

Proposta Pedagógica para o Ensino Explícito de Argumentação: O Caso da Controvérsia Histórica do Gás Oxigênio

Jordana A. de Oliveira e Paula C. C. Mendonça

Destacamos o potencial de uma proposta pedagógica para o ensino explícito de argumentação fundamentada no uso da controvérsia histórica do gás oxigênio, tomando por base a análise da qualidade dos argumentos de professores de química em formação inicial. Foi elaborada uma sequência de ensino no qual os licenciandos tiveram que ler textos históricos para subsidiar argumentos para o debate que girava em torno do questionamento: Se pudesse atribuir um prêmio Nobel de Química retrospectivo a um cientista do século XVIII, envolvido na descoberta do gás oxigênio, qual(is) cientista(s) seria(m) contemplado(s)? Foram analisados os argumentos individuais e os textos argumentativos dos grupos com base nos critérios: afirmativa, evidência e justificativa e a relação do argumento com a visão de descoberta na ciência. Pela análise percebemos que os licenciandos se preocuparam não apenas em apresentar evidências para os cientistas que defendiam, como também para aqueles que eram contrários. Eles buscaram persuadir ao propor uma linha de raciocínio que demonstrava os fundamentos que guiaram as escolhas. Constatamos que a visão de descoberta na ciência influenciou a tomada de decisão, evidenciando a relação entre os critérios epistêmicos e a argumentação.

► argumentação, controvérsia, história da ciência ◀

Recebido em 04/06/2018, aceito em 18/08/2018

Ensino de Química, além de capacitar os sujeitos para a compreensão do mundo por meio das lentes de conhecimentos próprios dessa área, tem como função promover um entendimento mais amplo sobre a própria ciência. O Ensino de Química estruturado dessa forma contribuiria para a formação de cidadãos letrados cientificamente. Nesse sentido, os estudantes e professores de química devem ter acesso não apenas aos produtos da ciência (isto é, leis, teorias e modelos consensuais na comunidade científica), como também ter compreensão dos métodos de produção, avaliação e disseminação do conhecimento científico e das relações entre ciência e os contextos histórico, social e cultural (Millar, 2003). Em função de tais objetivos, defendemos que a argumentação passa a ter papel central na instrução.

A natureza social do argumento se torna mais evidente quando duas ou mais pessoas estão discutindo sobre seus pontos de vista. Todavia, quando uma pessoa faz uma ponderação entre prós e contras de suas próprias ideias, a condução do ato de pensamento tem caráter social, pois a pessoa poderia prever reações de possíveis interlocutores (reações que a princípio são da pessoa, mas que poderiam ser compartilhadas por outros).

van Eemeren *et al.* (1996) definem a argumentação como uma atividade *verbal* e *social*. A natureza social do argumen-

to se torna mais evidente quando duas ou mais pessoas estão discutindo sobre seus pontos de vista. Todavia, quando uma pessoa faz uma ponderação entre prós e contras de suas próprias ideias, a condução do ato de pensamento tem caráter social, pois a pessoa poderia prever reações de possíveis interlocutores (reações que a princípio são da pessoa, mas que poderiam ser compartilhadas por outros). Kuhn (1991) também defende esta perspectiva ao atribuir

ao termo argumento um aspecto social e individual. Ou seja, um raciocínio individual em que se constrói uma afirmativa acompanhada de justificativa, e no qual são analisadas posições adversas, pode ser considerado um argumento porque ele implicitamente contém um processo dialógico:

1 *O processo dialógico no qual duas ou mais pes-*
2 *soas se engajam em debate sobre posições opostas*
3 *pode ser referido como argumentação ou discurso*
4 *argumentativo em distinção a argumento como um*
5 *produto (um indivíduo constrói um argumento para*
6 *dar suporte a um ponto de vista). Entretanto, um ar-*
7 *gumento como produto é construído implicitamente*
8 *a partir de uma conclusão baseada em uma estrutura*
9 *de evidências e contra-argumentos que caracterizam*
10 *um discurso argumentativo (Kuhn e Franklin, 2006,*
11 *p. 979, apud Garcia-Mila e Andersen, 2008, p. 32).*
12

13 Em convergência com tais ideias, van Eemeren *et al.*
14 (1996) e Billig (1987) concordam quanto à necessidade de
15 *pontos de vista controversos* para ocorrência de argumen-
16 tação. De acordo com Billig (1987), em uma conversa em
17 que todos concordam uns com os outros, seria impossível
18 o aparecimento de argumentação. Esses autores explicitam
19 que o propósito da argumentação é *justificar* uma opinião
20 ou *refutar* um ponto de vista oposto, a partir de um conjunto
21 de *pro-argumentos* (razões a favor) e *contra-argumentos*
22 (razões contra). Para eles, a argumentação tem como finali-
23 dade *aumentar (ou diminuir) a aceitabilidade* de um ponto
24 de vista controverso a partir de justificativas que visam o
25 convencimento ou persuasão de uma audiência (o próprio
26 sujeito, um interlocutor ou uma variedade de pessoas). Por
27 sua vez, a audiência tem o papel de concluir sobre um ponto
28 de vista particular a partir de *juízo racional*, que se
29 relaciona à avaliação da solidez dos argumentos no contexto
30 da discussão. Essa avaliação leva em conta o suporte dado
31 ao ponto de vista ou afirmativa que se deseja defender (ou
32 atacar). Esse suporte acontece a partir do uso de dados e
33 informações que têm a especificidade de provar (ou descar-
34 tar) a veracidade da alegação. A conexão entre os dados e
35 a afirmativa se dá a partir de uma justificativa que objetive
36 torná-la verdadeira (ou falsa) (Jiménez-Aleixandre, 2010).

37 Argumentar se torna uma ferramenta para avaliar o co-
38 nhecimento porque se trata de um processo dialógico que
39 favorece a externalização do raciocínio e a escrutinização
40 de perspectivas alternativas (Jiménez-Aleixandre, 2010).
41 Tradicionalmente, o Ensino de Química não tem valorizado
42 essa perspectiva, pois há ênfase na transmissão de um *corpus*
43 de conhecimento científico estabelecido em oposição ao
44 levantamento de evidências que demonstram porque determi-
45 nada explicação é considerada mais pertinente do que outra,
46 ou a como o status de determinado conhecimento foi sendo
47 modificado ao longo do tempo na ciência (Driver *et al.*,
48 2000). Em contrapartida, análises de instruções fundamen-
49 tadas em argumentação têm evidenciado que estudantes que
50 se engajam em discussão de textos científicos e exploram os
51 motivos de uma teoria ou modelo ser adequado(a) ou não,
52 desenvolvem um entendimento conceitual mais apurado,
53 porque compreendem a lógica de determinadas ideias cien-
54 tíficas, uma vez que têm oportunidades de explicitar e avaliar
55 o raciocínio que as embasa (Erduran e Jiménez-Aleixandre,
56 2008). Ou seja, instruções desse tipo podem contribuir para

que estudantes possam explorar explicações alternativas na 57
ciência e as evidências que confirmam ou não cada uma 58
delas (Allchin, 2013; Archila, 2015), proporcionando um 59
olhar para a ciência em construção, em oposição à ciência 60
acabada (Latour, 1987), como frequentemente é apresentada 61
em livros didáticos. Nesse sentido, controvérsias históricas 62
têm sido utilizadas na formação de professores (por exemplo, 63
em Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Allchin, 2011; Niaz, 64
2009) e na educação básica (por exemplo, em Braga *et al.*, 65
2012; Fouad *et al.*, 2015) visando favorecer a melhor com- 66
preensão do conhecimento científico. 67

Controvérsias históricas também podem ser utilizadas 68
como fomentadoras de situações argumentativas (Zemplén, 69
2011), uma vez que os sujeitos devem argumentar a favor de 70
determinadas ideias e refutar as do outro com base em evi- 71
dências e conhecimentos relevantes à luz dos fatos históricos 72
e do contexto da época estudada. Controvérsias históricas, 73
portanto, podem assumir papel importante na argumen- 74
tação, por fornecerem dados que podem ser utilizados como 75
evidência contra e a favor de decisões (Archila, 2015). Esse 76

Além disso, Jiménez-Aleixandre e Puig (2012) argu- 84
mentam que o uso de situações controversas no ensino 85
pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico 86
dos estudantes. Isto porque, na visão dessas autoras, o pen- 87
samento crítico pode ser entendido como o compromisso 88
com, e avaliação de, evidências, que permitem a crítica a 89
argumentos baseados em autoridade e o questionamento de 90
relações assimétricas de poder. Visto desse modo, o pensa- 91
mento crítico contribuiria, por exemplo, na capacidade de um 92

Como aqui apontado, há vários benefícios em se incluir 99
argumentação como estratégia de ensino. Entretanto, a ar- 100
gumentação raramente se encontra presente nos cursos de 101
formação de professores de Química (Queiroz e Sá, 2009). 102
No presente artigo buscamos preencher essa lacuna fazendo 103
uso de uma controvérsia histórica na promoção da argumen- 104
tação. Nesse sentido, foi desenvolvida uma sequência de 105
ensino com licenciandos em química **de uma Universidade** 106
Federal, no contexto de uma disciplina eletiva que abordava 107
a temática argumentação. De forma mais específica, neste 108
artigo buscamos relacionar o potencial da proposta pedagó- 109
gica para o ensino explícito de argumentação utilizando a 110
controvérsia histórica sobre a descoberta do gás oxigênio e 111
levando em consideração a qualidade dos argumentos. Nesta 112

1 proposta, consideramos como ensino explícito aquele em que
2 os estudantes são instruídos sobre os elementos do argumento
3 e são solicitados a construí-los estruturando e distinguindo
4 os seus elementos. Isto não implica dizer que o ensino ocorre
5 de forma declarativa, no qual os alunos aprendem apenas o
6 conteúdo de argumentação, como, por exemplo, as defini-
7 ções de evidência, de justificativa, etc. No ensino explícito,
8 a partir de atividades fundamentadas em argumentação (tais
9 como desempenho de papéis e debates), os estudantes podem
10 desenvolver suas habilidades ao distinguir, por exemplo,
11 afirmativas de evidências e evidências de justificativas. O
12 modo implícito trabalha com argumentação de forma indi-
13 reta: por exemplo, em atividades investigativas, em situações
14 nas quais o professor solicita que estudantes justifiquem suas
15 respostas, defendam publicamente seus construtos, entre
16 outras ações, mas sem que os estudantes sejam instruídos
17 sobre o que seria um argumento, seus elementos e solicitados
18 a distinguir os elementos do argumento nas suas proposições
19 (Ibraim e Justi, 2016). Julgamos que trabalhar com o modo
20 explícito seja relevante no ensino, pois várias pesquisas têm
21 demonstrado as dificuldades de estudantes em distinguir as
22 teorias dos elementos que as embasam (por exemplo, Kuhn,
23 1991). Todavia, para que o ensino explícito de argumentação
24 possa ser favorecido, torna-se importante pensar em *designs*
25 *pedagógicos* adequados para o engajamento dos estudantes
26 (Jiménez-Aleixandre, 2008).

27 Além disso, consideramos que
28 tais conhecimentos e habilidades
29 são importantes na formação
30 de professores de Química, de
31 modo a justificar a pesquisa
32 aqui desenvolvida. Isto porque
33 professores são os principais
34 mediadores em sala de aula para
35 que a argumentação dos estu-
36 dantes possa ser desenvolvida a
37 partir de uma série de ações na
38 condução de atividades de ensino.
39 Assim, torna-se importante que
40 eles possam vivenciar a argumentação em sua formação
41 inicial, e compreender os elementos dessa prática (Ibraim
42 e Justi, 2016). Também consideramos que nossa pesquisa
43 pode contribuir para o campo da argumentação, porque au-
44 tores destacam que poucas pesquisas na área têm buscado
45 compreender as relações entre os critérios epistêmicos e os
46 argumentos, ou seja, como o entendimento sobre natureza
47 da ciência pode influenciar a argumentação e a tomada de
48 decisões (Osborne *et al.*, 2013).

50 Um Breve Relato da História da Descoberta do Gás Oxigênio

51
52 Pode-se dizer que a controvérsia em torno da descoberta
53 do gás oxigênio teve início na década de 1770 (Carneiro,
54 2006). Isso se iniciou graças aos estudos anteriores de alguns
55 cientistas, como Stephen Hales (1671-1761); William Cullen
56 (1710-1790); Joseph Black (1728-1799) e Joseph Priestley

(1794-1797). Esses cientistas realizaram seus estudos uti- 57
lizando a teoria do flogisto, iniciada pelo alemão Johann 58
Joachim Becher. Essa teoria se tornou mais conhecida em 59
1703, quando Stahl escreveu em uma de suas obras que o 60
flogisto era considerado o princípio inflamável. Ele afirmou 61
ainda que qualquer metal era formado pela combinação de 62
uma matéria terrosa (denominada “cal”) com uma substân- 63
cia que é sempre a mesma (que seria o flogisto). A palavra 64
flogisto derivou do termo grego para “arder”. O flogisto era 65
um material que estava contido em tudo que fosse inflamável 66
e que era liberado no ar durante a queima, mas que até então 67
nenhum cientista sabia do que se tratava. 68

Os cientistas que mais se destacaram nesses estudos e 69
que dividem a trama da descoberta do gás oxigênio são: Carl 70
Wilhelm Scheele (1742-1786), Joseph Priestley e Antoine 71
Laurent Lavoisier (1743-1794). Scheele, a partir de vários 72
experimentos, aquecendo alguns compostos, como: óxido 73
de mercúrio, ácido nítrico e nitrato de potássio, isolou pela 74
primeira vez um gás, que denominou de ar de fogo (que hoje 75
seria o oxigênio), o qual alimentava a combustão. Contudo, 76
Scheele não publicou imediatamente essa descoberta tão 77
grandiosa para a ciência. 78

Em 1774, Priestley realizou um experimento aquecendo 79
uma amostra de óxido de mercúrio em um recipiente, e ob- 80
servou que um gás com propriedades totalmente diferentes 81
dos que ele conhecia era liberado. 82
Observou ainda que o gás aumen- 83
tava a combustão da chama de uma 84
vela. Ele nomeou esse gás como 85
ar desflogisticado ou ar bom e 86
publicou sua descoberta em 1774. 87
Scheele e Priestley utilizaram a 88
teoria do flogisto em seus estudos 89
para a “caça aos ares”. Porém, 90
Scheele somente publicou sua 91
descoberta em 1777, três anos 92
mais tarde que Priestley. 93

Lavoisier, em 1774, prosseguia 94
seus estudos sobre a combustão. 95
Lavoisier pressupôs que deveria conduzir seus estudos sobre 96
a combustão de maneira quantitativa. Após vários experi- 97
mentos realizando muitas medições na balança, Lavoisier 98
concluiu que quando um metal arde ele ganha peso, ao 99
invés de perder. Essa seria uma evidência que Lavoisier 100
considerou contrária à teoria do flogisto. Lavoisier passou a 101
explicar a combustão, a calcinação, a oxidação, dentre outros 102
fenômenos, por meio da suposição da combinação de uma 103
parte do ar com as substâncias combustíveis ou calcináveis. 104
Todavia, ele ainda não sabia claramente do que se tratava essa 105
parte do ar, ficando em dúvida se suas ideias eram coerentes 106
ou não, demorando um tempo para abandonar a teoria do 107
flogisto. Em 1776, Lavoisier admitiu, em correspondência, 108
que possuía mais confiança nas ideias de Priestley sobre o 109
flogisto do que em suas próprias ideias (Thagard, 2007). Em 110
1777, Lavoisier descreveu o “ar puro” ou “ar eminentemente 111
respirável” como um dos ingredientes do ar atmosférico. 112

1 Em 1783, Lavoisier decidiu deixar a teoria do flogisto de
2 lado. Ele se referiu ao ar puro ou ar eminentemente respirável
3 como “princípio oxigênio”. Ele então rejeitou completamen-
4 te a teoria do flogisto. Em seu *Tratado* de 1789, Lavoisier
5 incluiu o gás oxigênio como um elemento químico que se
6 encontrava junto do calor, da luz e dos gases hidrogênio e
7 nitrogênio, entre outras substâncias. Os óxidos seriam pro-
8 duzidos pela combinação dos metais com oxigênio, e objetos
9 não metálicos queimariam quando combinados com oxigênio
10 para produzir calor e luz. Lavoisier acreditava ser capaz de
11 refutar a teoria do flogisto, mas Priestley nunca aceitou tais
12 ideias, e continuou suas pesquisas com base na antiga teoria.
13

14 A Sequência de Ensino

15

16 Foi elaborada uma sequência de ensino para trabalhar
17 com o ensino explícito de argumentação sobre uma questão
18 problema envolvendo a controvérsia da descoberta do gás
19 oxigênio. A sequência foi desenvolvida com sete alunos de
20 um curso de licenciatura em Química de **uma Universidade**
21 **Federal** durante dois encontros (cada um com três horas de
22 duração) de uma disciplina eletiva do curso. A disciplina
23 era frequentada por alunos de diferentes períodos do curso,
24 porém nenhum deles declarou ter participado de atividade
4 25 desse tipo ao longo da formação. A sequência de ensino foi
26 desenvolvida em uma disciplina eletiva sobre argumentação,
27 na qual os licenciandos já tinham sido introduzidos aos ele-
28 mentos do argumento, às finalidades da argumentação e já
29 haviam experienciado outras propostas de ensino envolvendo
30 argumentação, como modelagem e júri simulado.

31 Os questionamentos colocados para o debate foram:
32 Se fosse possível conceder um Prêmio Nobel de Química
33 retroativo a um cientista do século XVIII, envolvido na des-
34 coberta do gás oxigênio, quem seria digno da premiação?
35 O que se entende por descoberta na ciência? Será que isso
36 influencia no julgamento do mérito de cada cientista? Tais
37 questões foram expostas pela professora formadora tornando
38 a atividade potencialmente motivadora para o engajamento
39 em argumentação.

40 Na primeira parte, os alunos, de forma individual, de-
41 veriam ler sete textos, que relatam a história da descoberta
42 do gás e a vida e o trabalho dos três principais cientistas
43 envolvidos. Após a leitura dos sete textos, os licenciandos de-
44 veriam responder algumas perguntas: (i) o que eles entendem
45 sobre descoberta na ciência e (ii) evidências nos textos que
46 tornem cada um dos cientistas merecedores da descoberta.
47 As questões foram formuladas com o objetivo de auxiliar
48 na elaboração de argumentos e para melhor compreensão
49 da controvérsia.

50 Na segunda parte, um debate em sala de aula, cada aluno
51 deveria argumentar sobre qual/quais cientista(s) deveria(m)
52 ganhar um Prêmio Nobel retroativo pela descoberta do oxi-
53 gênio. Inicialmente, cada aluno se posicionava escolhendo
54 a qual(ais) cientista(s) eles concederiam a premiação e
55 apresentavam suas justificativas, destacando o que eles en-
56 tendiam sobre descoberta na ciência. Em seguida, os alunos

foram divididos em grupos, com sujeitos que defendiam os 57
mesmos cientistas, e foram solicitados a redigir um texto 58
argumentativo para defender suas posições. Após a elabo- 59
ração dos textos, cada grupo fez a leitura dos mesmos e os 60
demais grupos puderam opinar sobre os textos dos outros, de 61
forma a concordar ou não com a argumentação. Esse debate 62
teve o intuito dos alunos analisarem se as evidências que os 63
grupos escolheram eram condizentes com o(s) cientista(s) 64
defendido(s) e para proporcionar momentos de refutação. 65

Para o encontro seguinte, os alunos deveriam ler algumas 66
partes da peça *Oxigênio*, de Hoffmann e Djerassi (2004, p. 67
17-19, 63-81, 85-97). Trata-se de uma peça de teatro cuja te- 68
mática se relaciona a julgar quem é merecedor da descoberta 69
do oxigênio, Priestley, Scheele ou Lavoisier. Nessa peça, os 70
três cientistas e suas esposas estão em Estocolmo em 1777. 71
A escolha da peça foi feita com o objetivo de analisar se, 72
a partir de novas evidências que o livro apresenta, algum 73
aluno mudaria de ideia sobre o posicionamento adotado na 74
aula anterior. Ressalta-se que o livro não traz uma resposta 75
de quem ganhou o prêmio, justamente por ter o objetivo de 76
permitir que o leitor decida para quem dar o mérito, a partir 77
da interpretação do que se conta como descoberta na ciência. 78

O debate foi registrado na forma de vídeo. Os licencian- 79
dos foram informados sobre a pesquisa por meio de um 80
Termo de Esclarecimento de riscos, benefícios e anonimato, 81
e emitiram um termo de consentimento autorizando a análise 82
e divulgação dos dados sob tais condições. 83

84 Metodologia de Análise de Dados

85

86 Para a análise dos argumentos dos alunos foi realizada a 87
transcrição dos vídeos do debate. Ela foi feita com objetivo 88
de isolar os argumentos de cada licenciando e reconstruí- 89
los para fins analíticos. Consideramos como argumento as 90
afirmativas ou posicionamentos que são embasados em evi- 91
dências, sendo que as evidências podem ser acompanhadas 92
de justificativas, que têm o papel de conectar a afirmativa ou 93
posicionamento às evidências (Jiménez-Aleixandre, 2010). 94
Para a análise realizada, as evidências são os fatos, dados e 95
enunciados dos textos históricos que foram utilizados pelos 96

104 Levando-se em conta a controvérsia em questão, se o 105
sujeito entende que descobrir é isolar ou caracterizar pela 106
primeira vez, sua escolha e argumento serão fundamentados 107
por esse tipo de raciocínio. Caso contrário, se julga que 108
descoberta está mais relacionado às interpretações teóricas, 109
produzirá argumentos com outro tipo de embasamento. É 110
válido destacar que os critérios utilizados pelos licenciandos 111
para visão de descoberta na ciência não foram julgados como 112
corretos ou incorretos, uma vez que não existe um consenso

1 na ciência sobre isto: os critérios dependem das vertentes
2 filosóficas aos quais cada autor se filia. Nesse sentido, a
3 análise da qualidade dos argumentos ocorreu em função da
4 coerência entre a afirmativa, a evidência e o entendimento
5 de descoberta na ciência.

6 Em termos analíticos, primeiro selecionamos o(s) argu-
7 mento(s) de cada licenciando em que eles destacaram sua
8 escolha pelo(s) cientista(s) e verificamos se o argumento era
9 seguido ou não de justificativas e evidências. Uma evidência
10 seria forte (ou fraca) caso estivesse relacionada diretamente
11 com a afirmativa e subsidiada com os dados, informações ou
12 enunciados dos textos. Uma justificativa seria forte (ou fraca)
13 em função do relacionamento que conecta a afirmativa com
14 as evidências. Em seguida, identificamos se essas justifica-
15 tivas e evidências eram coerentes ou incoerentes com o que
16 cada licenciando apresentou como definição de descoberta
17 na ciência. Para a interpretação do que cada licenciando
18 entendia sobre descoberta na ciência, criamos categorias
19 para abranger respostas com significados próximos. Por fim,
20 elaboramos um quadro (Quadro 1) para facilitar a visualiza-
21 ção dos posicionamentos e a classificação dos elementos dos
22 argumentos. Para preservar a identidade dos licenciandos, no
23 Quadro 1, os nomes aparecem como códigos; por exemplo,
24 L1, significando que cada licenciando (L) foi associado a
25 um número de 1 a 7.

26 Para análise dos textos argumentativos, inicialmente
27 separamos cada argumento dos textos e os analisamos em
28 termos de: afirmativa (apresentada em **negrito**), justificativa
29 (apresentada de modo sublinhado) e evidência (apresentada
30 em *itálico*). Em seguida, buscamos relacionar os argumen-
31 tos com o que cada licenciando entende sobre descoberta
32 na ciência entrelaçando com a primeira parte da atividade,
33

34 Quadro 1: Síntese da análise dos argumentos

Argumento	Qual(is) Cientista(s) defende(m) ou refuta(m)/Afirmativa	Visão de descoberta na ciência	Classificação da Evidência			Classificação da Justificativa		
			Coerente		Incoerente	Coerente		Incoerente
			Forte	Fraco		Forte	Fraco	
L1	Lavoisier	Quebra de paradigma	x			x		
L2	Lavoisier	Quebra de paradigma		x				x
L3	Priestley e Lavoisier	Interpretação teórica	x			x		
L3	Scheele (Refutação)	Publicação ou patente	x			x		
L4	Priestley e Lavoisier	Interpretação teórica			x			x
L5	Scheele, Priestley e Lavoisier	Visualizar ou constatar primeiro (Scheele) e Interpretação teórica (Priestley; Lavoisier)	x			x		
L6	Scheele, Priestley e Lavoisier	Visualizar ou constatar primeiro (Scheele) e Interpretação teórica (Priestley; Lavoisier)	x			x		
L7	Refutação (Scheele e Priestley)	Visualizar ou constatar primeiro	x			x		
L7	Lavoisier	Visualizar ou constatar primeiro	x			x		

para assim identificar se realmente o que cada licenciando
compreendia sobre descoberta influenciava na sua tomada
de decisão.

Análise dos Dados

Análise do Argumento de Cada Licenciando

Foram categorizados nove argumentos, sendo que dois licenciandos apresentaram um argumento e uma refutação. Três licenciandos escolheram Lavoisier, dois optaram por Priestley e Lavoisier e outros dois se posicionaram a favor de Scheele, Priestley e Lavoisier como merecedores do prêmio. Cinco licenciandos apresentaram justificativas e evidências coerentes com a sua decisão e com o que eles entendiam sobre descoberta na ciência. O Quadro 1 sintetiza as análises realizadas.

Com base nas ideias apresentadas no debate, em relação ao que cada licenciando compreendia sobre descoberta na ciência, foram categorizadas cinco posições distintas:

- Quebra de paradigma (dois licenciandos): descoberta na ciência foi relacionada à quebra de paradigma na ciência. Nesse caso, ao refutar a teoria do flogisto e compreender os fenômenos envolvendo o gás oxigênio sob uma nova óptica, Lavoisier ocasionou um rompimento com um modo operante na ciência e levou ao surgimento de outro, em um processo conhecido como “revolução química”.
- Interpretação teórica (um licenciando): apesar de considerar que a ciência necessita de evidências empíricas para comprovação, ou seja, a ciência é empiricamente fundamentada, o licenciando colocou ênfase na interpretação dessas observações, que podem ocorrer de diferentes

- 1 formas pelos pesquisadores e, assim, destacou a relação
2 entre o experimento e a teoria.
- 3 ■ Visualizar ou constatar primeiro (um licenciando): desco-
4 berta na ciência está relacionada à primeira visualização
5 ou constatação experimental da entidade ou fenômeno
6 investigado.
 - 7 ■ Publicação ou patente (um licenciando): a descoberta se
8 relaciona com a publicação dos estudos dos cientistas
9 para mostrar à comunidade científica seus feitos para
10 serem discutidos e aceitos (ou não) como científicos.
 - 11 ■ Visualizar ou constatar primeiro e interpretação teórica
12 (dois licenciandos): nesse caso, os licenciandos utili-
13 zaram dois critérios distintos. Um deles é visualizar ou
14 constatar primeiro, fazendo menção ao cientista Scheele,
15 que para os licenciandos mereceria dividir o prêmio
16 com os cientistas Priestley e Lavoisier por ter isolado o
17 gás pela primeira vez; enquanto os dois últimos deram
18 diferentes contribuições em termos de interpretações
19 teóricas. Esses licenciandos expuseram, em um único
20 argumento, com base em tais critérios e amparado por
21 evidências, porque optaram por dividir o prêmio Nobel
22 em vez de concedê-lo a um só cientista. Ao justificar este
23 fato fizeram menção a colaboração na ciência, pois para
24 eles apenas um único cientista não conseguiria sozinho

6 25 dar um grande incremento à ciência.
26 A seguir é detalhada a análise dos argumentos de três
27 licenciandos que defenderam posições distintas:

28 **L1: “Bom, dos três para mim o que merece o prêmio
29 vai ser o Lavoisier, porque mesmo que os outros dois te-
30 nham descoberto lá o oxigênio a partir dos experimentos,
31 eles ainda ficaram muito embasados na teoria do flogisto,
32 né? E assim, não deram uma explicação coerente, igual nós
33 temos hoje em dia... e meio que foi Lavoisier que fez essa
34 revolução química, sabe? Porque assim... para mim desco-
35 berta na ciência é quando... porque meio que sempre vai ter
36 algumas teorias, já sobre o que você vai falar, tipo sobre o
37 ar, o ar puro, respirável que eles estavam tentando descobrir.
38 Então, já tinha teoria sobre, entende? Para mim, a descoberta
39 é quando você a partir disso consegue mudar, criar tipo uma
40 explicação bem coerente, entende?”**

41 A licencianda utilizou evidências e justificativas de forma
42 coerente com o que entendia por descoberta na ciência, pois
43 ao defender Lavoisier ela afirmou que ele mereceria o feito
44 por conseguir interpretar os fenômenos adequadamente e
45 perceber que a teoria do flogisto não conseguia explicar
46 o papel do gás oxigênio nos mais diversos fenômenos.
47 Consideramos que a licencianda tenha utilizado a ideia de
48 quebra de paradigma ao falar sobre sua visão de descoberta
49 na ciência ao remeter ao fato de Lavoisier ter sido responsá-
50 vel pela revolução química. Ela deixou bem explícito que sua
51 escolha é fundamentada na ideia de que uma descoberta im-
52 plica numa interpretação teórica mais coerente que a anterior.

53 **L3: “É se fosse para dividir assim, acho que eu divi-
54 diria entre o Priestley e o Lavoisier. Lavoisier que deu a
55 continuidade em uma ideia que o Priestley já tinha defen-
56 dido, mas aí ele fez a revolução e trouxe o conceito que é**

*aceito hoje em dia que contradizia o que Priestley defendia
que era o flogisto.* 57 58

**L3: “Eu acho complicado também assim, tirar ele
(Scheele) do prêmio. Assim, eu acho que dividiria entre os
dois. Pois é, fiquei com dó dele. Igual eu falei, mas assim...
é complicado também se for pensar na questão de normas
e... igual eu falei, acho que toda descoberta, ideia, ela tem
que ser padronizada, então... igual hoje em dia tem patente,
se você faz e patenteia, é seu. Então, acho que é assim, há
uma necessidade mesmo de ter uma legislação que obrigue
isso. Então, se você descobriu, você vai lá e registra. Por
que se não, pode ser que comece a aparecer um monte de
gente falando: “ah não eu também... me dá um pouquinho
aí, porque eu também descobri”.** 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

Essa licencianda apresentou um argumento defenden-
do Priestley e Lavoisier, justificando de forma coerente a
partir do que ela entendia sobre descoberta na ciência. Para
ela, Priestley foi quem isolou primeiramente e publicou o
resultado, e Lavoisier tomou isto como ponto de partida,
porém fornecendo distinta interpretação. Assim, ela susci-
tou a importância do trabalho colaborativo na ciência. Em
seguida, ela apresentou uma refutação, para justificar porque
Scheele não seria merecedor do prêmio e não era defendido
por ela, porque segundo a mesma, o mesmo não publicou os
resultados do estudo e para ela a descoberta na ciência tem
relação com a publicação do fato. 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82

**L5: “Para mim todos os três descobriram, mas de
formas diferentes, o Scheele, ele foi o que visualizou... O
Scheele, ele meio que visualizou pela primeira vez, foi ele que
separou pela primeira vez e falou: “é diferente”. O Priestley,
ele foi o que tipo assim, meio que “caracterizou”, ele viu
o que era... ele viu que era uma coisa diferente também...
Mas aí Lavoisier foi o que estudou mais a fundo o gás, então
eu acho que assim, separando desse jeito todos os três
descobriram, para mim descobrir é você visualizar, você
caracterizar e você estudar. Nenhum dos três fizeram isso,
tipo assim, nenhum sozinho fez as três coisas, foi juntando
os três e os três descobriram, entendeu? Mas eu acho que,
mesmo assim... Ele estudou. De qualquer forma todos eles
estudaram, mas considerando que o certo foi o do Lavoisier,
o estudo certo foi do Lavoisier, então eu acho que ele es-
taria incluso nessa descoberta. E os outros, porque um viu
primeiro o outro caracterizou primeiro e estudou primeiro.”** 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

Essa licencianda defendeu os três cientistas trazendo
evidências para embasar a escolha de cada um deles. A
justificativa está coerente com o que ela entende sobre
descoberta na ciência, pois para ela descobrir é visualizar,
caracterizar e estudar, sendo um trabalho colaborativo, pois
nenhum cientista sozinho conseguiria dar um grande incre-
mento à ciência, mesmo sabendo que um deles tem hoje a
teoria aceita. 100 101 102 103 104 105 106 107

Análise do Texto Argumentativo 108 109

Grupo 1 (L3e L4): Priestley e Lavoisier 110 111

No texto, os licenciandos apresentaram três argumentos 112

1 com evidências e justificativas fortes e coerentes para justifi-
2 car porque Priestley e Lavoisier seriam merecedores do prê-
3 mio, e porque Scheele não seria digno dele. Consta-se que
4 as visões de descoberta na ciência – visualizar ou constatar
5 primeiro, interpretação teórica e publicação de resultados de
6 trabalhos – influenciaram a argumentação dos licenciandos:

7 “Embora Lavoisier tenha partido de ideias baseadas por
8 Priestley que por sua vez eram baseadas na teoria do flogisto
9 (Stahl), ele foi o único pesquisador que conseguiu explicar
10 a existência do oxigênio de uma forma que os conceitos são
11 aceitos até hoje.

12 Pode-se dizer que houve uma troca de conhecimento
13 entre Priestley e Lavoisier, o que prova que o segundo não
14 teve o mérito sozinho pela descoberta do gás oxigênio uma
15 vez que houveram contribuições.

16 Mesmo que Scheele tenha sido o primeiro a descobrir a
17 existência do “ar de fogo” ele não divulgou a descoberta
18 para a sociedade no ano da descoberta. Quando seu feito
19 veio à tona já tinha surgido uma teoria de um outro pesqui-
20 sador, Priestley em 1774. Se ele tivesse publicado no ato da
21 descoberta (1772), ele também seria merecedor, no entanto
22 ele não é.”

24 Grupo 2 (L5 e L6): Scheele, Priestley e Lavoisier

25 Os licenciandos elaboraram um texto argumentativo com
26 evidências e justificativas fortes e coerentes e apontaram cla-
27 ramente o critério de escolha relacionando ao entendimento
28 de descoberta na ciência (visualizar ou constatar primeiro
29 e interpretação teórica). Cabe destacar que o texto foi bem
30 redigido, tornando claros os motivos da escolha para cada
31 cientista. Além disso, apresentaram o uso de conectores
32 no texto escritos de forma a facilitar a visualização do
33 raciocínio.

34 “Analisando os estudos de Scheele, pode-se constatar a
35 seguinte evidência: a partir do experimento envolvendo o
36 aquecimento de vários compostos, como o óxido de mercúrio
37 e nitrato de potássio e com base em teorias sobre atmosfera
38 e combustão, conclui que a atmosfera era composta de
39 apenas dois gases, o “ar viciado”, nitrogênio e o “ar de
40 fogo”, oxigênio, que alimentava a combustão. De acordo
41 com os critérios mencionados, Scheele foi quem visualizou
42 primeiro o gás em questão.

43 Scheele não avançou em seus estudos, e com isso, dois
44 anos depois, Priestley conseguiu visualizar e caracterizar o
45 gás em questão. Como pode ser observado na seguinte evi-
46 dência: ao realizar um experimento com óxido de mercúrio,
47 observou que um gás com propriedades diferentes dos gases
48 que até então ele havia estudado era liberado. O tal gás
49 aumentava a combustão da chama de uma vela. Em outro
50 experimento utilizando “mercúrio calcinado” ele notou que
51 se desprendia dessa substância uma grande quantidade de
52 “ar” (que atualmente chamamos de oxigênio). Testando
53 suas propriedades, notou que uma vela queimava muito
54 bem nele, com uma chama mais brilhante do que normal-
55 mente; e que um camundongo podia viver nesse ar durante
56 o dobro do tempo que sobreviveria em igual quantidade

de ar. Posteriormente ele concluiu que esse “ar” era cinco 57
ou seis vezes melhor do que o ar comum. Dessa forma, de 58
acordo com os critérios mencionados, Priestley foi quem 59
caracterizou o gás em questão. 60

61 Analisando os estudos de Lavoisier pode-se constatar
62 que ele destronou a teoria do flogisto, interpretando de
63 modo correto as reações de oxidação, como combustão,
64 calcinação, etc., e lançando os fundamentos da análise
65 química quantitativa. E por isso, é considerado o fundador
66 da Química Moderna.”

67 Após apresentarem as evidências para defender cada um
68 dos cientistas, o grupo justificou sua escolha evidenciando
69 a preocupação com a persuasão:

70 “Dessa forma, de acordo com os critérios mencionados,
71 apesar de Lavoisier ter aprofundado seus estudos a fim de
72 romper com a teoria do flogisto aceita naquela época, é
73 importante ressaltar que ele utilizou das teorias de Priestley
74 e Scheele para fazer adaptações, novos estudos e reformu-
75 lações para elaborar sua teoria, que é aceita atualmente...”
76

77 Grupo 3 (L1, L2 e L7): Lavoisier

78 Os licenciandos apresentaram várias evidências para
79 justificar a escolha por Lavoisier, e também apresentaram
80 refutações aos cientistas que não defendiam. Cabe destacar
81 que tal grupo apresentou mais elementos para sustentar os
82 argumentos em comparação com os demais grupos analisa-
83 dos. É importante ressaltar que, diferentemente dos demais
84 grupos, apesar de considerarem que Lavoisier utilizou ex-
85 perimentos propostos por Priestley, não julgam que por tal
86 fato o prêmio tenha que ser dividido entre esses cientistas,
87 porque a revolução química proposta por Lavoisier é um
88 grande feito que o dignifica grandemente para o prêmio:

89 “O químico francês Antoine Laurent Lavoisier é consi-
90 derado por muitos como o pai da ciência química.

91 Através de experimentos onde utilizavam balanças de
92 alta precisão da época ele contribuiu com a ruptura de
93 ideias alquimistas, levando a química a um grau de desta-
94 que. O gás oxigênio foi uma de suas grandes descobertas,
95 embora este gás já tivesse sido isolado antes, foi Lavoisier
96 que compreendeu o comportamento desse gás, através de
97 ideias, onde negava os princípios da alquimia.

98 Em 1772, Lavoisier fez a combustão de enxofre e fós-
99 foro a partir desse experimento, chegou a uma conclusão
100 de que havia presença de um ar nos minerais, pois tanto
101 na combustão das substâncias e a calcinação dos metais,
102 houve um aumento de peso, porém ele não tinha uma ideia
103 clara de que era esse ar neste período. Lavoisier apresentou
104 em 1774 à Academia de Ciências de Paris um experimento
105 onde provou que a massa do metal estanho aumentava após
106 sofrer um processo de combustão, com esse experimento
107 Lavoisier mostrou que a teoria do flogisto era incoerente,
108 pois nessa teoria quando um corpo sofria combustão ele
109 perdia flogisto para o ar e deveria ficar mais leve, além
110 disso, uma das conclusões que ele tirou ao realizar esse
111 experimento foi que o ar não era um elemento simples,
112 mas sim uma mistura de diferentes substâncias. Lavoisier

1 chamou a ideia do flogisto de vaga, afirmando que ninguém
2 havia defendido rigorosamente, que reuniam em um mes-
3 mo conceito propriedades inconciliáveis e contraditórias.
4 Algumas vezes o flogisto tinha peso outras não, sendo os
5 adeptos dessa teoria às vezes a propor, até que o flogisto
6 tinha peso negativo.

7 Embora o cientista Joseph Priestley tenha sido o pri-
8 meiro cientista a isolar essa substância, tendo seu trabalho
9 publicado em 1776, Lavoisier já havia proposto que exis-
10 tia uma substância no ar que
11 se incorporava com metais no
12 processo de oxidação. No seu
13 trabalho apresentou à Academia
14 de Ciências em Paris, assim esse
15 cientista já reconhecia que havia
16 um gás que estava presente na
17 atmosfera, mesmo que não tenha
18 isolado nessa época.

19 Como Scheele não registrou
20 uma descoberta antes de 1774,
21 pode-se concluir que não se
22 pode garantir que ele havia iso-
23 lado esse gás antes dessa data,
24 não se pode negar o fato de que

É importante que, em atividades argumentativas em que mais de uma resposta seja passível, como no caso aqui analisado, considere-se a coerência dos argumentos na tomada de decisões. É extremamente relevante que os estudantes compreendam, portanto, que o veredito de uma decisão irá depender da qualidade dos argumentos e da persuasão dos oradores, o que é bastante diferente do que ocorre em salas de aula em que o aluno busca a resposta correta, que é fornecida ou avaliada pelo professor.

8

25 Lavoisier utilizou das descobertas
26 de Priestley tal como, por exemplo, o experimento para
27 isolar o oxigênio para estudar as propriedades desse gás e
28 aperfeiçoar sua teoria que foi publicado no seu livro Tratado
29 Elementar de Química em 1789, onde chamou esse gás de
30 gás “oxigênio.”

32 Considerações Finais

34 Neste artigo foi apresentada a análise da qualidade
35 dos argumentos de licenciandos que participaram de uma
36 sequência de ensino cujo *design* pedagógico era voltado
37 para o ensino explícito da argumentação. Foi problematizada
38 uma controvérsia relacionada à outorga de um prêmio
39 Nobel de Química retroativo a um cientista do século XVIII
40 envolvido na descoberta do gás oxigênio. Com base nos
41 conhecimentos sobre afirmativa, evidência e justificativa
42 trabalhados no ensino explícito de argumentação, e suporte
43 dos textos históricos, os licenciandos foram solicitados a
44 expressar seus posicionamentos e elaborar argumentos de
45 forma individual, numa situação de debate e na produção
46 de um texto argumentativo entre os pares.

47 Podemos afirmar que, em termos da qualidade dos argu-
48 mentos, os licenciandos: (i) argumentaram de forma bastante
49 satisfatória, uma vez que a grande maioria foi capaz de se-
50 lecionar evidências dos textos para subsidiar suas escolhas;
51 (ii) se preocuparam não apenas em apresentar evidências
52 para os cientistas que defendiam, como também para aque-
53 les que eram contrários; (iii) buscaram persuadir ao propor
54 uma linha de raciocínio que mostrava os fundamentos que
55 guiaram as escolhas.

56 É importante que, em atividades argumentativas em que

mais de uma resposta seja passível, como no caso aqui ana-
lisado, considere-se a coerência dos argumentos na tomada
de decisões. É extremamente relevante que os estudantes
compreendam, portanto, que o veredito de uma decisão irá
depender da qualidade dos argumentos e da persuasão dos
oradores, o que é bastante diferente do que ocorre em salas de
aula em que o aluno busca a resposta correta, que é fornecida
ou avaliada pelo professor. Nesse sentido, no desenvolvi-
mento da sequência de ensino a professora formadora esta-

beleceu as regras para o debate, ou seja, que o melhor argumentador não seria aquele indivíduo ou grupo que defendesse a posição conhecida atualmente, mas sim aquele que apresentasse a melhor estratégia de argumentação e argumentos mais bem fundamentados buscando convencer a audiência. Dessa forma, ao apresentar o veredito do debate para a turma a professora formadora explicitou os critérios de análise utilizados para avaliar os argumentos opostos. Dessa maneira, ela forneceu o resultado do prêmio em termos

de qual grupo argumentou com maior qualidade. Isto se constituiu em outra oportunidade para o ensino explícito da argumentação, ao possibilitar aos licenciandos avaliarem seus próprios construtos.

Consideramos que a proposta também nos forneceu acesso à visão epistemológica dos licenciandos sobre descoberta na ciência, sendo que alguns compreendiam a ideia de que a ciência é feita de modo colaborativo. Todavia, alguns consideraram que, mesmo não desmerecendo tal fato, o incremento de Lavoisier à ciência foi tão grandioso que o tornava digno da premiação. Além disso, percebemos que, enquanto alguns colocaram mais ênfase na observação, outros a colocaram nas interpretações teóricas. Tais visões puderam ser discutidas pela professora formadora ao longo do debate, o que demonstra ser uma possibilidade viável para se trabalhar com argumentação articulada à natureza da ciência.

Com base nas evidências aqui apresentadas, concluímos que o *design* pedagógico avaliado tem potencial de uso quando se trata de trabalhar a argumentação na sala de aula no ensino da Química, ou mesmo a partir de outros temas de interesse de outras ciências.

Jordana Alves de Oliveira (jordana01alves@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Desenvolveu iniciação científica sob orientação da Profa. Paula Cristina Cardoso Mendonça e trabalho de conclusão de curso relacionado à temática do manuscrito. Ouro Preto, MG – BR. Paula Cristina Cardoso Mendonça (paulamendonca@ufop.edu.br), professora do Departamento de Química e do Programa de Pós-graduação em Educação da UFOP, é licenciada em Química e mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. É editora adjunta da Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. Ouro Preto, MG – BR.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F. e LEDERMAN, N. G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ALLCHIN, D. *Teaching the nature of science: perspectives & resources*. Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013.

_____. The Minnesota case study collection: new historical inquiry case studies for nature of science education. *Science & Education*, v. 21, n. 9, p. 1263-1281, 2011.

ARCHILA, P. A. Using history and philosophy of science to promote students' argumentation: a teaching-learning sequence based on the discovery of oxygen. *Science & Education*, v. 24, p. 1201-1226, 2015.

BILLIG, M. *Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BRAGA, M.; GUERRA, A. e REIS, J. C. The role of historical-philosophical controversies in teaching sciences: the debate between Biot and Ampère. *Science & Education*, v. 21, p. 921-934, 2012.

CARNEIRO, A. Elementos de história da química no século XVIII. *Química Nova*, v. 102, p. 25-31, 2006.

DRIVER, R.; NEWTON, P. e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in science education: perspectives form classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008.

FOUAD, K. E.; MASTERS, H. e AKERSON, V. L. Using history of science to teach nature of science to elementary students. *Science & Education*, v. 24, p. 1103-1140, 2015.

GARCIA-MILA, M. e ANDERSEN, C. Cognitive foundations of learning argumentation. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). *Argumentation in science education: perspectives form classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 29-46.

IBRAIM, S. S. e JUSTI, R. Teachers' knowledge in argumentation: contributions from a explicit teaching in an initial teacher education programme. *International Journal of Science Education*, v. 38, p. 1926-2025, 2016.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010.

_____. e PUIG, B. Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. e

MCRORBIE, C. J. (Eds.). *Second international handbook of science education*. *Cidade?*: Springer, 2012, p. 1001-1016.

JUSTI, R. e MENDONÇA, P. C. C. Discussion of the controversy concerning a historical event among pre-service teachers contributions to their knowledge about science, their argumentative skills, and reflections about their future teaching practices. *Science & Education*, v. 25, p. 795-822, 2016.

KUHN, D. *The skills of argument*. New York: Cambridge University Press, 1991.

LATOUR, B. *Science in action, how to follow scientists and engineers through society*. Boston: Harvard University Press, 1987.

MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, p. 146-164, 2003.

NIAZ, M. Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, v. 18, p. 43-65, 2009.

OSBORNE, J.; SIMON, S.; CHRISTODOLOU, A.; HOWELL-RICHARDSON, C. e RICHARDSON, K. Learning to argue: a study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 50, p. 315-347, 2013.

QUEIROZ, A. S. e SÁ, L. P. O espaço para a argumentação no ensino superior de química. *Educación Química*, v. 20, p. 104-110, 2009.

SMITH, M. U. e SCHARMAN, L. C. Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science & Education*, v. 85, p. 493-504, 1998.

THAGARD, P. A estrutura conceitual da revolução química. Trad. M. R. Silva e M. Giro. *Princípios: Revista de Filosofia*, v. 14, n. 22, p. 265-303, 2007.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R.; HENKEMANS, F. S.; BLAIR, J. A.; JOHNSON, R. H.; KRABBE, E. C. W.; PLANTIN, C.; WALTON, D. N.; WILLARD, C. A.; WOODS, J. e ZAREFSKY, D. *Fundamentals of argumentation theory: a handbook of historical backgrounds and contemporary developments*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 1996.

ZEMPLÉN, G. A. History of science and argumentation in science education: joining forces? In: KOKKOTAS, P. V.; MALAMITSA, K. S. e RIKAKI, A. A. (Eds.). *Adapting historical knowledge production to the classroom*. Rotterdam: Sense Publishers, 2011, p. 129-140.

Abstract: *Pedagogical Proposal for Explicit Teaching of Argumentation: The Case of the Historical Controversy of Oxygen Gas.* We highlight the potential of a pedagogical proposal for the explicit teaching of argumentation based on the use of the historical oxygen gas controversy from the analysis of the quality of the arguments of pre-service chemistry teachers. A teaching sequence was elaborated and the pre-service teachers had to read historical texts in order to ground the arguments for the debate about the questioning: If a retrograde Nobel Prize in Chemistry were to be awarded to an 18th-century scientist involved in the discovery of oxygen gas, which scientist(s) would be granted? The individual arguments and argumentative texts of the groups were analyzed based on the following criteria: claim, evidence and justification and the relation of the argument with the vision of discovery in science. From the analysis, we observed that the pre-service teachers were concerned not only to present evidence to the scientists they defended, but also to those they opposed. Pre-service teachers tried to persuade by proposing a line of reasoning that showed the fundamentals that guided their choices. We found that the vision of discovery in science influenced decision-making, demonstrating the relationship between epistemic criteria and argumentation.

Keywords: argumentation, controversy, history of science