, a qualidade do mesmo se situa no campo descritivo, o que significa dizer que é um argumento de baixa qualidade, ou seja, podemos considerá-lo como argumento fraco.

Uma questão importante é perguntar qual a ênfase dada pelo aluno ao seu relatório, posto que a qualidade do argumento não foi explicitada de forma significativa nos textos escritos.

A resposta a essa questão é observada no complemento dos textos escritos nos quais os alunos 1, 3, 4 e 5 ao se referirem às operações epistêmicas da Ciência, apenas descrevem o experimento e o estudante 2 não fez nenhuma menção às mesmas.

O Quadro de número 4 nos mostra que os alunos enfatizaram os aspectos de descrição do procedimento operacional do experimento. Em outras palavras o foco da atenção dos alunos não estava voltado para as operações epistêmicas, justificativas e fundamentos associadas ao fenômeno, e sim para a descrição de como executar o experimento, uma visão voltada para o receituário.

Esse deslocamento de foco nos fornece importantes pistas sobre a concepção dos alunos em relação à prática de atividades experimentais em sala de aula, nas quais a preocupação está centrada no como fazer, ou seja, o “mão na massa”, descrevendo mecanicamente a ação sem organizar seus pensamentos e reflexões, o que coloca a “mente em ação”, o por que? em segundo plano.

Um segundo aspecto importante e que nos conecta diretamente com a metodologia de ensino do professor, é de que nenhum estudante fez qualquer menção à estratégia utilizada na sala de aula, ou seja, o professor transmitiu o conhecimento e o aluno aplicou esse conhecimento adquirido centrando-se na descrição daquilo que presenciou.

A discussão dos resultados provenientes da metodologia de ensino (A) nos encaminha obviamente para o fato de que não é possível exigir ou esperar que os alunos retornem réplicas sofisticadas a partir de propostas fechadas em si mesmas e com vínculos difusos.

Nos Quadros 5 (alunos 1, 2 e 3) e 6 (alunos 4 e 5) apresentamos os resultados escritos, obtidos a partir dos textos dos alunos que participaram das atividades regidas pela metodologia de ensino (B).

Aluno	Fundamentos	Justificativa	
		Ovo flutua	Ovo não flutua
1	<p>“Tudo que é sólido se dissolve em solvente que é líquido. Solução é o nome dado a qualquer mistura homogênea... Para saber a densidade de um objeto é só dividir a massa pelo volume ($d=m/v$).”</p> <p>“Solvente e soluto: Soluto: cloreto de sódio (NaCl) $Na^+ Cl^-$. Solvente: água (H_2O).” – A estudante desenha a estrutura da água e denomina de molécula.</p>	<p>O aluno apresenta o desenho de um recipiente contendo água mostrando partículas de cloreto de sódio na água e o ovo flutuando.</p> <p>“(…) por que é mais denso do que a água.”</p>	<p>O aluno apresenta o desenho de um recipiente contendo água e um ovo completamente submerso.</p> <p>“(…) por que a água está com cloreto de sódio e o sódio tem massa e a água ficou mais densa que o ovo.”</p>
2	<p>“A fórmula para medirmos a densidade da água é: $d = m/v$.” A estudante apresenta o desenho de duas balanças com e apresenta o cálculo $300 + x = 400$ $X = 400 - 300$ $X = 100$ - Portanto, o peso da substância (água) é 100 Kg. *Pesos irreais.</p>	<p>“(…) percebemos que o sal é mais denso que a água, assim como o próprio ovo.”</p> <p>“(…) de que um objeto de menor densidade que a água.”</p>	<p>O aluno apresenta o desenho de um recipiente contendo água e um ovo completamente submerso.</p>
3	<p>“Densidade: Relação entre massa e o volume ocupado por um determinado matéria.” “Sua fórmula é $d= m/v$.” “A densidade explicada apenas em sua parte teórica não é de fácil entendimento. O melhor método de explicação é por meio de experiências (…)” “(…), ou seja, que não devemos nos apegar aos pré-conceitos visuais.”</p>	<p>O aluno apresenta duas sequências de desenhos que simulam copos com água e copos com água e sal e as posições relativas dos ovos em cada copo.</p> <p>“(…) foi uma aprendizagem, na experiência do ovo, por exemplo, não era de se esperar que com algumas colheres de sal, o ovo flutuasse. Depois, com a tabela feita, é possível analisar melhor os resultados, o porquê dos materiais boiarem, notei que, apenas com uma diferença mínima de densidade já é o bastante para o material boiar.”</p>	<p>O aluno apresenta duas sequências de desenhos que simulam copos com água e copos com água e sal e as posições relativas dos ovos em cada copo.</p>

Quadro 5 - Fundamentos e as justificativas escritas pelos alunos associadas à metodologia de ensino (B)

O volume de textos escritos nesta metodologia de ensino em relação à metodologia de ensino (A) indica que os alunos focalizaram seus esforços na construção de justificativas e fundamentos que esclarecessem as posições relativas do ovo imerso em água, com grau mais elevado de responsividade.

Neste caso os alunos além de utilizarem a linguagem escrita, ampliaram o uso de seu repertório das formas de linguagem e se valeram de desenhos, esquemas e tabelas os quais contribuem para a valorização do argumento final, confirmando a discussão proposta por Carvalho et. al (2010, p.57).

Este também é um indicativo da influência do enunciado das articulações composicionais que orientam a construção escrita das réplicas, aumentando o grau de liberdade (Pella,1969) dos alunos e os conduzindo para o aprofundamento de suas justificativas.

Aluno	Fundamentos	Justificativa	
		Ovo flutua	Ovo não flutua
4	<p>“A densidade de um objeto se dá pela relação entre a massa e o volume de um material, sua fórmula é: densidade = massa/volume. Pondo materiais de diferentes densidades em um mesmo recipiente, os vemos separados</p>	<p>O aluno apresenta sequências de desenhos que simulam copos</p>	<p>O aluno apresenta desenhos que simulam copos com água e copos com água e sal e as</p>

	em “camadas” (...)” A estudante desenha um recipiente contendo vários líquidos (mercúrio, água, etanol e óleo) distribuídos em camadas. Densidade = Kg/m^3 A estudante constrói uma tabela e utiliza valores teóricos e demonstra a densidade da água pura e o incremento na densidade da mistura água + cloreto de sódio.	com água e copos com água e sal e as posições relativas dos ovos em cada copo. “(...) na água com sal ele boiou.”	posições relativas dos ovos em cada copo. “(...) não imaginava que apenas algumas colheres de sal, pudesse influenciar na densidade da água.”
5	“Diferente de que se pensa, a densidade não é apenas o resultado de uma operação aritmética de divisão entre a massa e o volume de uma substância, mais esse conceito é muito mais amplo e está relacionado a outros, como compreensão e empacotamento. Por exemplo: quanto maior for o empacotamento dos átomos, mais densa a Temperatura. Da mesma forma, quanto maior for a compreensão sobre um objeto, maior será a sua densidade. A densidade absoluta (p) de uma substância é definida como a relação entre a sua massa e o seu volume: $P = m/v$ ” “A densidade absoluta é também uma propriedade específica, isto é, cada substância pura tem sua própria densidade, que identifica e a diferencia de outras substâncias. As densidades de sólidos e líquidos são normalmente expressas em gramas por centímetro cúbico, g/cm^3 . É comum considerar água como tal padrão, pois além da conveniência de sua abundância, sua densidade absoluta é de $\text{PH}_2\text{O} = \text{g/cm}^3$ para a temperatura ambiente (25°C).” “ $P_{\text{Subst.}} = \frac{m_{\text{subst.}}}{V}$ $M_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{V}$ $P_{\text{Subst.}} = \frac{m_{\text{Subst.}}}{m_{\text{água}}}$ ”	“A água com sal é mais densa que a água sem sal.” “(…) experimento é que quando colocamos sal à água a densidade iria mudar, pois a água com sal é mais densa que sem sal.”	“(…) uma densidade maior que a água sem sal e afunda.”

Quadro 6 - Fundamentos e as justificativas escritas pelos alunos associadas à metodologia de ensino (B)

Nesta metodologia de ensino os alunos retornam como réplicas de sua aprendizagem, aquele conteúdo temático que normalmente é esperado pelo professor na forma de fundamentos e com o uso de expressões matemáticas que mostrem as relações entre as variáveis envolvidas no fenômeno.

Como exemplo se retoma o texto produzido pelo aluno de número 4, que apresenta as variáveis envolvidas no fenômeno estudado e a relação matemática de razão entre elas: “A densidade de um objeto se dá pela relação entre a massa e o volume de um material, sua fórmula é: densidade = massa/volume”.

O aluno ainda expõe para justificar a fundamentação utilizando a linguagem imagética, um experimento no qual estão envolvidas substâncias líquidas de densidades diferentes e que, portanto ocupam posições relativas correspondentes a cada densidade e isto é observável pelas camadas formadas entre elas, indo além, citando inclusive a unidade envolvida.

Para completar sua justificativa o aluno constrói uma tabela, utilizando supostos valores teóricos para as variáveis, na qual demonstra o valor da densidade da água pura e o incremento na densidade da mistura água + cloreto de sódio.

Uma segunda referência importante são os fundamentos construídos pelo aluno de número 1, que recorre ao desenho da estrutura da molécula de água e a construção do modelo de partículas, com suas respectivas cargas, mostrando a interação entre as moléculas de água e os íons Na^+ e Cl^- revelando a forma de incorporação do sal cloreto de sódio pela substância água, o que justifica o aumento da massa e implica na alteração da densidade da água.

Esse aluno vai mais além quando cita uma segunda propriedade da substância água, que é a capacidade de solubilizar o cloreto de sódio, “Quando as moléculas param de se espalhar elas ficam no fundo do recipiente”.

As justificativas e fundamentos construídos pelos alunos nesta metodologia, de acordo com nosso critério, são classificados como constituintes de fortes argumentos.

Associada a ênfase nas justificativas e nos fundamentos, os alunos complementam seus relatórios explicitando outras operações epistêmicas da ciência e retomam em seus textos a estratégia aplicada pelo professor em sala de aula, as quais foram apresentadas no Quadro 6.

O Quadro 7 complementa as indicações obtidas nos Quadros 5 e 6 sobre a influência da metodologia de ensino (B) adotada pelo professor.

Aluno	Operações epistêmicas da Ciência e retomada da estratégia de aula
1	Descreve os experimentos e constrói os objetivos da aula “Eu to fazendo uma análise e um resumo do que eu aprendi sobre o que é solvente, soluto, solução e densidade. Eu quero saber a que ponto o soluto para de dissolver no solvente E quando um objeto é mais deso do que a água o que acontece.”
2	Descreve os experimentos, constrói os objetivos da aula, constrói hipótese “As experiências tiveram como objetivos: medir o peso da água; ver o que acontece quando um objeto de menor densidade é colocado nela; e ver o que acontece quando um objeto é colocado na água –o mesmo usado inicialmente – com sal acrescentado. Se colocarmos um objeto com menor densidade na água, obteremos um resultado; e se acrescentarmos sal a esta água, obteremos um resultado diferente.”
3	Descreve os experimentos, constrói objetivo, discute metodologia, discute resultados “Nas aulas de química desse bimestre, buscamos por meio de experiências seguida de explicações e interatividade entre professor e aluno (esquematizando e discutindo), aprender sobre conceitos e relações entre densidade e volume. O resultado das experiências foi uma aprendizagem, na experiência do ovo, por exemplo, não era de se esperar que com algumas colheres de sal, o ovo flutuasse. Depois, com a tabela feita, é possível analisar melhor os resultados, o porque dos materiais boiarem, notei que, apenas com uma diferença mínima de densidade já é o bastante para o material boiar.”
4	Descreve os experimentos, constrói objetivo, discute metodologia, discute resultados “Como foi dito, as experiências de densidade são uma grande forma de aprendizado sobre a matéria. E foi isso que fizemos em sala de aula, experiências passo a passo explicando sobre a matéria e logo depois discutindo em sala de aula, para chegarmos ao aprendizado da matéria junto, e, ao final das experiências, ver como a densidade age sobre os materiais.” “O resultado se deu pela diferença de densidade dos materiais das experiências. Em ambas as experiências o resultado não foi esperado, pois: <u>1ª experiência:</u> pensei que a textura do material fosse influenciar, porém, quem influenciou foi a densidade. <u>2ª experiência:</u> não imaginava que apenas algumas colheres de sal, pudesse influenciar na densidade da água. Os cálculos e as tabelas são importantes na hora da análise de resultados de experiências, pois facilitam na visualização e explicação do resultado.”
5	Descreve os experimentos, constrói objetivo, discute metodologia, discute resultados “O objetivo deste experimento e saber se o ovo flutua sobre a água, se a densidade dele era maior ou não.” “(...) o experimento tivemos alguns debates; onde todos entraram em uma só conclusão.” “A densidade é uma relação entre a massa e volume. Se usamos o mesmo volume de água nos dois copos e, depois dissolver bem o sal em um deles o volume não variou, no copo que tem sal, temos mais massa (água + sal) que no copo sem sal (só água). Ou seja, o resultados que esperávamos aconteceu, a água tem mais massa que a mesma quantidade de água sem sal, e por isso é mais densa.”

Quadro 7 - Informações complementares indicativas da metodologia de ensino do professor (B).

No Quadro 7 os alunos ampliam as informações sobre as condições de construção da justificativa e dos fundamentos quando se remetem a situações dialógicas em sala de aula, tais como, “ (...) experiências seguida de explicações e interatividade entre professor e aluno, esquematizando e discutindo (...)” ou “experiências passo a passo explicando sobre a matéria e logo depois discutindo em sala de aula, para chegarmos ao aprendizado da matéria junto (...)”, ou ainda “ (...) o experimento tivemos alguns debates; onde todos entraram em uma só conclusão(...)”, explicitadas pelos alunos 3,4 e 5.

Além disso, explicitam seu trânsito por outras operações epistêmicas da ciência, tais como, construção de objetivos, p.ex. “Eu to fazendo uma análise e um resumo do que eu aprendi sobre o que é solvente, soluto, solução e densidade. Eu quero saber a que ponto o soluto para de dissolver no solvente E quando um objeto é mais deso (denso) do que a água o que acontece (...)”, aluno número 1, ou construção de hipótese, p. ex. (...)” Se colocarmos um objeto com menor densidade na água, obteremos um resultado; e se acrescentarmos sal a esta água, obteremos um resultado diferente”, aluno número 2.

Comentários finais

Na perspectiva de promoção da argumentação é notável a variação da qualidade dessa produção escrita, quando associamos às práticas advindas da metodologia de ensino do professor.

Os resultados apresentados nos textos escritos pelos alunos no caso da metodologia (B) de ensino mostram a incorporação da linguagem matemática e observam-se referências para possíveis transposições desse conhecimento para outras situações de sala de aula. Além disso, essa prática reflete nas ações do aluno, que expressa o alargamento da compreensão da atividade desenvolvida e que é observada pela forma de apresentação sistematizada dos resultados. Naturalmente uma perspectiva mais dialógica exige do professor a alteração de seu papel de transmissor para o papel de orientador, demandando um maior dispêndio de tempo para pesquisa, um maior esforço intelectual e recursos, que nem sempre estão acessíveis ou disponíveis.

É importante ressaltar que o tempo destinado ao desenvolvimento da atividade (B) em sala de aula é aproximadamente três vezes superior a atividade (A), ou seja, se a atividade (A) necessita de uma aula para sua realização, a atividade (B) necessita de três aulas. Entretanto os resultados apresentados pelos alunos são de magnitude consideravelmente superior, o que justificaria plenamente a adesão por parte daqueles professores que buscam alternativas de mais qualidade para suas aulas.

Este é um indicativo de que tipo de ensino de ciências deva estar nos bancos escolares, naturalmente a de adesão às metodologias de ensino sistêmicas, o que significa não só romper com a aplicação de um currículo que possa se apresentar conservador, mas também com estruturas cristalizadas, sejam elas pedagógica, organizacional, estrutural ou administrativa.

Referências

- Márquez Bargalló, C. & Prat, A. (2010) Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 63, 39-49.
- Carvalho, A. M. P.; Ricardo, E.C.; Sasseron, L.H.; Abib, M.L.V.S. & Pietrocola, M. (2010) *As práticas experimentais no ensino de física. Coleção Idéias em Ação: Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning.
- Dias De Souza, D. D. & Arroio, A. (2009) Modelo estruturante como organizador de ciclos de estudo de conteúdos temáticos de química no ensino médio regular. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, 4, (1), 32-39.
- Dias De Souza, D. D. & Arroio, A. (2011) Aprendizagem mediada por gêneros do discurso escolar-científico – Projeto, desenvolvimento e utilização de material instrucional em sala de aula de química. *Química Nova na Escola*, 33, (2), 105-114.
- Driver, R.; Newton, P. & Osborne, J. (2000) Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, (3), 287-311.

Erduran, S.; Simon, S. & Osborne, J. (2004) TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, (6), 915-933.

Erduran, S & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2007) *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Springer.

Jiménez-Aleixandre, M.P. e Díaz de Bustamante, J., "Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciencias: Cuestiones Teóricas y Metodológicas", *Enseñanza de las Ciencias*, v.21, n.3, 359-370, 2003.

Mcneill, K.L. & Krajcik, J. (2008) Inquiry and scientific explanations : Helping students use evidence and reasoning. In Luft, J., Bell, R. & Gess-Newsome, J. (Eds) *Science as inquiry in the secondary setting*. pp. 121-134. Arlington, VA. National Science Teacher Associated Press.

Mcneill, K.L. (2009) Teachers use of curriculum to support students in writing scientific arguments to explain phenomena. *Science Education*, 93, (2), 233-268.

Oliveira, J.R.S. & Queiroz, S.L. (2008) Considerações sobre o papel da comunicação científica na educação em química. *Química Nova na Escola*, 31, (5), 1263-1270.

Pella, M.O. (1969) The laboratory and science teaching. In: Andersen, H.O. *Reading in science education for the secondary school*. London: Macmillan Company.

Sampson, V. & Clark, D.B. (2008) Assessment of the way students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92, (3), 447-472.

Teixeira, F. M. (2006) Fundamentos Teóricos que Envolvem a Concepção de Conceitos Científicos na Construção do Conhecimento das Ciências Naturais, *Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, 8, (2), 121-131.

Toulmin, S. (2001) Os usos do argumento. São Paulo: Martins Fontes.

Villani, C. E. P. & Nascimento, S. S. (2003) 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. Acesso em 08 jan. 2012, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID104/v8_n3_a2003.pdf

Zohar, A. & Nemet, F. (2002) Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, (1), 35-62.

Recebido em: 03.04.12

Aceito em: 07.01.14