

Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química

Using case studies to promote collaborative argumentation in undergraduate chemistry teaching

Nilcimar dos Santos Souza

Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo
nilcimars@iqsc.usp.br

Salete Linhares Queiroz

Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo
salete@iqsc.usp.br

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo apresentar e analisar uma atividade didática pautada em interações colaborativas entre alunos de graduação em química, geradas a partir da busca de soluções para um estudo de caso investigativo de caráter sociocientífico. As interações entre as cinco duplas de estudantes participantes ocorreram na ferramenta Fórum do ambiente virtual de ensino-aprendizagem denominado eduqui.info. A análise foi conduzida com o propósito de encontrarmos resposta ao seguinte questionamento: em que medida a atividade didática favoreceu a prática da argumentação e qual a qualidade dos argumentos produzidos? Para isso, classificamos as mensagens postadas no Fórum do eduqui.info segundo o Quadro Analítico *Rainbow*. As mensagens de conteúdo argumentativo foram analisadas quanto ao seu aprofundamento e extensão. Concluimos que a atividade favoreceu a prática da argumentação, sendo esta classificada em variados níveis de aprofundamento entre os grupos, porém com natureza diversificada.

Palavras chave: argumentação colaborativa, química, ensino superior, eduqui.info.

Abstract

This paper aims to present and analyze a didactic activity grounded in collaborative interactions between graduate students in chemistry, generated from the search for solutions to a social-scientific investigative case study. The interactions between five pairs of students occurred in the Forum tool of the virtual teaching-learning environment called eduqui.info. The analysis was conducted in order to find answer to the following question: to what extent teaching activity favored the practice of argumentation and what the quality of the produced arguments? For this, we classify the messages posted in the eduqui.info's Forum according to the Analytical Framework *Rainbow*. The argumentative messages were analyzed for deepening and extension. We conclude that the activity encouraged the practice of argumentation, rated as varying levels of depth between the groups, but with diverse nature.

Key words: collaborative argumentation, chemistry, higher education, eduqui.info.

Introdução

Ao longo das duas últimas décadas tem se acentuado o interesse pelo uso de aplicações baseadas na *web* para fins educacionais. Estas buscam facilitar a interação entre os estudantes através da utilização de sistemas de comunicação mediada por computador. Tais sistemas podem fornecer aos alunos as condições adequadas para a aquisição de habilidades argumentativas, uma vez que têm o tempo necessário para se envolver em processos dessa natureza (Marttunen, 1992).

Pesquisas recentes têm mostrado que os estudantes fazem mais progressos na construção do conhecimento quando argumentam em torno de um tema de forma colaborativa (Munneke et al., 2007). A argumentação colaborativa permite que os alunos discutam seus conhecimentos incompletos ou conflitantes e usem o outro como fonte de informação e avaliação.

Tendo isto em mente, e considerando que em salas de aula de química raramente os alunos são convidados a tomar posições e desenvolver argumentos para justificar suas posições em contextos de resolução de problemas autênticos, o presente trabalho tem com o objetivo avaliar discussões colaborativas mantidas no Fórum do ambiente virtual de ensino-aprendizagem eduqui.info¹, a partir da resolução de problemas autênticos, apresentados a alunos de graduação em química no formato de casos investigativos (Sá e Queiroz, 2009). Além da classificação das interações quanto à abordagem argumentativa, avaliamos também o aprofundamento e a extensão da argumentação. Para tanto, utilizamos o Quadro Analítico *Rainbow*, proposto por Baker et al. (2007), descrito na seção seguinte.

Referencial Teórico

No sentido de investigar debates/discussões argumentativas mediadas por computador, Baker et al. (2007) desenvolveram o Quadro Analítico *Rainbow* como ferramenta para análise de tais debates. O referido quadro analítico abarca 7 categorias principais, definidas e exemplificadas na Tabela 1. Elas dizem respeito a ações que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor (1) e as que se relacionam, de algum modo, com ela (2-7). No que concerne às categorias 2-4, a 2 abarca aspectos sociais da interação e a 3 envolve o gerenciamento e organização das interações. Ambas representam mensagens não focadas na atividade proposta. A categoria 4 compreende aspectos da organização da tarefa. Por último, as categorias 5-7 incluem atividades argumentativas. A categoria 5 concerne a expressão de opiniões relacionadas ao tema em debate, a 6 expressa argumentos e contra-argumentos diretamente relacionados com a opinião ou solução defendida, e a 7 explora e aprofunda as conexões entre vários argumentos e contra-argumentos.

A ocorrência de um maior número de mensagens classificadas nas categorias 5, 6 e 7 indica que a discussão se pautou majoritariamente sobre um debate argumentativo centrado no tema do estudo de caso, o que possibilita maior aprofundamento do debate. Por outro lado, a recorrência de mensagens nas categorias 1-4, especialmente na categoria 1, indica ausência de conteúdo argumentativo e dedicação à organização da tarefa e em tergiversar sobre o tema.

¹ Acessível em www.eduqui.info

Categoria	Definição	Exemplo
1	Interações que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor	“Como foi a festa ontem?”
2	Comentários que se relacionam a aspectos sociais	“Você esta tendo um ótimo desempenho na atividade”
3	Comentários e interações que se relacionam à comunicação, como confirmação de presença, ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual	“Olá!! Você está aí?”
4	Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa	“Agora é sua vez de escrever”
5	Afirmações relacionadas à opinião dos alunos	“Sou a favor do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGM)”
6	Todos os argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação	“(…) porque com os OGM se faz possível implementar culturas agrícolas onde antes, devido a condições ambientais adversas, era impossível fazê-lo”
7	Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos	“A fome nos países subdesenvolvidos se deve não à falta de alimentos, mas à sua divisão não igualitária”

Tabela 1: Categorias de análise do Quadro Analítico *Rainbow*.

De acordo com Amelvoort et al., quando os estudantes se aprofundam em um tópico eles não apenas dizem se algo é indicado ou não, mas fornecem exemplos, respaldam, contra-argumentam e refutam. Desta forma, para uma investigação mais apurada das interações colaborativas dos estudantes é necessário avançar à uma análise do aprofundamento e da extensão das mensagens que expressam interações argumentativas (5-7) (Amelvoort *op cit*). Para a análise do aprofundamento da argumentação os autores consideram um sistema de pontuação de 4 níveis, em ordem crescente de aprofundamento. No nível 1, a mensagem argumentativa inicia um argumento; no 2, fornece exemplo ou explicação de um argumento; no 3, inicia um respaldo ou refutação; no 4, explicita relações entre diferentes argumentos. Para a análise da extensão é considerada a natureza dos argumentos (econômico, científico, ambiental etc.).

Metodologia

A presente pesquisa foi desenvolvida em disciplina de Comunicação Científica oferecida no segundo semestre de duas turmas de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública brasileira. A disciplina visa o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita dos estudantes. Nesta disciplina, uma das turmas, constituída de 23 alunos, foi dividida em 3 grupos: um de 10 componentes, outro com 7 e o último com 6. Cada grupo foi convidado a solucionar um dos seguintes casos investigativos de caráter sociocientífico disponibilizados no eduqui.info: *Dê a Cipreste algo que preste; Arquivo X; O silêncio das abelhas*. O primeiro deles é abordado neste trabalho.

Inicialmente, os 10 alunos leram o referido caso, uma narrativa a respeito de um casal de

noivos, Savanna Cipreste e Raphael Pinheiro, que se conheceram enquanto cursavam faculdade de Ecologia. Após se formarem, começaram a se preparar para o casamento e estavam construindo a casa. Durante a construção do telhado eles foram a uma madeireira comprar os materiais necessários. Lá, o proprietário lhes ofereceu diversas madeiras como garapeira, maçaranduba e angelim. Após a imediata recusa dos noivos, por saberem se tratar de madeira de árvores nativas, o proprietário sugeriu madeira de reflorestamento, como pinus e eucalipto tratada com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA). Novamente a oferta foi prontamente descartada pelo casal, pois alegaram ser o arsênio tóxico não só aos insetos, como aos moradores da casa. Diante do problema, os alunos, colocados no papel de funcionários de uma empresa de consultoria, deveriam propor a melhor solução para o caso e argumentar a seu favor. A resposta deveria ser elaborada textualmente em uma ferramenta específica do eduqui.info (etapa 1).

De posse da produção textual individual dos 10 alunos na etapa 1, o professor montou 5 duplas, de maneira que os membros apresentassem visões opostas acerca da melhor solução para o caso. As duplas trabalharam no fórum do eduqui.info e cada aluno teve de fornecer argumentos favoráveis à sua solução e contra-argumentar à do parceiro até que alcançassem colaborativamente um consenso (etapa 2). Durante a colaboração os estudantes podiam acessar a solução de seu parceiro. Na última etapa, outra vez de forma individual, cada aluno produziu nova solução textual no eduqui.info (etapa 3). As 3 etapas foram percorridas ao longo de 6 semanas, com duas horas semanais. As atividades online se constituíram como extensão das interações presenciais, em sala.

As mensagens produzidas no fórum foram classificadas de acordo com as categorias do Quadro Analítico *Rainbow* e, em seguida, aquelas compreendidas entre as categorias 5 e 7 foram avaliadas quanto ao seu aprofundamento e extensão.

Resultados

As abordagens individuais dos alunos giraram em torno de três soluções para o caso: utilizar madeira de reflorestamento mantendo o CCA como preservante contra insetos xilógrafos (4 alunos); utilizar madeira de reflorestamento substituindo o CCA por Borato de Cobre Cromatado (CCB) como preservante (4 alunos); e utilizar na estrutura do telhado polietileno de alta densidade, comercialmente denominado madeira plástica (2 alunos). As cinco duplas produziram 67 mensagens, média de 13,4. A Tabela 2 apresenta para cada dupla o número de mensagens produzidas e as abordagens iniciais de seus integrantes.

Dupla	Abordagem do aluno 1	Abordagem do aluno 2	Número de mensagens
D1	CCA	CCB	10
D2	CCA	CCB	14
D3	CCA	CCB	15
D4	CCA	Madeira plástica	13
D5	CCB	Madeira plástica	15

Tabela 2: Visão inicial de cada membro das duplas e total de mensagens produzidas.

Durante as discussões os integrantes das duplas 1, 2 e 3 debateram em torno dos pontos de vistas: manter o CCA ou substituí-lo pelo CCB? A dupla 1 finalizou a discussão considerando

ser mais viável manter o CCA, pois além de possuir favorável relação custo-benefício comparado ao CCB, também possui alguma toxicidade e o arsênio do CCA não está disponível em concentrações nocivas ao homem. As duplas 2 e 3, por outro lado, consideraram a melhor alternativa empregar o CCB. Apesar de considerarem que tanto o CCA quanto o CCB podem apresentar riscos de contaminação, julgaram que uma redução da concentração de CCA na madeira poderia torná-lo ineficaz e que o CCB possui a desvantagem de ser mais disponível, por exemplo, para lixiviação, porém não seria um problema já que a madeira não estaria exposta a chuva e ao solo. Além disso, sua menor toxicidade em relação ao CCA é considerada determinante. As duplas 4 e 5 continham um aluno que defendia o uso da madeira plástica, solução que prevaleceu em ambas as duplas após a discussão. Ambas as duplas consideraram que os blocos poliméricos equivalentes à madeira não possuíam qualquer toxicidade, possuíam propriedades físicas similares à madeira convencional, o que permite ser trabalhada pelos mesmos carpinteiros acostumados a ela, e ainda possibilitam, em sua produção, a reciclagem de sacolas e embalagens plásticas. Este conjunto de argumentos direcionou estas duplas a indicar como solução o emprego desta madeira na casa do casal. O gráfico da Figura 1 apresenta o percentual de mensagens dos estudantes classificadas de acordo com o Quadro Analítico *Rainbow*.

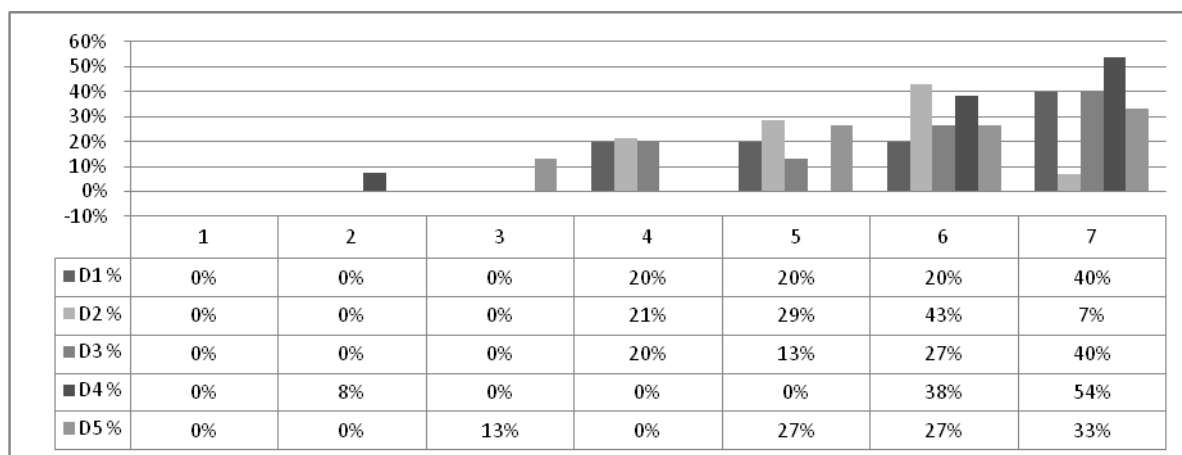


Figura 1: Percentual de mensagens classificadas quanto ao Quadro Analítico Rainbow (categorias 1-7).

A interpretação inicial das informações apresentadas na Figura 1 indica semelhanças entre algumas duplas que podem estar relacionadas aos temas de debates das duplas. As duplas 1, 2 e 3, que mantiveram o debate CCA versus CCB, apresentaram cerca de 80% de mensagens nas categorias 5 a 7, que expressam conteúdo argumentativo, e cerca de 20% na categoria 4, de organização da tarefa. As duplas 4 e 5, que tinham como uma das opções na discussão o uso de madeira plástica, não apresentaram nenhuma mensagens na categoria 4, porém apresentaram 8% e 13%, respectivamente, de mensagens em categorias não focadas na atividade (2 e 3), ao passo que os 92% e 87% restantes estiveram exclusivamente ligados às categorias com abordagem argumentativa. Desta forma, as duplas 4 e 5 foram as que demonstraram o maior percentual de mensagens de cunho argumentativo.

Existem, portanto, dois perfis de distribuição das mensagens, que coincide com os tópicos discutidos pelas duplas. Porém, para avançarmos no entendimento dessas informações é necessário proceder às análise de extensão e aprofundamento do debate.

Conforme mencionado anteriormente, no que diz respeito às mensagens argumentativas (5-7), cada uma foi classificada quanto ao aprofundamento da argumentação nelas envolvida (níveis 1-4) e quanto à sua extensão (natureza). A título de exemplo de como a análise foi realizada, o Quadro 1 apresenta uma das mensagens da aluna que defendia o CCA em vez da madeira plástica na dupla D4; e as classificações recebidas quanto à extensão e aprofundamento.

Considerando a possibilidade de sugerir que a Madeireira passasse a vender a madeira plástica, temos que pensar na relação custo-benefício.	→ Inicia um argumento (aprofundamento 1) de natureza Econômica (relação custo-benefício).
Pois apesar de ao se reciclar o plástico se economizar energia e matéria-prima proveniente do petróleo, que é uma fonte não renovável, a coleta seletiva requer investimento. O custo médio dessa coleta representa aproximadamente dez vezes o preço da coleta convencional.	→ Fornece explicações para um argumento (aprofundamento 2) com três novos argumentos. Dois de natureza Ambiental (Reciclagem e Coleta seletiva) e um de natureza Econômica (viabilidade econômica).
Um dos motivos para isso acontecer é porque o caminhão seletivo não pode compactar o lixo da mesma forma, pois tem que ter compartimentos separados para cada tipo de material, portanto cabe menos lixo.	→ Inicia respaldo de argumento (aprofundamento 3).
O preço da madeira plástica no mercado devido a tais condições acaba sendo mais elevado e equivale ao da madeira nobre.	→ Explicita relação entre diferentes argumentos (aprofundamento 4).

Quadro 1: Exemplo de classificação de mensagem quanto ao aprofundamento e extensão.

A mensagem do Quadro 1, classificada no Quadro Analítico *Rainbow* como 7, foi dividida em quatro parágrafos para melhor demonstrar como a aluna fez o aprofundamento dos seus argumentos ao longo da mensagem, atingindo os quatro níveis possíveis. Assim como o aprofundamento, a extensão pode ter mais de uma ocorrência na mesma mensagem. No exemplo do Quadro 1 são utilizados quatro argumentos, dois de natureza ambiental e dois de natureza econômica. A Figura 2 apresenta os percentuais de ocorrências de classificações quanto ao aprofundamento da discussão, observada nas mensagens de cada um dos grupos.

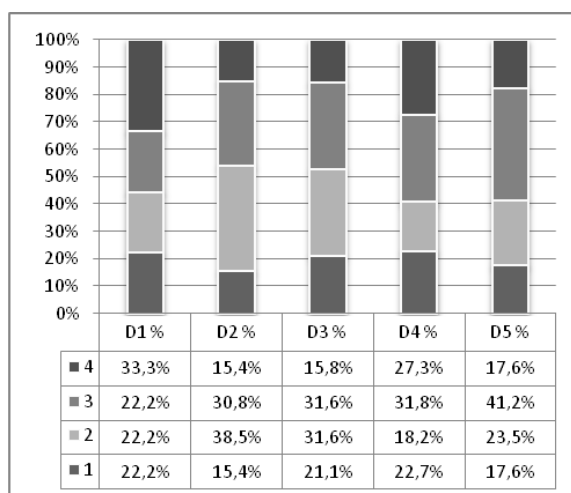


Figura 2: Percentual de mensagens classificadas quanto ao aprofundamento da argumentação.

Na Figura 2 observamos pouca distorção da distribuição percentual dos níveis entre as duplas. As duplas D2, D3 e D5 apresentam percentuais semelhantes. O mesmo ocorre entre os gráficos de D1 e D4. No entanto, considerando que na avaliação do aprofundamento da argumentação são considerados níveis, conforme a abordagem dada pelo aluno, algumas observações podem ser realizadas. Quase 60% dos argumentos de D4 e D5 estiveram nos níveis 3 e 4, de maior aprofundamento. Em oposição, apenas cerca de 47% dos argumentos de D2 e D3 estiveram nestas categorias, menor percentual entre as duplas. Isto sugere que as discussões das duplas que abordaram o tema madeira plástica, juntamente com a dupla D1, alcançaram maior profundidade que as discussões das duplas D2 e D3, respaldado também no fato destas duas duplas apresentarem apenas pouco mais de 15% dos argumentos no nível 4.

A Figura 3 apresenta o percentual de mensagens classificadas quanto à extensão da discussão

(natureza dos argumentos) observada em cada um dos grupos (Amelvoort *et al.*, 2007). As mensagens foram classificadas em 7 extensões (Sá e Queiroz, 2009): Científica, Econômica, Tecnológica, Ambiental, Social, Saúde e Política. Nenhum grupo abordou todas elas.

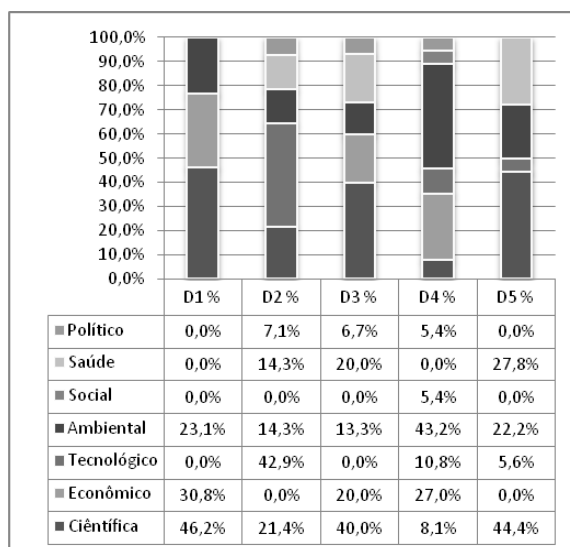


Figura 3: Percentual de mensagens classificadas quanto à extensão da argumentação.

Percebemos que, com exceção da dupla D4, todas as demais duplas tiveram entre 60 e 77% de argumentos com abordagem científica, econômica ou tecnológica, sendo que D2 e D5 não tiveram qualquer argumento de natureza econômica e D1 e D3 de natureza tecnológica. Porém, todos apresentaram argumentos de natureza científica, com valores que variaram entre 21 e 46%. Argumentos de natureza ambiental também apareceram na discussão de todos os grupos. A dupla D1 apresentou a menor variedade de argumento, apenas argumentos ambientais, econômicos e científicos. Em oposição, de todos os tipos de argumentos identificados, a dupla D4 não abordou somente aquele pertinente à tópicos de saúde.

A distribuição dos percentuais da natureza do argumento ilustra os direcionamentos dados pelos alunos em cada discussão. A dupla D1 manteve apenas uma curta discussão em torno das propriedades químicas e físicas do CCA e do CCB e das implicações econômicas e ambientais do emprego de cada um dos preservantes. Discussão similar aconteceu com o D3, porém avançaram sobre as implicações para a saúde de tais compostos e sobre a necessidade de legislação específica sobre o tema. A dupla D5 tratou em quase 95% de seus argumentos sobre os aspectos científicos, ambientais e de saúde envolvidos na escolha entre a madeira plástica e a madeira tratada com CCB. A mesma natureza de argumentos tratados por essa dupla também foram tratados pela dupla D2, que ainda acrescentou a discussão política. Destaca-se ainda na dupla D2 os quase 43% de discussão em torno de aspectos tecnológicos, como os processos de produção para o tratamento da madeira com ambos os preservantes discutidos. Por fim, a dupla D4 não abordou apenas aspectos ligados à saúde, mas percorreu ao longo da discussão por seis diferentes tipos de argumentos, inclusive o social, ao tratar da capacitação profissional de coletores de lixo comum para trabalharem com coleta seletiva. É relevante ainda mencionar que a dupla D4 utilizou mais de 43% dos argumentos como de natureza ambiental, abordando tópicos como coleta seletiva, reciclagem e desmatamento.

Apesar de a classificação de acordo com o quadro analítico *Rainbow* (Figura 1) indicar que as duplas que tinham como uma das soluções o uso da madeira plástica terem apresentado um percentual maior de mensagens nas categorias que denotam emprego da argumentação (5-7), vemos que a propensão a considerar que tais discussões foram melhores não se sustentou após a análise do aprofundamento e da extensão das mesmas, pois como apresentado, a discussão

da dupla D1 foi a pior, uma vez que além de apresentar o menor número de mensagens (Tabela 2) ao longo da discussão, apresentou a menor extensão na discussão. A melhor discussão foi a da dupla D4, pois utilizou argumentos de variadas naturezas, alcançando grande extensão da discussão, além disso, no que tange ao aprofundamento da discussão desta dupla, apresentou o maior percentual de argumentos classificados como 3 ou 4 (Figura 2). As duplas D2, D3 e D5, por sua vez, produziram discussões com níveis de aprofundamento e extensão intermediários entre a dupla D1 e a D4.

Considerações finais

A análise da atividade indica a sua grande potencialidade na promoção da argumentação colaborativa uma vez que predominaram as mensagens de cunho argumentativo em todos os grupos, sem que se verificasse a existência de mensagens relacionadas a ações totalmente desvinculadas da tarefa prescrita pelo professor em nenhum deles.

Os diferentes níveis de aprofundamento e extensão acerca do mesmo tema, como observado durante a análise, podem ser atribuídos, provavelmente, às diferenças próprias dos perfis dos estudantes e não às abordagens iniciais individuais deles, pois, por exemplo, a dupla D5 apresentou níveis de abordagem mais compatíveis com duas das duplas que discutiram entre CCA e CCB, que com a dupla D4 que também tinha como uma das opções a madeira plástica.

Com relação ao aprofundamento e extensão dos argumentos, de maneira geral, foram considerados satisfatórios, embora para que se apresentem de forma mais efetiva em todos os grupos, sejam necessárias medidas no sentido de tornar a argumentação mais condizente com essa perspectiva. O que implicaria na elaboração por parte dos alunos de mensagens que abarcassem respaldo ou refutação a argumentos elaborados pelos pares ou a explicação de relações entre diversos argumentos apresentados no contexto da atividade, no que tange ao aprofundamento; e de mensagens que incorporassem argumentos de várias naturezas na construção das soluções do caso, no que concerne à extensão.

Referências

- Amelsoort, M. van; Andriessen, J. e Kanselaar, G. (2007). Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams. *The Journal of the Learning Science*, 16(4), pp. 485-521.
- Baker, M.; Andriessen, J.; Lund, K; Amelsoort, M. e Quignard, M. (2007). Rainbow: a framework for analyzing computer-mediated pedagogical debates. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2), pp. 315-357.
- Marttunen, M. (1992). Commenting on written arguments as a part of argumentation skills: Comparison between students engaged in traditional vs on-line study. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 36(4), pp. 289–302.
- Munneke, L.; Andriessen, J.; Kanselaar, G. e Kirsner, P. (2007). Supporting interactive argumentation: influence of representational tools on discussing a wicked problem. *Computers in Human Behavior*, 23(3), pp. 1072-1088.
- Sá, L.P.; Queiroz, S.L. (2009). *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Átomo.