

CASOS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DO TÓPICO ‘CORROSÃO’

TEACHING CORROSION USING CASE STUDIES

Ana Maria de Souza Velloso¹

Luciana Passos Sá²

Saete Linhares Queiroz³

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Química de São Carlos, ana_veloso@iqsc.usp.br

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Química, lucianapsa@gmail.com

³Universidade de São Paulo/Instituto de Química de São Carlos, saete@iqsc.usp.br

Resumo

Estudos têm demonstrado a importância da argumentação na educação em ciências. No entanto, evidências indicam que a argumentação somente ocorre em situações nas quais as interações aluno-aluno são encorajadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do método Estudo de Caso para promover a argumentação em salas de aulas de química. Após receberem os casos, estudantes de graduação em química solucionaram, em grupo, uma série de questões elaboradas com o intuito de guiá-los sobre aspectos relevantes relacionados a questões ambientais, econômicas e da área de química (tópico ‘corrosão’). O processo culminou nas apresentações orais dos grupos sobre possíveis soluções para os casos. A qualidade dos argumentos por eles produzidos foi avaliada com base no Padrão de Argumento de Toulmin. As conclusões deste trabalho indicam a utilização de casos investigativos como uma estratégia eficiente para promover e aperfeiçoar a habilidade de argumentação dos alunos.

Palavras-chave: argumentação, estudo de caso, química.

Abstract

Studies have demonstrated the importance of argumentation in science education. However, the evidence that exists suggests that argumentation is fostered by a context in which student-student interaction is encouraged. The purpose of this research was to evaluate the potential of the case study method to promote argumentation. After receiving each case, undergraduate chemistry students worked in group on a set of questions designed to guide them through key chemical (corrosion curriculum unit), environmental and economic aspects of the case study. The process culminated with class presentations by student groups about possible solutions to the cases. To assess the quality of students' argumentation, videotapes of group presentations were collected and analyzed using Toulmin's Argument Pattern. The findings of this work support the idea that the case study approach is an effective strategy for enhancing students' ability to argument.

Keywords: argumentation, case study, chemistry.

INTRODUÇÃO

O discurso em sala de aula tem sido alvo de inúmeros estudos desenvolvidos nos campos da sociolinguística, antropologia, psicologia e educação. Alguns destes estudos sugerem que para aprender ciência é necessário aprender a falar, escrever e ler ciência de maneira significativa (Jorge e Puig, 2000; Lemke, 1990). Isto implica também em compreender as diferenças entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica e as principais características de cada tipo de discurso. Sendo a argumentação uma característica marcante do discurso científico, pesquisadores da área de educação em ciências apontam para a necessidade da organização de aulas em que os estudantes tenham a oportunidade de praticá-la (Villani e Nascimento, 2003; Queiroz e Sá, 2005; Sá e Queiroz, 2007). Nesta perspectiva, descrevemos neste trabalho uma proposta de ensino, baseada no método de Estudo de Caso (Herreid, 1994), e avaliamos o seu potencial para promover a argumentação no ensino superior de química. Durante a aplicação da proposta, alunos de graduação em química receberam casos investigativos, relacionados ao tópico ‘Corrosão’, e trabalharam em grupo na busca pelas resoluções mais apropriadas para os casos. O processo culminou nas apresentações orais dos grupos sobre possíveis soluções para os casos, que foram pautadas na apresentação de argumentos favoráveis a tais soluções.

Os argumentos produzidos pelos grupos foram analisados com base no Padrão de Argumento de Toulmin (1958) e na Metodologia de Análise da Qualidade dos Argumentos proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004). Cabe ainda destacar que, assim como Chiaro e Leitão (2005), entendemos a argumentação como uma atividade social e discursiva que se realiza pela justificação de pontos de vista e considerações de perspectivas contrárias com o objetivo último de promover mudanças nas representações dos participantes sobre o tema discutido.

Apresentamos a seguir algumas características do método de Estudo de Caso, a metodologia empregada na coleta e análise dos dados, bem como os referenciais teóricos adotados na pesquisa e os resultados dela provenientes.

MÉTODO DE ESTUDO DE CASO

O método de Estudo de Caso é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning (PBL)*. A ABP teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente trinta anos (Herreid, 2003), e por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área médica. Trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais, antes de alcançarem os semestres finais do curso. O método logo se difundiu pelas faculdades de medicina de diversos países e depois por outros cursos de graduação e pós-graduação (Andrade e Campos, 2005). Como muitas variantes da ABP, o Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas. Enquanto o objetivo do modelo original da ABP é, principalmente, a aprendizagem do assunto científico, os casos são mais comumente usados para ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais.

Tão antigo quanto contar histórias, o uso de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Na aplicação deste método os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias mencionados em um caso de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Cursos tais como medicina, direito, psicologia e administração têm utilizado o método com o objetivo de despertar a atenção dos estudantes e aproximá-los da realidade prática de suas áreas.

Neste contexto, o papel principal do professor consiste em ajudar os estudantes a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e conseqüências de suas ações (Waterman, 1998).

Embora não tão utilizados em cursos de ciências no ensino superior, principalmente se comparado aos cursos anteriormente mencionados, os casos têm se tornado freqüentes também nessa área (Herreid, 1997; Cornely, 1999; Sá, Francisco e Queiroz, 2007). Segundo relatos presentes na literatura (Herreid, 1994), James B. Conant, docente do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade de Harvard, foi o primeiro educador em ciências a organizar uma disciplina baseada em Estudos de Casos (Conant, 1949). Desde então professores de química (Bretz e Meinwald, 2002), física (Peaslee, Lantz e Walczak, 1998) e biologia (Waterman, 1998) têm adotado o método em suas disciplinas com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos a respeito de conteúdos científicos e desenvolver habilidades de caráter formativo.

APLICAÇÃO DA PROPOSTA E COLETA DE DADOS

A proposta de ensino em questão foi aplicada na disciplina SQF0338 – Corrosão e Eletrodeposição, disciplina teórica, quatro créditos, oferecida para alunos matriculados no sétimo semestre do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Paulo – Universidade de São Paulo.

Para que a proposta fosse colocada em funcionamento, fez-se necessária a produção de três casos que foram solucionados pelos alunos. Os casos foram elaborados de modo que, na medida do possível, seguissem as recomendações de Herreid (1998), presentes no artigo intitulado “*What makes a good case?*”. Para o autor um “bom caso” precisa apresentar as seguintes características: ***um bom caso narra uma história:*** o fim não deve existir ainda; • ***um bom caso desperta o interesse pela questão:*** para que um caso pareça real, deve haver um drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida; • ***um bom caso deve ser atual:*** deve tratar de questões atuais, onde o estudante perceba que o problema é importante; • ***um bom caso produz empatia com os personagens centrais:*** os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões forem tomadas; • ***um bom caso inclui citações:*** é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações; • ***um bom caso é relevante ao leitor:*** os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar; • ***um bom caso deve ter utilidade pedagógica:*** deve ser útil para o curso e para o estudante; • ***um bom caso provoca um conflito:*** a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; • ***um bom caso força uma decisão:*** deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos; • ***um bom caso tem generalizações:*** deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade; • ***um bom caso é curto:*** os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos, que provoque uma análise tediosa.

Os casos foram elaborados tomando por base pesquisas reportadas em artigos publicados em revistas científicas da área de química que apresentavam conteúdos que guardassem relações com a ementa da disciplina em foco, composta pelos seguintes tópicos: Revisão de conceitos termodinâmicos; Processos de oxi-redução; Potencial de eletrodo e pilhas eletroquímicas; Formas e mecanismos básicos de corrosão, meios corrosivos; corrosão galvânica, eletrolítica, seletiva e microbiológica; Velocidade de corrosão; Efeito da temperatura; Métodos de combate à corrosão: inibidores, revestimentos, proteção catódica e proteção anódica.

Os argumentos apresentados pelos estudantes para subsidiar a resolução de um dos casos, intitulado *Corrosão em Pontes*, foram analisados e encontram-se ilustrados no tópico

Resultados e Discussão deste trabalho. O caso trata de problemas relacionados aos efeitos da corrosão em grandes estruturas como a da Ponte *Golden Gate*, localizada no estado da Califórnia, nos Estados Unidos. Cabia aos grupos responsáveis pela resolução do caso elaborar um projeto que respondesse a um desafio proposto pela *Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District*. Nesse projeto eles tinham que indicar duas proteções contra corrosão de pelo menos três tipos de ligas de aço diferentes e argumentar a favor da utilização de uma delas. O caso na íntegra encontra-se ilustrado no Quadro 1.

Corrosão em Pontes

Em artigo publicado no periódico *Arquitextos*, o engenheiro Ricardo Henrique Dias, docente da PUC-Paraná, nos lembra que, dentre os desafios que a engenharia de estruturas enfrenta, um dos maiores relaciona-se à concepção de sistemas seguros e economicamente viáveis para estabilizar grandes vãos projetados pela arquitetura. Segundo ele, a maior aplicação dos grandes vãos acontece nas estruturas de pontes ou "obras-de-arte". Embora existam exemplos de construções dessa natureza espalhadas pelo mundo inteiro, a Ponte *Golden Gate*, localizada no Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, que liga a cidade de São Francisco a Sausalito, na região metropolitana de São Francisco, é uma das mais famosas.

Com 1280 metros de comprimento, a *Golden Gate* levou quatro anos para ser construída. Era a maior ponte suspensa do mundo quando foi inaugurada, em maio de 1937 (hoje, esta posição é ocupada pela japonesa Akashi-Kaikyo, de 1991 metros). Sua estrutura metálica integra a beleza natural à beleza feita pelo homem e tem superado desafios como ventos, neblina, fúria do mar e terremotos (incluindo o devastador terremoto de 7.1 na escala Richter, em 1989). No entanto, muitos admiradores da obra não imaginam a dimensão de um outro tipo de desafio, que precisa ser superado diariamente pela equipe responsável pela contenção da degradação que ocorre em sua estrutura metálica: o aço, nela utilizado, produzido pela *Bethlehem Steel Company*, precisa ser constantemente pintado visando a minimização dos efeitos da corrosão, uma vez que as condições climáticas que a circundam são extremamente favoráveis ao desencadeamento deste processo.

No corrente ano a *Golden Gate* completa seu septuagésimo aniversário. Dentre as atividades que serão realizadas para comemorar a data destaca-se um desafio, que foi colocado na página da Internet da *Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District*, companhia responsável pela administração da ponte, para todos os estudantes de Química interessados em investigações a respeito de corrosão em pontes metálicas. Vencerão o desafio os estudantes que apresentarem os melhores projetos indicando proteções de corrosão para ligas de aço e que argumentarem adequadamente a favor da utilização das mesmas na estrutura da *Golden Gate*. Kevin Dellarocca e Barbara Stampfli, funcionários da companhia, divulgarão, no início do mês de julho, o nome dos vencedores.

Você e seu grupo deverão enviar um projeto que responda ao desafio proposto pela Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District e indicarão duas proteções contra corrosão de pelo menos três tipos de ligas de aço diferentes e argumentarão a favor da utilização de uma delas.

Quadro 1 – Caso Corrosão em Pontes.

A primeira etapa da proposta foi cumprida no segundo bimestre letivo, quando os alunos foram informados de que as atividades do período envolveriam o trabalho com casos investigativos e uma posterior preparação de uma apresentação oral sobre a resolução do caso. Nesta ocasião, grupos de quatro alunos foram formados e cada grupo recebeu o caso com o qual iria trabalhar. Foi também ministrada uma aula expositiva com o intuito de orientar os alunos

sobre possíveis maneiras de proceder para a resolução dos casos e exibido um vídeo, sobre os temas abordados em cada um dos casos. Assim como Ferrés (1996), acreditamos que o vídeo pode ser útil para introduzir um novo assunto e para despertar o interesse e a curiosidade dos alunos sobre temas de pesquisas que serão desenvolvidos no decorrer das aulas.

No decorrer do bimestre os alunos solucionaram questões relacionadas ao caso, elaboradas de forma a alimentar um processo que implicasse em tomada de decisão. Estas questões foram elaboradas com base no modelo normativo do processo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996) e respondidas na forma escrita, visando preparar os alunos a buscarem coletivamente possíveis alternativas de solução para o caso, e por meio da discussão de seus diferentes pontos de vista, aprimorarem as suas habilidades de argumentação.

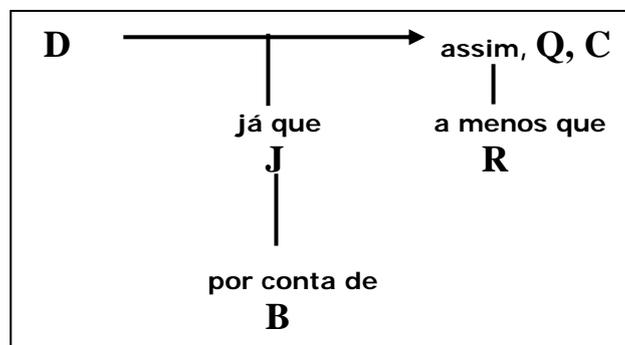
Na última semana do bimestre os grupos fizeram as apresentações orais revelando a resolução do caso, em um intervalo de 15 a 20 minutos. Após a apresentação da resolução do caso o professor solicitou aos demais grupos que procurassem sanar as suas possíveis dúvidas e que fizessem questionamentos com relação à pertinência da alternativa encontrada. Os argumentos apresentados pelos alunos durante a apresentação e durante a discussão que sucederam a fala do professor foram analisados. Esta discussão foi filmada em vídeo e as falas dos alunos foram transcritas de modo a preservar ao máximo as suas características originais.

REFERENCIAL TEÓRICO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS ARGUMENTOS E METODOLOGIA DE ANÁLISE PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DOS ARGUMENTOS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS

Para que pudessemos reconhecer os argumentos apresentados pelos estudantes e os seus respectivos componentes, adotamos como referencial teórico o modelo de argumento proposto por Toulmin (1958). Ainda lançamos mão de uma metodologia que nos permitiu qualificar os argumentos identificados, a metodologia de análise dos argumentos proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004). Tanto o referencial teórico quanto a metodologia de análise encontram-se descritos sucintamente a seguir.

O MODELO DE TOULMIN (1958)

Um instrumento de análise muito utilizado para investigar a argumentação científica produzida por alunos no ensino de ciências é o modelo de Toulmin (1958). Este modelo, ilustrado no Quadro 2, identifica os elementos fundamentais de um argumento, assim como as relações existentes entre eles.



Quadro 2 – Modelo de argumento de Toulmin (1958), onde: D = Dado; J = Justificativa; B = Conhecimento básico (backing); Q = Qualificador modal; R = Refutação; C = Conclusão.

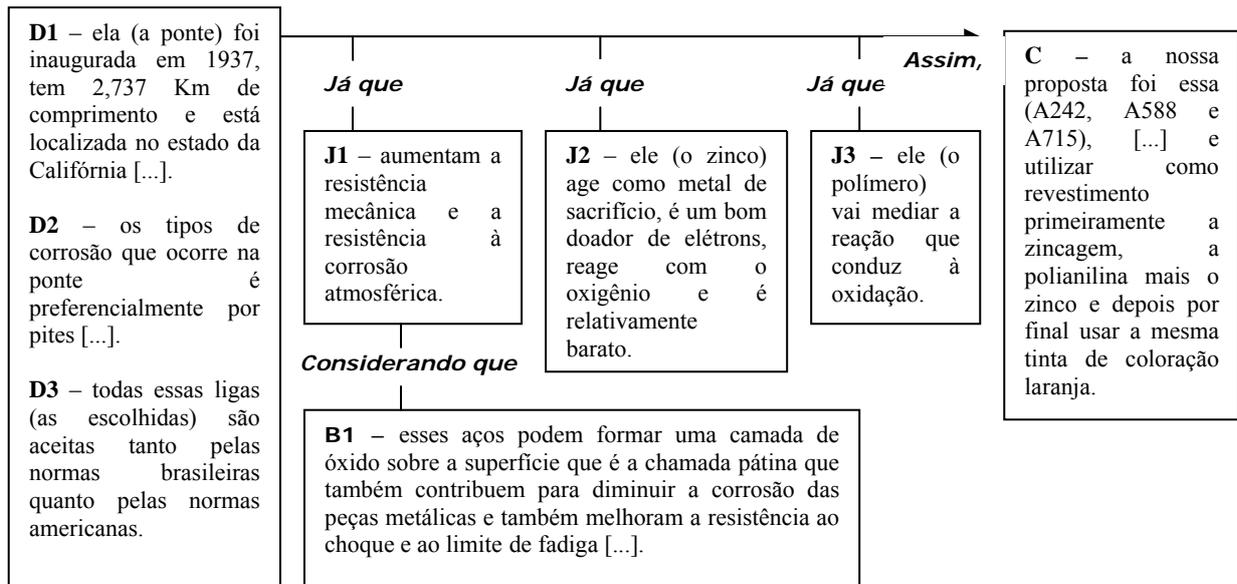
De acordo com o modelo, os elementos fundamentais que compõem um argumento são o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (J). É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que J, então C”. Porém, para que um argumento seja completo pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um peso para tal justificativa. Desta forma, podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Da mesma forma, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Neste caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Além dos elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada backing (B) ou conhecimento básico. O backing é uma garantia baseada em alguma autoridade, um lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ARGUMENTOS PROPOSTA POR ERDURAN, SIMON E OSBORNE (2004)

Alguns estudos reportados na literatura buscam mecanismos capazes de fornecer indícios quanto à qualidade dos argumentos produzidos pelos alunos em cursos de ciências (Driver, Newton e Osborne, 2000; Capecchi e Carvalho, 2000). Na metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento, segundo Toulmin (1958), nas falas/textos escritos produzidos pelos alunos. Ou seja, as combinações que possuem um maior número de componentes, são típicas de um argumento mais bem elaborado. Assim, um argumento que apresenta “conclusão-dado-justificativa” é menos sofisticado do que outro que tem apenas “conclusão-dado-justificativa-refutação”. Desta maneira, sugerem combinações dupla, tripla, quádrupla ou quádrupla de componentes, como indicativas de ordem crescente de complexidade do argumento: CD (conclusão-dado); CJ (conclusão-justificativa); CDJ (conclusão-dado-justificativa); CDB (conclusão-dado-backing); CDR (conclusão-dado-refutação); CDJB (conclusão-dado-justificativa-backing); CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação); CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador); CDJBQ (conclusão-dado-justificativa-backing-qualificador). As combinações do Toulmin’s Argument Pattern (TAP) servem, portanto, para indicar a qualidade da argumentação dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mencionamos anteriormente, discutiremos neste trabalho os argumentos apresentados nas apresentações orais dos dois grupos responsáveis pela resolução do caso “Corrosão em Pontes”. A análise será realizada seguindo o modelo de argumentação proposto por Toulmin (1958). O Esquema 1 a seguir, ilustra os componentes do argumento extraídos da apresentação oral do aluno representante de um dos grupos, denominado de grupo 1.

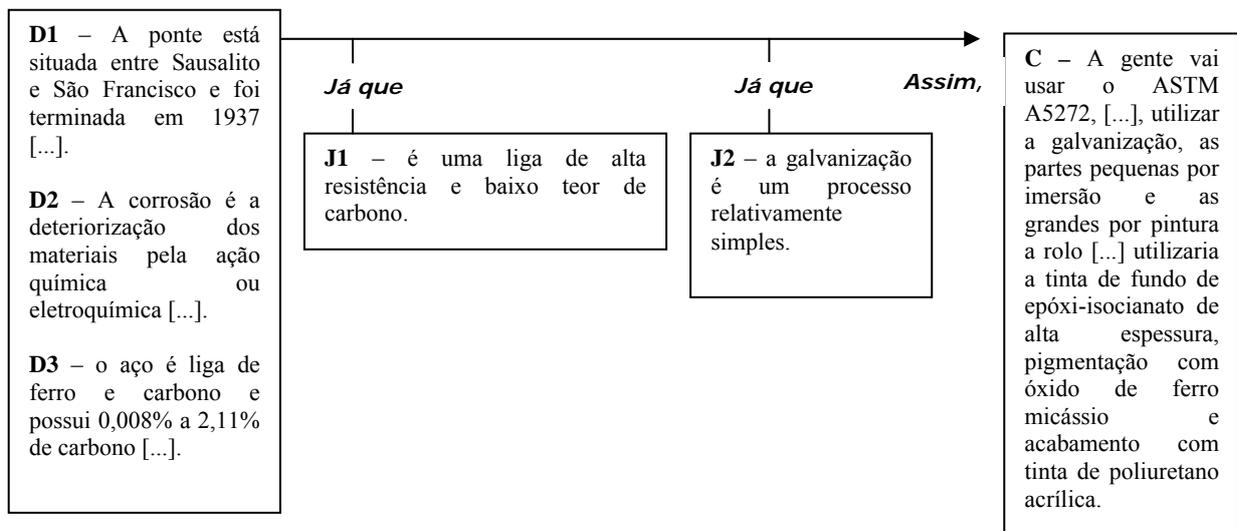


Esquema 1 - Argumentos apresentados pelo grupo 1 para a resolução do Caso Corrosão em Pontes.

A partir da análise estrutural dos argumentos produzidos pelo grupo 1 verificamos que o mesmo fez um amplo uso de dados, alguns deles ilustrados no esquema 1. Além disso, o grupo apresentou três justificativas para a sua conclusão, uma delas fundamentada por conhecimentos básicos, de caráter teórico, que serviu de suporte para a justificativa. Refutações e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos desse grupo.

A proposta do grupo para a solução do caso foi a utilização de três tipos diferentes de ligas de aço e como opções de revestimento o grupo indicou a zincagem, a polianilina com zinco e finalmente a aplicação de uma tinta de coloração laranja. Quanto ao conteúdo dos argumentos produzidos pelo grupo, constatamos que todas as informações fornecidas são coerentes e foram extraídas de artigos científicos, livro e sites da internet.

O Esquema 2 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo denominado de grupo 2 sobre a resolução do caso.



Esquema 2 - Argumentos apresentados pelo grupo 2 para a resolução do Caso Corrosão em Pontes.

Diversos dados a respeito do caso foram identificados nos argumentos produzidos pelo grupo 2, alguns deles ilustrados no respectivo esquema. Em contrapartida, as justificativas deste grupo foram exíguas e pouco complexas. Refutações, conhecimentos básicos e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos desse grupo.

O grupo propôs como solução para o caso a utilização de um tipo de liga específico, o uso de galvanização e algumas alternativas de pintura. Quanto ao conteúdo dos argumentos, constatamos que todas as informações fornecidas pelo grupo foram fundamentadas em artigos científicos relacionados ao tema.

UMA ANÁLISE GLOBAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO PELOS DOIS GRUPOS

Os grupos responsáveis pela resolução do caso chegaram a conclusões diferentes quanto às alternativas de solução a serem adotadas. Fato que nos leva a crer que os grupos trabalharam de maneira independente na resolução do caso. A partir da análise dos argumentos produzidos pelos grupos 1 e 2 verificamos que os mesmos usaram uma grande quantidade de dados a respeito do tema, o que demonstra o empenho dos alunos na busca de informações nas diversas fontes disponíveis. Apenas o grupo 1 apresentou conhecimentos básicos que serviram de fundamento para as justificativas. Qualificadores modais e refutações não foram utilizados por nenhum dos grupos.

Quanto ao conteúdo dos argumentos dos grupos, constatamos a coerência das informações por eles fornecidas, que foram, em grande parte, baseadas em pesquisas reportadas em artigos científicos relacionados ao tema e em sites fidedignos da internet.

No que diz respeito à qualidade da argumentação, Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003) consideram de boa qualidade os argumentos que são acompanhados de justificativas. Nessa perspectiva, os argumentos dos grupos para a resolução dos casos propostos podem ser considerados de boa qualidade, uma vez que todos foram acompanhados por justificativas. Na análise da qualidade dos argumentos adotamos a metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne. (2004), segundo a qual um argumento é considerado mais bem elaborado quanto maior for o número de combinações de componentes argumentativos utilizados. Dessa forma, podemos considerar que os argumentos formulados pelo grupo 1, cuja combinação é CDJB, possui uma maior complexidade em relação aos do grupo 2, cuja combinação é CDJ.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acompanhamento das atividades dos alunos nos permite tecer aqui algumas considerações sobre o processo de aplicação da proposta e os resultados dela provenientes:

A identificação dos componentes do argumento, segundo o modelo de Toulmin (1958), presentes nas falas dos alunos, não foi uma tarefa fácil. Este tipo de dificuldade tem sido apontado por vários pesquisadores que se mobilizam para fazer a análise da argumentação de estudantes com base neste modelo e relatam que, em algumas situações, é difícil distinguir entre “dados” e “justificativas”, ou “justificativas” e “conhecimentos básicos” etc. (Kelly e Takao, 2002; Erduran, Simon e Osborne, 2004). No nosso trabalho também encontramos dificuldades na distinção entre alguns elementos.

Na metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento, segundo Toulmin (1958), nas falas dos alunos. Dessa maneira, levando em consideração a metodologia proposta pelos autores para análise da qualidade da argumentação, verificamos que

argumentos mais complexos não foram elaborados, fato que sugere a pouca destreza dos estudantes em argumentar, segundo a perspectiva de Toulmin (1958), sobre questões relacionadas à ciência.

De uma maneira geral, verificamos que as informações fornecidas pelos grupos estavam fundamentadas em colocações presentes em artigos científicos ou em outras fontes fidedignas, o que sugere uma preocupação dos alunos na busca de informações confiáveis e bem fundamentadas. Portanto, conceitos errados, informações inconsistentes não foram verificadas. No que diz respeito às soluções encontradas pelos grupos, temos que considerar que a natureza dos casos não exige um método único e exato de solução. Por esta razão, os casos foram solucionados de maneiras distintas.

Considerando os esforços envidados na resolução dos casos acreditamos que a proposta de ensino teve uma boa receptividade junto aos alunos e se mostrou adequada para desenvolver a capacidade argumentativa dos mesmos, além de proporcionar o desenvolvimento de outras habilidades, de caráter formativo, como comunicação oral e escrita, trabalho em grupo, tomada de decisão e senso crítico.

REFERÊNCIAS

- Andrade, M. A. B. S.; Campos, L. M. L. Possibilidades e limites da prática da aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, 2005.
- Bretz, L. S.; Meinwald, J. The language of chemistry. **Journal of College Science Teaching**, v. 31, n. 4, p. 220-224, 2002.
- Capecchi, M. C. V. M.; Carvalho, A. M. P.; Silva, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, v.2, n.2, p. 1-15, 2002.
- Chiaro, S.; Leitão, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.
- Conant, J. B. **The Growth of the Experimental Sciences: an experimental in general education**. New Haven: Yale Univ. Press, 1949.
- Cornely, K. Journal articles as case studies – The New England Journal of Medicine on Lactose Intolerance. **Journal of College Science Teaching**, v. 29, n. 2, p. 114-119, 1999.
- Driver, R.; Newton, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. European Science Education Research Association Conference. Roma, 1997.
- Erduran, S.; Simon, S.; Osborne, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.
- Ferrés, J. **Vídeo e educação**. 2ª. Ed. Porto Alegre: Artes médicas, 1996.
- Gouvêa, G.; Leal, M. C. Uma visão comparada do ensino de ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2001.
- Herreid, C. F. Case studies in science – A novel method of science education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221-229, 1994.
- Herreid, C. F. What is a case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.
- Herreid, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p.

163-169, 1998.

Herreid, C. F. The Death of problem-based learning? **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 6, p. 364-366, 2003.

Jiménez Aleixandre, M. P.; Bustamante, J. D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas e metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.3, p.359-370, 2003.

Jorge, A. S.; Puig, N. S. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.

Kelly, G. J.; Takao, A. Epistemic levels in argument an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.

Kortland, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

Lemke, J. **Talking Science. Language, learning and values**. Norwood, N.J.: Ablex, 1990.

Peaslee, G.; Lantz, J. M.; Walczak, M. M. The benign hamburger. **Journal of College Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 21-25, 1998.

Queiroz, S. L.; Sá, L. P. Argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudo de casos. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, 2005.

Sá, L. P.; Francisco, C. A.; Queiroz, S. L. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, v.30, n.3, p.731-739, 2007.

Sá, L. P.; Queiroz, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química nova**, no prelo, 2007.

Toulmin, S.E. **The uses of argument**. New York: Cambridge University Press, 1958.

Villani, C. E. P.; Nascimento, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.3, p.1-15, 2003.

Waterman, M. A. Investigative case study approach for biology learning. **Bioscene – Journal of College Biology Teaching**, v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.