

O processo de co-construção de conhecimento no contexto de atividades de modelagem e a produção de argumentos por estudantes do ensino médio

Knowledge co-construction in modelling-based teaching and the production of arguments by medium level students

Paula P. Costa, Rosária Justi, Nilmara B. Mozzer

Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo

Estudos recentes têm evidenciado que atividades de modelagem são capazes de favorecer a argumentação em situações de ensino regular. Entretanto, existem poucos aspectos destacados na literatura sobre o papel da co-construção no favorecimento da produção de argumentos pelos estudantes. Por isso, este trabalho discute como o processo de co-construção, no contexto de atividades de modelagem, favorece a produção de argumentos pelos estudantes. Os dados foram coletados em uma turma de alunos de 15-16 anos, quando esses participaram de atividades de modelagem sobre o processo de dissolução. Identificamos os momentos em que ocorreu co-construção ao longo do processo, assim como os argumentos que foram produzidos pelos alunos nesses momentos. A co-construção aconteceu entre a professora e os estudantes, ou entre os estudantes. Concluímos que diferentes ações da professora e distintos objetivos da discussão entre os estudantes favoreceram a expressão de argumentos.

Palavras-chave: co-construção de conhecimentos, argumentação, ensino fundamentado em modelagem

Abstract

Recent studies have made it evident that modelling-based activities can favour students' argumentation in regular teaching contexts. However, there is a brief discussion in the literature about the role of co-construction in favouring the students' production of arguments. Therefore, this paper discusses how the co-construction process, in a modelling-based teaching context, favours students' production of arguments. Data were collected in a 15-16 year-old students class, when they participated in modelling activities about solubility. We have identified the moments in which the co-construction process occurred during the lessons, as well as the arguments produced by the students in such moments. Co-construction occurred both between the teacher and the student(s), and only between the students. We concluded that teacher's different actions and students' distinct aims during their discussions have favoured the expression of arguments.

Keywords: knowledge co-construction, argumentation, modelling-based teaching

Introdução

Muitos estudantes questionam o motivo de terem que aprender ciências, principalmente aqueles educados na perspectiva tradicional, centrada na transmissão passiva de conteúdos. Isto pode acarretar em inibição do pensamento especulativo e da criatividade, visto que esse tipo de ensino vai em direção totalmente contrária ao caráter investigativo da ciência e não

promove relacionamentos dela com os aspectos históricos, sociais e ambientais, que poderiam prover sentido ao estudo da ciência na escola.

Uma abordagem que busca atender às exigências contemporâneas para o ensino de ciências é a utilização de atividades de construção de modelos¹. Isso porque, dentre outros motivos, tais atividades levam em consideração as ideias prévias dos indivíduos, o caráter limitado dos modelos e apresentam caráter investigativo. A utilização de atividades de modelagem, isto é, atividades voltadas para a construção, reformulação e validação de modelos, pode resultar em um ensino mais significativo, que ajude o estudante a desenvolver um entendimento mais coerente e crítico. Além disso, aprender através da modelagem pode contribuir para que os estudantes aprendam sobre como o conhecimento científico é produzido – aspecto coerente com um ensino de ciências mais autêntico (GILBERT, 2004).

Na literatura², são encontrados poucos trabalhos realizados em contextos regulares de ensino, que objetivam a construção do conhecimento científico através de situações em que os estudantes são solicitados a construir e reformular modelos visando o entendimento de algum conteúdo específico; desenvolver habilidades e melhorar suas visões sobre modelo na ciência. Os principais trabalhos nesta perspectiva têm sido desenvolvidos por dois grupos de pesquisa: um coordenado pelo prof. John Clement, na Universidade de Massachusetts, nos Estados Unidos, e o outro coordenado pela profa. Rosária Justi, na UFMG (MENDONÇA; JUSTI, 2009).

Justi e Gilbert (2002) propuseram um diagrama intitulado *Modelo de Modelagem*, a partir do estudo de como cientistas elaboram modelos, bem como através de poucas propostas disponíveis na literatura (CLEMENT, 1989), na tentativa de explicitar como ocorre a modelagem. O diagrama mostra o relacionamento das etapas mais relevantes na elaboração e validação de um modelo: a produção do modelo mental, a expressão deste modelo em qualquer modo representacional, os testes do modelo e a consideração das abrangências e limitações do modelo. É importante destacar que o diagrama *Modelo de Modelagem* mostra um processo cíclico e não linear, ou seja, todas as etapas exercem influência umas nas outras e as etapas não ocorrem em uma ordem rígida.

A Figura 1 é uma versão simplificada do diagrama *Modelo de Modelagem*. Algumas de suas etapas envolvem subetapas. A *produção de um modelo mental* ocorre através de uma dinâmica e, algumas vezes, simultânea, integração das subetapas: definir objetivos para o modelo; obter informações sobre a entidade a ser modelada (a partir da estrutura cognitiva prévia e/ou a partir de fontes externas: referências, atividades empíricas etc.); definir uma analogia ou relação matemática a partir da qual o modelo pode ser construído; e integrar essas subetapas para produzir um modelo mental. A *expressão do modelo* pode ser feita através do uso de algum modo de representação: 3D (concreto), 2D (desenhos, diagramas etc.), virtual, verbal, gestual, matemático, ou qualquer combinação deles. Os *testes do modelo* podem ser empíricos ou mentais. A seleção de um tipo adequado de teste depende principalmente da entidade que está sendo modelada e de recursos disponíveis. Finalmente, a *avaliação do modelo* resultante implica na identificação das abrangências e limitações deste modelo. Isso ocorre a partir da análise do modelo em relação aos objetivos e da tentativa de usá-lo em diferentes contextos (JUSTI, 2006; JUSTI; GILBERT, 2002).

¹ Modelo pode ser compreendido como uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno para um dado sistema, elaborado com uma finalidade específica (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).

²Foi feito um levantamento nos principais periódicos internacionais e nacionais da área de Educação e Ciências, a ser apresentado em outro artigo no ENPEC.

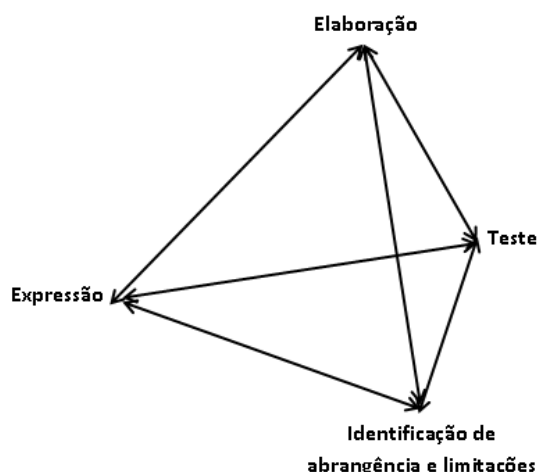


Figura 1: Diagrama *Modelo de Modelagem* v2 (JUSTI, 2010, p. 223).

Como o diagrama *Modelo de Modelagem* foi proposto a partir do estudo de como os cientistas elaboram modelos, o grande desafio inicial do grupo de pesquisa da professora Rosária Justi era fazer uma transposição das quatro etapas acima descritas para o processo de ensino. Este desafio foi encarado utilizando o referido diagrama como referencial teórico para a elaboração de atividades de ensino e para a orientação das ações dos professores envolvidos em tais situações de ensino. O uso dessas atividades caracteriza uma situação de ensino construtivista sócio-interativa (VYGOTSKY, 1986), no qual a construção de conhecimento ocorre através de interações estudante-estudante e professor-estudante. Reconhece-se que, em momentos específicos do processo, é essencial que o professor interaja com os estudantes com o objetivo de favorecer e estimular o engajamento dos mesmos no processo ou, para que o processo de co-construção professor-estudante ocorra.

Alguns pesquisadores construtivistas citados por Clement (2008) (por exemplo, Billett, 1996; Bulgren, Deshler, Schumaker, e Lenz, 2000; Driver, Asoko, Leach, Mortimer e Scott, 1994; Hogan, 1999) já usaram o termo *co-construção* para descrever interações professor-estudante ou estudante-estudante e processos de instrução guiada. Entretanto, a maioria desses pesquisadores, não fornece uma definição clara para o termo e não interpreta interações professor-estudante em termos de construção de conhecimento. Neste trabalho, o termo *co-construção* é entendido como um processo no qual há interações entre professor e estudante(s) ou entre um estudante e outro(s) e que resulta em construção de conhecimento.

Outra ferramenta importante para tentar atender às exigências contemporâneas para o ensino de ciências são as atividades que favorecem a argumentação. A argumentação faz parte de uma abordagem interdisciplinar da qual participam filósofos, linguistas, estudiosos da comunicação etc. (MENDONÇA, 2011). Muitos estudos no contexto do Ensino de Ciências têm se focado na análise do discurso argumentativo, nos contextos de sala de aula e na importância da argumentação no desenvolvimento e entendimento do conhecimento científico (SIMON, 2008).

Segundo van Eemeren et. al. (1998), argumentação é uma atividade verbal e é entendida como sendo uma atividade social que, a princípio, é dirigida a outra pessoa. De acordo com esses autores, a natureza social do argumento se torna mais evidente quando duas ou mais pessoas estão discutindo. Além disso, os autores enfatizam que a argumentação é uma atividade intelectual, isto é, baseada no ato de pensar, sendo uma ação consciente e intencional. Isso não significa que as emoções não podem desempenhar um papel na adoção de uma posição, mas que esses motivos internos, que foram assimilados no discurso, não são diretamente relevantes.

De acordo com Billig (1987), para que ocorra a argumentação é necessário que haja pontos de vista contrários. Em uma conversa em que todos concordam uns com os outros, não existe a possibilidade do aparecimento da argumentação. O propósito da argumentação seria justificar uma opinião ou refutar um ponto de vista oposto. A argumentação teria por finalidade aumentar (ou diminuir) a aceitabilidade de um ponto de vista a partir de justificativas que visam o convencimento de uma audiência: o próprio sujeito, um interlocutor ou uma variedade de pessoas.

O livro *Os Usos do Argumento*, de Stephen Toulmin, é um marco no estudo da argumentação. A publicação deste livro despertou o interesse dos teóricos para o estudo do campo da teoria da argumentação. Toulmin (1958) define argumento como sendo uma afirmativa acompanhada de sua justificativa. Esta é a definição de argumento que adotamos em nosso trabalho.

O livro “The Skills of Argument” de Kuhn (1991) é significativo no que diz respeito aos estudos sobre aprender a argumentar. Em seu estudo, Kuhn analisou as seguintes habilidades argumentativas:

- *Formular argumento*: gerar teoria causal subsidiada por evidência.
- *Formular teoria alternativa*: propor um ponto de vista diferente do inicial subsidiado por alguma evidência.
- *Formular contra-argumento*: pensar em um argumento que inclua uma evidência que invalide a teoria causal inicial.
- *Refutar*: combater uma teoria alternativa.
- *Analisar evidências*: checar a validade de uma hipótese.

De acordo com van Manen (1990, apud NASCIMENTO; VIEIRA, 2008), existem quatro pontos que justificam a necessidade do desenvolvimento de uma prática argumentativa em sala de aula: os alunos podem vivenciar as práticas e discursos da ciência normal, aprendendo sobre ciência; a construção de argumentos pode tornar os pensamentos dos alunos mais visíveis, representando uma ferramenta de avaliação e auto-avaliação; a argumentação pode contribuir para desenvolver diferentes formas de pensar para promover uma participação mais ativa dos estudantes e uma interação maior no contexto de sala de aula; e através da argumentação aprendizes de ciências podem se tornar produtores de conhecimento acerca do mundo natural e não apenas consumidores.

Questões de Pesquisa

Um trabalho recentemente concluído em nosso grupo de pesquisa evidenciou que atividades de modelagem são capazes de favorecer a argumentação em uma situação de ensino regular (MENDONÇA, 2011). Entretanto, existem poucos aspectos destacados na literatura sobre o papel da co-construção no favorecimento da produção de argumentos pelos estudantes. Portanto, este trabalho investiga a seguinte questão de pesquisa: Como o processo de co-construção, no contexto de atividades de modelagem, favorece a produção de argumentos pelos estudantes?

Aspectos Metodológicos

Contexto e amostra

As atividades baseadas em modelagem foram desenvolvidas a partir da perspectiva do diagrama *Modelo de Modelagem*, para apoiar o ensino de aspectos qualitativos sobre solubilidade para estudantes de 15-16 anos. As atividades são brevemente descritas na Figura 2, na qual também são apresenta das suas relações com o diagrama Modelo de Modelagem (MM).

Atividade	Descrição	Relacionamento com MM
1	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de dois sistemas (água + pedaço de giz e água + pó de suco de uva) que têm diferentes comportamentos em termos de solubilidade de material sólido em água. • Elaboração de previsão sobre o que irá acontecer com cada sistema quando seus componentes forem misturados. • Condução de experimentos empíricos e registro de observações. • Discussão sobre possíveis diferenças entre previsões prévias e observações atuais. 	Etapa 1: ter experiência com o alvo.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de um modelo para explicar o fenômeno observado no nível submicroscópico e expressão desse modelo no modo concreto de representação. • Elaboração de analogias para explicar o fenômeno representado. • Identificação de similaridades e diferenças entre os aspectos comparados. 	Etapa 1: produção do modelo mental. Etapa 2: expressão do modelo mental. (em 3D ou como uma analogia). Etapa 3: condução de experimentos mentais.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Observação do novo comportamento de um dos sistemas (mistura do pó de suco de uva em água, sem misturar o sistema). • Tentativa de utilizar a analogia prévia para explicar o novo comportamento do sistema. • Se necessário, modificação ou rejeição, seguido de nova elaboração, de analogias prévias e/ou modelos concretos. 	Etapa 3: condução de experimentos mentais e revisão dos modelos.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização da analogia produzida para explicar outras situações relacionadas com o fenômeno modelado. 	Etapa 4: considerar abrangências e limitações do modelo final

Figura 2: Atividades baseadas em modelagem para o ensino de solubilidade (MOZZER; JUSTI, 2009).

A unidade didática foi aplicada em um contexto regular de ensino, no último mês do ano letivo. A turma era constituída de 38 estudantes e eles realizaram as atividades divididos em grupos de 5-6 componentes. Os estudantes já haviam estudado propriedades de substâncias e ligação química a cerca de 8 meses antes, mas através de uma abordagem tradicional. Nossos dados mostraram que os estudantes tinham concepções inadequadas sobre ambos os tópicos e nenhum deles mostrou qualquer entendimento prévio aceitável sobre como uma substância se dissolve em outra. Além disso, os estudantes não tinham experiência prévia com atividades baseadas em modelagem ou atividades investigativas experimentais.

A professora de química guiou todo o processo. Ela não tinha experiência prévia com ensino baseado em modelagem. Antes da aplicação da atividade, uma das autoras deste trabalho se encontrou duas vezes com a professora. Nesses encontros, elas discutiram sobre o contexto do ensino, as ideias prévias dos estudantes sobre o tópico, o ensino baseado em modelagem inspirado no diagrama Modelo de Modelagem, os esboços das analogias dos estudantes e a condução de atividades de modelagem. Os encontros foram importantes de modo a ampliar o entendimento da professora sobre o processo de ensino baseado em modelagem.

Durante as discussões nos grupos, os estudantes interagiram entre eles e também com a professora, com o objetivo de discutir suas dúvidas sobre o conteúdo das atividades, sobre os códigos de representação a serem usados na produção de modelos concretos e sobre os aspectos das analogias feitas pelos estudantes que não ficaram claramente expressos. Além disso, depois de cada atividade, a professora conduzia uma discussão em sala, na qual cada grupo apresentava e explicava suas ideias e/ou modelos, e respondia as questões de outros estudantes. A co-construção ocorria no contexto dessas discussões gerais e nas discussões em cada grupo.

As discussões não tinham o objetivo de corrigir os modelos dos estudantes, mas sim de discutir a coerência dos modelos no contexto das informações disponíveis e do conhecimento prévio dos estudantes, além de favorecer as próprias questões dos estudantes sobre os modelos propostos.

Obtenção dos dados

Todas as aulas foram gravadas e filmadas. As filmagens focaram na discussão dos estudantes quando trabalhando em grupos e entre os estudantes e a professora. Todos os momentos de interação da professora com os estudantes e entre os estudantes foram transcritos.

Análise dos dados

Durante a análise da transcrição, foram identificados momentos nos quais ocorreu a co-construção, isto é, momentos que claramente resultaram na construção de conhecimento por parte dos estudantes. Também foram identificados os argumentos produzidos pelos estudantes durante esses momentos. Para isto, levamos em conta as definições de argumento proposta por Toulmin: uma afirmativa acompanhada de sua justificativa e as habilidades argumentativas propostas por Kuhn (apresentadas anteriormente). Tais momentos foram relacionados às etapas do diagrama *Modelo de Modelagem*. Uma análise detalhada desses momentos resultou na classificação de todas as ações do professor e dos estudantes, em termos das suas funções no processo de co-construção, que são capazes de favorecer a produção de argumentos.

Resultados – apresentação e análise

Foram selecionados trechos das aulas em que é possível identificar o processo de co-construção favorecendo a produção de argumentos pelos estudantes³. Visando favorecer a discussão, apresentamos alguns exemplos em relação a cada uma das etapas da modelagem. Os argumentos produzidos pelos estudantes, bem como as ações que favoreceram a sua produção, serão identificados entre parênteses e em itálico. Quando necessário, os argumentos dos estudantes foram reescritos de forma a deixar mais clara a existência de uma afirmativa e uma justificativa. Nos trechos selecionados, os sujeitos são identificados por códigos: **P** para a

³Em função da limitação de espaço, não podemos apresentar tais trechos na íntegra. Por isso, selecionamos partes deles que possibilitaram discutir a questão de pesquisa investigada neste trabalho.

professora, **Ex** para os estudantes, onde x é o número que os identifica, e **Es** para vários estudantes.

Etapa 1: Elaboração do modelo inicial

O diálogo apresentado a seguir ocorreu quando os estudantes realizavam a Atividade 1. Naquele momento da atividade, os alunos deveriam elaborar uma previsão sobre o que iria acontecer com os sistemas (água + pedaço de giz e água + pó de suco de uva) quando seus componentes fossem misturados.

P: O que vocês acham que vai acontecer? (*Professora favorece a expressão das ideias prévias dos estudantes.*)

Es: O giz vai ficar em cima da água.

P: E o que vai acontecer com ele? (*Professora favorece a expressão das ideias prévias dos estudantes.*)

E1: Ele vai ficar boiando.

P: E no caso do suco? (*Professora favorece a expressão das ideias prévias dos estudantes.*)

E1: Ele vai se dissolver e a água vai ficar roxa.

P: E o que vocês acham que é dissolver? (*Professora favorece a expressão das ideias prévias dos estudantes.*)

E1: É um soluto que vai ficar no solvente, aí vai dissolver. Eu acho.

P: E vocês (outros alunos) acham que é isso que vai acontecer? (*Professora favorece a participação de todos os estudantes.*)

Es: É.

P: E quando a gente colocar o giz na água, vocês acham que vai dissolver ou não? (*Professora favorece a expressão das ideias prévias dos estudantes.*)

E1: Talvez não.

P: E por quê? (*Professora estimula a produção de argumentos pelos estudantes.*)

E2: Porque ele é mais sólido do que no suco. (Argumento 1: *O giz não vai dissolver na água porque ele é mais sólido do que o suco.*)

E1: O suco é menos sólido que o giz, porque o suco dissolve e o giz não. (Argumento 2: *O suco é menos sólido do que o giz porque o suco dissolve em água e o giz não.*)

E6: É, vai demorar mais tempo.

E1: Irá se dissolver lentamente. Pelo fato de o suco ser menos sólido? (...) Possui menos matéria que o giz, pronto! (Teoria alternativa 1: *O giz irá se dissolver lentamente na água porque ele é mais sólido do que o suco.*)

E3: Eu acho que é porque ele (suco) já está em pó.

E6: Isso! Em partículas menores. (Teoria alternativa 2: *O suco dissolve em água porque ele já está em pó, portanto, em partículas menores.*)

Nesse diálogo, a professora incentiva todos os estudantes a participar da discussão, o que foi essencial para encorajá-los a expressar suas ideias. Isto contribuiu para que, de forma colaborativa, eles formulassem argumentos e teorias alternativas aos mesmos que foram essenciais na elaboração dos modelos iniciais para dissolução.

Etapa 2: Expressão do modelo mental

O próximo trecho analisado aconteceu quando os estudantes realizavam a Atividade 2. Nessa parte da atividade, eles foram solicitados a explicar os modelos que haviam proposto para explicar os fenômenos observados na Atividade 1.

P: Agora eu quero que vocês digam o que significa esses palitinhos que vocês colocaram aqui (aponta para o modelo proposto pelos estudantes) (figura 3). *(Professora favorece a expressão dos códigos de representação das estudantes.)*

E2: Esse palitinho significa a ligação.

E4: A ligação. Entre a molécula e o suco.

P: E como vocês imaginam? O que causa essa ligação? *(Professora favorece a expressão das ideias prévias das estudantes.)*

E1: Atração?

E2: É. Eu acho que é tipo uma atração. Eu acho que essa ligação não vai ser com todas as substâncias porque tem 'coisa' que se liga com alguma 'coisa', mas tem 'coisa' que não liga. Igual polar com polar, apolar com apolar. *(Argumento: A ligação não vai acontecer entre todas as substâncias porque tem 'coisas' que não se ligam, como uma substância polar com outra polar.)*

P: Mas essa explicação do polar mistura com polar explica porque o suco não vai para o fundo? *(Professora questiona as ideias prévias das estudantes.)*

E2: Eu acho que é a interação das moléculas, entre as partículas. *(Contra-argumento (em relação à afirmativa implícita na questão da professora): O suco não vai para o fundo porque existe interação entre as partículas.)*

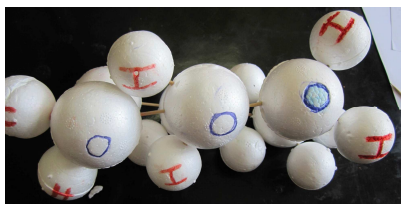


Figura 3: Modelo proposto pelas estudantes para um conjunto de moléculas de água.

Ao questionar os estudantes sobre os códigos de representação utilizados na produção do modelo concreto, a professora favoreceu o acesso às suas ideias prévias e a utilização das mesmas na tentativa de explicar tanto o modelo concreto quanto o fenômeno observado. Em ambas as situações, um dos alunos elaborou um argumento e um contra-argumento que, apesar de não terem sido expressos com clareza, contribuíram para que a professora entendesse o modelo expresso pelo grupo.

Etapa 3: Teste dos modelos

O diálogo a seguir ocorreu durante a realização da Atividade 3, após a professora ter repetido o experimento da adição do pó de suco de uva à água, sem agitação, para que os estudantes observassem novas evidências que pudessem ajudá-los a testar seus modelos iniciais.

P: Quais foram as observações que vocês fizeram sobre o sistema pó de suco de uva + água?

E4: Eu coloquei na folha que quando coloca a água primeiro e depois o suco, a gente achou que só descesse, mas a partícula sobe também por causa da mistura que tem na hora que coloca. Mas o suco também sobe, porque quando coloca o soluto, depois o solvente, eles não se misturam totalmente. *(Argumento: Quando se coloca a água sobre o pó de suco de uva, as partículas sobem por causa da mistura que ocorre. Teoria alternativa: O pó do suco de uva também sobe porque quando coloca o soluto antes do solvente, eles não se misturam totalmente.)*

P: Olha aqui, vocês fizeram foi isso (a professora adiciona pó de suco de uva na água, sem agitação), não foi? *(Professora repete o experimento para que os estudantes entendam melhor as evidências empíricas.)*

E3: Olha lá! Desce tudo de uma vez. Acho que não fica nada lá em cima.

E1: As partículas sobem por causa do movimento da água. (*Contra-argumento em relação à Teoria Alternativa: As partículas do pó de suco de uva sobem por causa do movimento da água.*)

Os momentos em que os alunos testam seus modelos (percebendo a inadequação dos mesmos, acrescentando novos elementos a eles ou reformulando-os de forma a torná-los mais adequados) são, por sua própria natureza, momentos que favorecem a construção do conhecimento. Quando existe discordância de opiniões entre alunos de um mesmo grupo (como no caso exemplificado acima), os alunos tendem não só a expressar argumentos, mas também a defendê-los, a criar teorias alternativas e a refutar ideias contrárias. A nosso ver, isso caracteriza uma discussão autêntica que, quando adequadamente mediada pelo professor (como aconteceu na sequência desse diálogo⁴), favorece a construção do conhecimento dos alunos.

Etapa 4: Avaliação do modelo final

O diálogo apresentado a seguir ocorreu durante a Atividade 4, quando os estudantes tentavam utilizar o modelo proposto em uma outra situação problema: o sistema óleo/água.

P: Por que o óleo não se dissolve na água? (*Professora favorece a expressão e discussão do modelo corrente dos estudantes.*)

E2: Porque o óleo é apolar e a água é polar, então não tem como. (*Argumento 1: Óleo não se dissolve na água porque o óleo é apolar e a água é polar.*)

E1: Por causa das cargas, mas eu já não tenho certeza. (*Argumento 2: Óleo não se dissolve na água por causa das cargas.*)

E2: Todo átomo tem carga positiva e negativa, e se só considerar esse ‘negócio’ de carga, tudo devia se atrair. (*Refutação ao Argumento 2: Não se pode considerar só a questão das cargas para explicar o porquê do óleo não se dissolver na água porque senão tudo deveria se atrair.*)

P: Porque carga a gente tem nos dois, não tem? A gente não tem carga positiva e negativa em outra, mas pra poder fazer a ligação de uma com a outra, o que tem que acontecer? (*Professora favorece a expressão e discussão das ideias e do modelo corrente dos estudantes.*)

E2: Tem que quebrar uma ligação para formar outra porque forte com forte não tem como quebrar. (*Argumento 3: Para que ocorra a dissolução, deve-se quebrar uma ligação para se formar outra. Argumento 4: É muito difícil quebrar ligações quando elas são fortes.*)

P: Escrevam então essa justificativa.

E2: Então a água... fala muito fortemente? (*Os estudantes iniciam um processo de discussão em busca da resposta mais adequada para a questão a ser respondida.*)

E1: Não, a água atrai a água por causa da sua força de ligação, pela sua ligação ser muito intensa, ser muito forte, sendo assim, é difícil de quebrar. (*Argumento 5: As moléculas de água se atraem devido às forças de suas ligações.*)

E2: Não, tinha que ter falado do óleo também, porque não é só a água, é óleo e óleo também. Óleo e óleo também se atraem.

E1: Por causa das forças de ligações. (*Argumento 6: Óleo e óleo se atraem devido à força das ligações.*)

E2: Sendo assim, ligação água/água e óleo/óleo é muito difícil de quebrar. (*Argumento 7: Óleo não se dissolve em água porque as ligações entre as partículas de água e as ligações entre as partículas de óleo são fortes.*)

⁴O trecho completo não é apresentado por ser muito grande.

E1: Pronto.

Esse trecho traz um exemplo de um estudante refutando a ideia inicial de outro, o que para Kuhn (1991) é considerada a habilidade argumentativa mais avançada. Além disso, a última parte evidencia um processo de co-construção ocorrido entre os próprios estudantes, sem interferência da professora. Como nesse momento os alunos já haviam discutido e reformulado seus modelos, os argumentos foram mais subsidiados no conhecimento que havia ficado estabelecido como consenso. Isto parece ter contribuído para que os próprios argumentos fossem expressos com mais clareza.

Conclusões

A identificação de argumentos produzidos pelos estudantes, e do contexto no qual eles foram produzidos, mostra a importância do papel do professor na mediação do processo de aprendizagem. As questões direcionadas aos estudantes buscando justificativas para suas ideias são essenciais para a produção de argumentos.

Nos momentos em que ocorreu o processo de co-construção do conhecimento entre professor e estudante(s) também foram identificadas questões que visavam favorecer a expressão e discussão dos modelos elaborados pelos estudantes, o entendimento dos códigos de representação utilizados nos mesmos, a identificação de ideias prévias e o entendimento das evidências empíricas pelos estudantes. Todos esses tipos de questões do professor, essenciais para a ocorrência de diferentes etapas do processo de modelagem (JUSTI; COSTA; MOZZER, 2011), favoreceram a expressão de argumentos pelos estudantes.

Além disso, pode-se dizer que a co-construção envolvendo os próprios estudantes é importante na produção de argumentos, visto que eles visam justificar seus pontos de vista, tirar dúvidas no próprio grupo e convencer os colegas de que uma ideia é melhor do que outra.

Ambos os tipos de co-construção do conhecimento acontecem com frequência em atividades de ensino fundamentadas em modelagem. Porém, acreditamos que isso não se restringe a esse contexto, que os processos de co-construção podem acontecer em outros tipos de atividades investigativas e conduzidas na perspectiva sócio-interacionista.

Implicações

Considerando que a argumentação pode ser favorecida por questões diferenciadas do professor, é essencial que os professores e futuros professores entendam como se dá esse favorecimento, percebam a importância do mesmo para a aprendizagem dos alunos e propiciem condições para que momentos de co-construção aconteçam com frequência em suas salas de aula.

Considerando, também, que a co-construção do conhecimento e a elaboração de argumentos, teorias alternativas e contra-argumentos pode acontecer em momentos de discussão dos próprios estudantes, é essencial que os professores também favoreçam a ocorrência desses momentos.

Ambos os casos podem significar uma mudança de postura do professor que, acreditamos, deva ser buscada desde a formação inicial e através de atividades em que os próprios licenciandos se envolvam em processos de co-construção de conhecimentos que, quando devidamente analisados, podem evidenciar posturas a serem seguidas de modo a favorecer a aprendizagem dos alunos na perspectiva aqui discutida.

Referências Bibliográficas

- BILLIG, M. **Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- CLEMENT, J. Learning via model construction and criticism – protocol evidence on source of creativity in science in science. In: GLOVER, J. A.; RONNING, R. R.; REYNOLDS, C. R. (org). **Handbook of Creativity**. New York: Plenum, 1989, p. 341-381.
- CLEMENT, J. J. Model based learning and instruction in science. In: CLEMENT, J. J.; REARAMIREZ, M. A. (Org) **Model based learning and instructional in science**. Dordrecht: Springer, 2008, p. 1-22.
- EEMEREN, F. H. van; GROOTENDORST, R.; KRUIGER, T. **Handbook of argumentation theory: a critical survey of classical backgrounds and modern studies**. Dordrecht: Foris Publication, 1998.
- GILBERT, J.K. Models and modelling: routes to a more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, n.2, p.115-130, 2004.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Position models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (Org) **Developing models in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2000, p. 3-17.
- JUSTI, R. Enseñanza de ciencias baseada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.24, n.2, p.173-194, 2006.
- JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.(Org) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p. 209–230.
- JUSTI, R.; COSTA, P.P.; MOZZER, N. B. **Key teacher's roles in supporting the co-construction of student's knowledge in modeling-based teaching contexts**. In: Biannual Conference of the European Science Education Research Association, 2011, Lyon.
- JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modeling, implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v.24, n.4, p. 369-387, 2002.
- KUHN, D. **The skills of argument**. New York: Cambridge University, 1991.
- MENDONÇA, P. C. C. **Influência de atividades de modelagem da qualidade dos argumentos de estudantes de química no ensino médio**. 2011. 272f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. **Introdução ao termo dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentadas na modelagem**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis.
- NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.8, n.2, p.1-20, 2008.
- SIMON, S. Using Toulmin's argument pattern in the evaluation of argumentation in school science. **International Journal of Research & Method in Education**, v.31, n.3, p.277-289, 2008.
- TOULMIN, S. **The uses of argument**. New York: Cambridge University Press, 1958.
- VYGOTSKY, L. D. **Thought and language**. Cumberland: MIT Press, 1986.