



Uso da História para Compreensão de Ciência e Desenvolvimento da Argumentação de Professores de Química em Formação Inicial

Paula Cristina Cardoso Mendonça

Universidade Federal de Ouro Preto

Brasil

paulamendonca@iceb.ufop.br

Rosária Justi

Universidade Federal de Minas Gerais

Brasil

rjusti@ufmg.br

ABSTRACT

As part of a teacher training project, 16 future chemistry teachers participated in a historical dramatization activity (Haber's law-court). They were divided into two groups (defence and accusation) to produce arguments about the controversy: the awarded of the Chemistry Nobel Prize to Fritz Haber in 1918. This paper presents the analysis of teachers' arguments on the steps of the law-court and discusses how this type of activity can contribute to the explicit teaching of argumentation and nature of science.

RESUMO

Como parte de um projeto complementar de formação docente, 16 licenciandos em Química participaram de uma atividade de dramatização histórica (Corte de Haber), na qual foram divididos em dois grupos (defesa e acusação) para produção de argumentos em torno da controvérsia: a outorga do prêmio Nobel de Química de 1918 a Fritz Haber. Este trabalho apresenta a análise da argumentação dos professores nas etapas da corte e discute como esse tipo de atividade pode contribuir para o ensino explícito de argumentação e natureza da ciência.

Palavras chave: argumentación, dramatización histórica, naturaleza de las ciencias; argumentação, dramatização histórica, natureza da ciência; argumentation, historical dramatization, nature of science.

PANAMORAMA GERAL DA PESQUISA

Documentos oficiais e pesquisadores da área de Educação em Ciências têm enfatizado a necessidade de *explicitamente* se discutir sobre Natureza da Ciência (NC) no Ensino de Ciências (Allchin, 2013; Irzik & Nola, 2011; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwarz, 2002) porque esse tipo de discussão contribui para o letramento científico dos estudantes ao proporcionar-lhes uma visão mais ampla sobre ciência. Todavia, em várias publicações observamos apontamentos sobre a necessidade de reflexão em torno de *o que* e *como* ensinar NC (Matthews, 1998; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003). Pensando-se em *o que* ensinar, há pesquisadores que defendem que apesar da falta de consenso entre especialistas sobre o que seja ciência, é possível e necessário caracterizar aspectos de NC que sejam não controversos e relevantes para discussão com estudantes da educação básica (Lederman et al., 2002; McComas, 2008; Osborne et al., 2003). Por exemplo, os trabalhos de Lederman e colaboradores (como, Lederman et al., 2002) apresentam uma lista de aspectos de NC que deveriam fazer parte do currículo escolar. Por outro lado, alguns pesquisadores são contrários à unificação de aspectos de NC a serem incluídos no currículo escolar devido às características contextuais, isto é, às especificidades de cada área do conhecimento científico (Irizik & Nola, 2011; Matthews, 1998). Com relação a *como* ensinar NC, estudos apontam que os aspectos devem ser tratados de forma integrada e sugerem o uso de estudos de caso (históricos ou contemporâneos) e de investigações científicas como possibilidades (Allchin, 2013; Khishfe, 2014; McComas, 2008).

Levando-se em consideração o ensino contextualizado de NC, isto é, no qual suas características não são dadas a priori, mas emergem a partir da análise de cada caso; e o fato de o ensino de NC



contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico (pensar em questões que podem ser respondidas pela ciência, analisar evidências que deem suporte às afirmativas científicas e ser capaz de argumentar sobre suas opiniões e refutar posições contrárias) (Allchin, 2013; Matthews, 1998) delineamos um curso de formação inicial de professores de química que tem como objetivos gerais promover visões mais esclarecidas sobre ciência e reflexões acerca do ensino sobre ciência. Neste artigo, analisamos a argumentação dos professores em formação ao terem contato com um caso histórico que propiciava reflexões sobre ciência.

ARGUMENTAÇÃO E DRAMATIZAÇÃO HISTÓRICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De uma forma geral, argumentação pode ser entendida como uma atividade socialmente situada na qual indivíduos produzem e justificam afirmativas baseadas em evidências (Kuhn, 1991). A literatura aponta indicativos positivos quanto a ocorrência da argumentação em salas de aula de ciências favorecer o entendimento dos conceitos científicos, da prática científica e o desenvolvimento das capacidades argumentativas de estudantes (Duschl & Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008).

Em função dos benefícios da argumentação nos processos de ensino-aprendizagem de ciências, torna-se necessário inserir discussões na formação de professores de ciências sobre os saberes inerentes à argumentação; fomentar a participação dos professores em atividades que visem promover a argumentação científica dos mesmos; e encorajá-los na produção de materiais didáticos que favoreçam a promoção da argumentação nas salas de aula de ciências (Simon, Erduran, & Osborne, 2006).

A literatura aponta alguns tipos de atividades com potencial para promoção da argumentação em sala de aula, como o uso de atividades investigativas, a discussão de episódios históricos e o debate em torno de questões sócio-científicas (Cavagnetto, 2010; Osborne, 2007). A literatura também aponta os tipos de discurso (debate convencional ou desempenho de papéis) e de casos ou problemas enfocados (autêntico ou quase-autêntico) como diferentes estratégias para desenvolvimento da argumentação e tomada de decisões dos estudantes (Simonneaux, 2008).

A dramatização histórica pode ser utilizada como fomentadora da argumentação dos estudantes. Esse tipo de atividade deve ser realizada com o intuito principal de favorecer a compreensão de que diferentes pontos de vista podem coexistir e que um deles pode, em determinada situação, ser considerado mais adequado do que o outro. Ela não é algo fácil de ser realizado no ensino, pois requer um grande preparo dos estudantes, principalmente, daqueles que irão defender ideias que não são aceitas pela comunidade científica atual (Allchin, 2013). Consideramos que esse pode ser um momento rico para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, uma vez que os alunos devem argumentar a favor de suas ideias e refutar as ideias de colegas com base em evidências e conhecimentos relevantes à luz dos fatos históricos e do contexto da época estudada. Por outro lado, a literatura demonstra predominância de estudos que investigam a argumentação de estudantes quando envolvidos em questões sócio-científicas (Cavagnetto, 2010).

Allchin (2013) apresenta uma coleção de casos históricos com identificação dos aspectos de NC que emergem dos mesmos e propostas pedagógicas para seu uso pelo professor. O autor apresenta duas interessantes propostas de atividades nas quais estudantes devem trabalhar em diferentes equipes estruturando argumentos para apoiar ou refutar distintos pontos de vista. Segundo o autor, os casos de simulações históricas são exercícios abertos para explorar NC a partir da proposição de problemas particulares em contextos históricos específicos. O objetivo destas propostas não é recontar ou “corrigir” a história, mas tornar claro o que era conhecido na época e como as informações podem ser interpretadas a partir de várias perspectivas. O autor promove cursos de formação para professores baseado nos trabalhos com os estudos de caso.



Entretanto, até o presente momento não foram encontrados na literatura relatos sobre os usos de tais casos nos contextos de formação e no ensino.

A PESQUISA

Contexto da Pesquisa

A primeira parte do curso de formação de professores foi estruturada de forma a favorecer o desenvolvimento de visões mais esclarecidas sobre NC baseado na análise de casos históricos. Uma das atividades do curso (chamada Corte de Haber) consistiu em julgar a outorga do Prêmio Nobel de Química de 1918 a Fritz Haber pela síntese da amônia.

Objetivo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise da argumentação dos licenciandos envolvidos na atividade Corte de Haber. Julgamos que tal objetivo seja relevante devido à baixa frequência de pesquisas que investiguem a argumentação envolvendo casos históricos, pois as pesquisas na área têm enfatizado os estudos de casos sócio científicos (Cavagnetto, 2010). Este objetivo pode ser traduzido na seguinte questão de pesquisa: Quais os tipos e a qualidade dos argumentos apresentados pelos licenciandos (grupos de acusação e defesa) na atividade Corte de Haber?

Amostra

O curso de formação inicial é dirigido a 16 estudantes de graduação em Química licenciatura (curso de 8 semestres de duração e noturno). A amostra é bastante heterogênea em termos dos conhecimentos desenvolvidos no curso de graduação, pois metade dos licenciandos cursavam o 2º ou 4º período do curso, enquanto os demais cursavam o 6º ou 8º período quando a atividade foi realizada. Os licenciandos foram divididos em dois grupos, um favorável e outro contrário à premiação do cientista. Os grupos eram heterogêneos em relação ao estágio do curso dos licenciandos, isto é, cada grupo era constituído por 4 estudantes de períodos iniciais e 4 estudantes de períodos finais do curso.

Metodologia de Coleta de Dados

A atividade Corte de Haber foi a segunda realizada no curso de formação (para mais detalhes sobre as demais atividades do curso, ver Almeida, Oliveira, & Mendonça, 2014; Costa, Mendonça, & Justi, 2014). A escolha deste caso se deveu a dois motivos principais. Primeiro, a possibilidade de explorar vários aspectos de NC que têm o potencial de desmistificar uma série de estereótipos sobre a ciência e os cientistas. Segundo, envolver um personagem histórico polêmico, pois Fritz Haber esteve envolvido na 1ª Guerra Mundial e em pesquisas com gases utilizados no front de batalha, o que poderia ser bastante provocador como tema de discussão num debate argumentativo.

Cada grupo de licenciandos recebeu um mesmo conjunto de textos históricos (fontes primárias e secundárias) para análise. Os textos foram selecionados pelo grupo de pesquisa que coordenamos (constituído por professores de química, alunos de mestrado e doutorado na área de educação em ciências e outros professores universitários). O grupo também identificou todos os argumentos contrários e favoráveis à premiação do cientista, assim como os aspectos de NC presentes nos materiais.

Foi solicitado aos licenciandos que, a partir da consulta aos textos ou de outras fontes que julgassem relevantes, produzissem argumentos para defesa ou ataque ao réu. Os grupos de licenciandos reuniram-se em dois encontros (com duração total de 6h) para produzir os argumentos. O ensino de argumentação não foi explícito durante a produção dos argumentos pelos grupos. Eles também foram informados sobre a dinâmica da corte: exposição inicial dos argumentos de cada grupo, réplica e tréplica aos argumentos (a serem conduzidas em 30, 15 e 15



minutos, respectivamente). Em cada etapa, os argumentos utilizados pelo grupo deveriam ser apresentados em formato escrito para o juiz. Também foi informado que o veredicto da corte (isto é, a decisão sobre se Haber seria ou não merecedor do prêmio Nobel de Química) se basearia na qualidade dos argumentos apresentados e não no resultado já conhecido. Além disto, enfatizamos que eles deveriam produzir os argumentos pensando no contexto histórico vivenciado pelo cientista, isto é, até 1920. Finalmente, recomendamos que a corte não deveria ocorrer a partir da leitura dos argumentos, mas de uma dramatização. Portanto, seria montado um cenário e eles poderiam interpretar e usar vestimentas que julgassem mais adequadas. Isto foi feito no intuito de aumentar a motivação dos alunos para participar da atividade.

No dia da corte, uma das professoras formadoras ficou responsável pela organização da mesma. Toda a atividade foi registrada em vídeo e os argumentos escritos foram recolhidos.

Posteriormente à análise dos dados, houve uma reunião com os licenciandos (de 3h de duração) para apresentar a análise de cada um dos argumentos utilizados por eles nos diferentes momentos – o que fundamentou nosso veredicto da corte. Nesta análise, explicitamos os componentes e os critérios para julgamento dos argumentos. Nosso objetivo era que eles não só compreendessem o veredicto da corte, mas também aprendessem sobre argumentação e NC. A discussão com os licenciandos também foi registrada em vídeo.

Metodología de Análise de Dados

A partir da inspeção inicial dos dados (vídeo da corte e argumentos escritos produzidos pelos licenciandos), classificamos aquilo que os estudantes chamaram de argumentos. Nesses textos (os ‘argumentos’ produzidos pelos alunos), buscamos identificar os elementos apontados pela literatura como os principais constituintes do argumento. Para tanto, identificamos: a *afirmativa*, isto é, a ideia que o grupo pretendia defender; a *evidência*, isto é, as informações, os dados ou enunciados que poderiam ser encontrados nos textos e que dariam suporte à afirmativa; a *justificativa*, isto é, uma afirmativa que aponta porque uma evidência pode ser aceita para dar suporte a uma explicação ou uma inferência que explica a afirmativa. A evidência foi classificada como *forte* ou *fraca* em função de relacionar-se coerentemente com a afirmativa e de ser baseada nos elementos presentes nos textos históricos. A justificativa foi classificada como *forte* ou *fraca* em função de estabelecer um relacionamento coerente entre evidência e afirmativa ou ser um tipo de inferência pertinente. Identificamos também a *base da argumentação*, ou seja, o tipo de estratégia ou raciocínio utilizado na construção do argumento. As bases utilizadas pelos licenciandos foram propostas a partir de inspeção dos dados: apelo às emoções, caráter do cientista (positivo ou negativo), aspecto científico, critérios de atribuição do prêmio Nobel, consequências negativas da produção do conhecimento, consequências negativas do uso do conhecimento produzido, aspecto histórico, aspecto jurídico, aspectos relacionados à natureza da ciência e aspecto tecnológico.

A cada proposta de argumentação, os licenciandos podem ter expresso mais de um argumento. Além disso, cada argumento pode ter sido classificado contendo mais de uma base para argumentação. Nas etapas de réplica e tréplica, também analisamos se os argumentos apresentados tinham como objetivo realmente refutar aqueles propostos pelos adversários.

Após a definição dos critérios de análise e realização de uma análise inicial conjunta, os demais membros do grupo de pesquisa que coordenamos também realizaram a análise de cada argumento. O resultado das análises originou-se, então, do consenso atingido após triangulação entre nossa análise original e a de cada um dos membros do grupo.



Apresentamos alguns exemplos de classificação dos argumentos utilizados na corte. A afirmativa é apresentada em negrito, a evidência é sublinhada e a justificativa é apresentada em itálico.

“Haber foi um grande cientista, um dos maiores físico-químicos conhecidos até hoje, tendo aprendido quase tudo sozinho. Apesar de todas as dificuldades encontradas na nova cidade, Haber superou todas elas e, por isso, destacou-se por suas grandes qualidades, entre elas: enorme capacidade de trabalho, tenacidade, rigor exaustivo, grande conhecimento teórico e capacidade associativa. Ele também lecionava assuntos diversos como química dos gases, corantes e eletroquímica”. [Defesa, Caráter (positivo) do cientista, Evidência forte]

“O réu demonstrou-se impiedoso e desumano, com sua síntese que, de forma paradoxal, *deixou milhões de mortos durante a 1º Guerra Mundial*”. [Acusação, Caráter (negativo) do cientista & Consequências negativas do conhecimento produzido, Justificativa fraca]

“Outros cientistas já haviam sintetizado amônia, Haber não foi o primeiro ... O réu foi nomeado ao Prêmio Nobel pela síntese da amônia a partir do nitrogênio, sendo que, le Chatelier anteriormente já tinha concluído pelo seu próprio princípio, que o processo de síntese da amônia era possível a partir de altas pressões e temperatura na presença de um catalisador. No entanto, o que impossibilitou a produção por le Chatelier foi a falta de equipamentos e recursos para tal. Como por exemplo, reatores resistentes a altas pressões e temperaturas. Inclusive le Chatelier já havia patenteado estes estudos sob um pseudônimo”. [Acusação, Aspectos Científico & Histórico, Evidência forte]

“Além disso, é válido lembrar que **a ciência não pode ser caracterizada como boa ou má.** *Esses conflitos quanto à utilização do conhecimento científico independem do mesmo*”. [Defesa, Aspecto Natureza da Ciência, Justificativa forte]

RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Parte A: Exposição inicial dos argumentos

O grupo de acusação apresentou cinco temas de argumentação na exposição inicial. No primeiro visava mostrar *Haber como nacionalista, militarista, desumano, egocêntrico (um monstro como ser humano)*. Foram produzidos 15 argumentos relativos a esse tema, com as seguintes bases: caráter negativo do cientista (10), apelo às emoções (6), consequências negativas do conhecimento produzido (1), consequências negativas do uso do conhecimento produzido (3), aspecto histórico (3) e aspecto científico (3). 11 argumentos eram sustentados apenas por evidências, sendo 7 fortes e 4 fracas, enquanto 3 argumentos foram apenas justificados, sendo uma dessas justificativas forte e duas fracas. Apenas um argumento apresentou simultaneamente os elementos evidência e justificativa:

“Prova-se ainda pelo relato de testemunhas que **o réu só se converteu ao cristianismo, para conquistar cargos públicos,** *haja vista que judeus não tinham tantos privilégios em relação a esses cargos, demonstrando ainda mais seu egocentrismo*”. [Acusação, caráter negativo do cientista & apelo às emoções].

Neste caso, a evidência foi classificada como fraca e a justificativa como forte, pois faltou especificar quais seriam as testemunhas e o contexto do relato delas para dar força à afirmativa. Além disto, considerando a justificativa, a evidência é enfraquecida.

Os demais temas de argumentação, seguidos pelos tipos e elementos dos argumentos, do grupo de acusação foram: *Outros cientistas já sintetizaram amônia, portanto, Haber não foi o primeiro a fazê-lo* (1 argumento, aspecto científico, evidência forte); *Haber negou conhecer relatos de trabalhos anteriores nos quais amônia foi sintetizada* (1 argumento, aspecto histórico, apenas afirmativa); *Haber não trabalhou sozinho* (2 argumentos, aspecto científico, 1 evidência forte e 1 justificativa forte) e *o laureamento de Haber vai contra os critérios definidos por Nobel para os ganhadores do prêmio* (2 argumentos, critérios de atribuição do prêmio Nobel & aspecto histórico, 1 evidência fraca e 1 justificativa fraca).



A partir desses dados, podemos afirmar que o grupo de acusação focou a discussão no primeiro tema, para o qual apresentou diversas evidências. Entretanto, a maioria dessas evidências foi apresentada de forma apelativa, com o objetivo de denegrir o caráter do cientista. O grupo não deu ênfase aos argumentos baseados no conhecimento químico (científico) e em aspectos históricos, que seriam decisivos na argumentação. Por exemplo, a acusação poderia ter argumentado que a empresa BASF ofereceu um “honorário” anual de 10.000 marcos por 5 anos a Nernst e este, prontamente, se empenhou “como um dever nacional” em defender a patente de Haber, antes questionada. Além disso, o grupo demonstrou fragilidades quanto ao entendimento dos conhecimentos químicos e do aspecto trabalho colaborativo como uma característica da ciência (vide exemplo de argumento científico apresentado na seção de metodologia de análise). Este argumento mostra um desconhecimento de que o prêmio foi atribuído pela síntese nas condições em que foi feita. Além disso, outros cientistas deveriam ter sido citados e reconhecidos como colaboradores. Ao contrário, o grupo enfatizou que o fato de outros cientistas já terem trabalhado no assunto desmerece o feito de Haber.

O grupo de defesa apresentou quatro temas de argumentação na exposição inicial. O primeiro deles visava *enaltecer Haber como um grande cientista*, sendo apresentados 6 argumentos (caráter positivo do cientista (2), apelo às emoções (2), aspecto histórico(3)), dos quais apenas 1 com evidência forte. O segundo tema visava mostrar que *Haber foi motivado a sintetizar amônia por causas nobres*. Em relação a este tema, foram apresentados 5 argumentos (apelo às emoções (1) e aspecto histórico(4)), dos quais apenas 1 com evidência forte. O terceiro tema evidenciava *o trabalho realizado em colaboração (e com a ajuda inestimável) da indústria*, sendo apresentado 1 argumento de base histórica e com evidência forte. O quarto tema mostrava *os critérios do prêmio Nobel*, sendo apresentados 2 argumentos (critério do prêmio Nobel (1) e aspecto histórico (1)), ambos embasados em evidências fortes. O grupo de defesa não apresentou justificativas em seus argumentos. Contrariamente ao grupo de acusação, os

argumentos foram mais focados no problema e diversificados, com menor ênfase ao apelo emocional. Não foram utilizados argumentos químicos (científico) que poderiam ser decisivos para o grupo.

Durante a discussão final da atividade, quando nossa análise foi apresentada aos licenciandos, destacamos todas as inconsistências nos argumentos propostos por eles. Um dos problemas destacados foi o uso exagerado de argumento de apelo às emoções. Por exemplo, enfatizamos que um grande problema da acusação foi ter baseado sua argumentação em um argumento fundamentado em apelo emocional e em uma base falsa, isto é, em ter usado os critérios do Nobel da Paz ao invés daqueles destinados ao prêmio na área da Química para justificar a não atribuição do prêmio a Haber. Assim, toda a eloquência usada na argumentação ficou vazia. Também destacamos os problemas decorrentes da falta de uso de argumentos baseados nos conhecimentos científicos e mostramos vários exemplos que poderiam ter sido utilizados por ambos grupos para que pudessem ser “vencedores” da etapa inicial. Terminamos esta parte da discussão salientando que ambos grupos apresentaram pontos positivos e negativos, sem que nenhum deles tenha se destacado como mais convincente do que o outro.

Parte B: Réplica e Tréplica

No quadro 1 apresentamos uma síntese dos temas utilizados na argumentação por cada grupo em todas etapas da corte. No quadro 2 mostramos quais desses argumentos foram refutados nas etapas de réplica e tréplica.



Quadro 1. Síntese da argumentação em cada etapa da corte.

GRUPO	SÍNTESE DOS ARGUMENTOS	INICIAL	RÉPLICA	TRÉPLICA
Acusação	1. Haber era um ser humano sem caráter (nacionalista, militarista, desumano, egocêntrico).	x	x	x
	2. Outros cientistas já haviam sintetizado a amônia. Isto é, Haber não foi o primeiro a fazer isto.	x		
	3. Haber negou conhecer trabalhos anteriores.	x		
	4. Haber não trabalhou sozinho, foi um mero colaborador.	x	x	x
	5. O laureamento de Haber vai contra os critérios definidos por Nobel para os ganhadores do prêmio.	x		
Defesa	1. Haber era um grande cientista.	x	x	x
	2. Os estudos de Haber foram motivados por causas nobres.	x	x	x
	3. O trabalho foi realizado em colaboração (e com a ajuda inestimável) da indústria.	x		
	4. O laureamento de Haber atende aos critérios definidos por Nobel para o prêmio na área de Química.	x	x	
	5. Haber não era mau caráter; ele defendia os interesses de seu país.		x	
	6. Ciência não pode ser caracterizada como boa ou má. A utilização do conhecimento científico não pode caracterizar a ciência.		x	

Quadro 2. Argumentos refutados em cada etapa da corte.

GRUPO	SÍNTESE DOS ARGUMENTOS	RÉPLICA		TRÉPLICA	
		OK	NÃO	OK	NÃO
Acusação	1. Haber era um ser humano sem caráter (nacionalista, militarista, desumano, egocêntrico).	D			
	2. Outros cientistas já haviam sintetizado a amônia. Isto é, Haber não foi o primeiro a fazer isto.	D		D	
	3. Haber negou conhecer trabalhos anteriores.				
	4. Haber não trabalhou sozinho, foi um mero colaborador.			D	D
	5. O laureamento de Haber vai contra os critérios definidos por Nobel para os ganhadores do prêmio.	D		D	
Defesa	1. Haber era um grande cientista.		A	A	A
	2. Os estudos de Haber foram motivados por causas nobres.	A	A		
	3. O trabalho foi realizado em colaboração (e com a ajuda inestimável) da indústria.				
	4. O laureamento de Haber atende aos critérios definidos por Nobel para o prêmio na área de Química.				A
	5. Haber não era mau caráter; ele defendia os interesses de seu país.		A		A

Legenda: D = argumento refutado pela Defesa; A = argumento refutado pela Acusação.

O grupo de acusação apresentou apenas 5 argumentos dos tipos 1 e 4 (quadro 1) durante a argumentação na réplica, tendo como base apelo às emoções (4), caráter (negativo) do cientista (3) e aspecto histórico (3). Mais uma vez o grupo de acusação focou-se no apelo às emoções como estratégia de argumentação. Todas as evidências apresentadas pelo grupo foram fortes. Só



foi apresentada uma justificativa, também forte. Entretanto, os relacionamentos das evidências e justificativa com as afirmativas foram, em geral, fracos ou vagos. Houve tentativa de refutação de 3 argumentos do grupo de defesa. Porém, em apenas um caso a refutação foi satisfatória (quadro 2). Por exemplo, o grupo de acusação apresentou um argumento contra as evidências apresentadas pelo grupo de defesa sobre a genialidade de Haber e o fato dele ter estudado sozinho:

“No desenvolvimento da síntese da amônia, Haber foi um mero colaborador, pois só os conhecimentos dele não foram suficientes. Pesquisadores como le Chatelier e Bosch foram fundamentais para o sucesso do processo. O conhecimento utilizado por Haber já era de conhecimento de outros. Para ser generoso com **Haber**, podemos somente dizer que **foi apenas uma boa liderança**, e não merecedor de um prêmio Nobel de Química. Talvez caberia a ele um prêmio Nobel de Economia”. [Acusação, Réplica, Aspecto Histórico].

As justificativas e evidência são fortes, mas os relacionamentos com as afirmativas são fracos. A inferência quanto ao prêmio Nobel de Economia não apresenta sentido. Mais uma vez os constituintes do grupo demonstraram não domínio do aspecto científico, pois se limitaram a falar de le Chatelier e Bosch, omitindo outros cientistas importantes para o contexto, como Ostwald.

O grupo de defesa apresentou 14 argumentos, não utilizando o tipo 3 (apresentado na exposição inicial), mas utilizando dois novos tipos (5 e 6). As bases da argumentação foram aspecto histórico (12), apelo às emoções (1), critérios de atribuição do prêmio Nobel (1) e de natureza da ciência (1). Mais uma vez o grupo focou a base da argumentação nos aspectos históricos. Das 11 justificativas apresentadas, 9 foram fortes. Das 4 evidências apresentadas, apenas 1 era fraca. Apenas 1 argumento apresentou os elementos evidência e justificativa. Foram refutados 4 argumentos do grupo de acusação, sendo que essas refutações, na maioria das vezes, se basearam em informações novas, como mostrado no exemplo a seguir.

“Quanto ao merecimento do prêmio Nobel, vale lembrar que **Haber foi laureado com o prêmio Nobel de Química e não da Paz**. Sendo assim, *o que deve ser ponderado é a contribuição do cientista para o desenvolvimento da ciência e da humanidade e, quanto a isto, não há como contestar a importância dos estudos de Haber sobre a síntese da amônia*”. [Defesa, Réplica, Aspecto Histórico]

O grupo de acusação usou os critérios do prêmio Nobel da Paz como sendo aqueles usados para o prêmio do Nobel da Química na parte inicial. O grupo de defesa foi contra esse argumento apresentando justificativa bastante pertinente.

A defesa argumentou melhor neste parte da corte, mas os principais argumentos que convenceriam o júri de que Haber mereceu o prêmio (que seriam os científicos, isto é, os que mostrariam efetivamente quais foram as contribuições dele) ainda não foram apresentados nesta parte o que podia gerar dúvidas no júri: afinal, por que as contribuições de Haber foram tão importantes?

Como pode ser observado no quadro 2, novamente durante a tréplica o grupo de defesa conseguiu refutar mais argumentos do que o grupo de acusação. Eles focaram sua argumentação em apenas dois tipos de argumentos (1 e 2), mas diferentemente do grupo de acusação, trouxeram aspectos novos, relevantes as situações e foram mais objetivos. Entretanto, novamente, o grupo de defesa deixou a desejar no detalhamento e destaque da contribuição científica de Haber. O grupo de acusação foi mais repetitivo, apelou mais para o emocional como estratégia de argumentação, demonstrando um entendimento mais restrito dos textos históricos.

Assim como na parte inicial, os argumentos apresentados por cada grupo nos momentos de réplica e tréplica foram discutidos com os licenciandos. Aproveitamos todas as oportunidades para discutir *explicitamente* sobre os elementos do argumento e características de NC relacionadas ao caso. Para mais detalhes sobre as influências da corte na visão de ciência dos bolsistas, consultar Justi e Mendonça (2014).



Para apresentação da conclusão da corte, destacamos, em ordem, os seguintes aspectos da análise da argumentação:

- Os grupos não usaram argumentos químicos, que seriam essenciais na discussão em questão.
- Identificação dos argumentos científicos que poderiam ter sido usados pelos dois grupos de forma a convencer o júri das posições defendidas por cada um deles.
- Em termos da qualidade da argumentação, poucos foram os argumentos apresentados com evidência e justificativa, quer dizer, poucos dos textos que eles chamaram de 'argumentos' poderiam ser realmente identificados como argumentos de acordo com a literatura.
- Em geral, o grupo de defesa argumentou melhor, tanto na elaboração de argumentos coerentes quanto na elaboração de refutações efetivamente relacionadas com os argumentos apresentados pelo grupo de acusação.
- Apesar de o grupo de acusação ter apresentado 5 argumentos inicialmente, focou a discussão principalmente em dois deles.
- Nos momentos de réplica e tréplica, o grupo de acusação tentou deturpar os argumentos do grupo de defesa algumas vezes, mas não conseguiu perceber os pontos fracos da defesa (que poderiam, se bem articulados, serem usados na acusação).
- Ao longo de todo o processo, o grupo de acusação apelou muito mais às emoções do que o grupo de defesa.
- Portanto, considerando os aspectos argumentativos, apresentamos o grupo de defesa como vencedor da corte.
- Porém, apesar de ter argumentado melhor, a defesa não apresentou argumentos que evidenciassem e convencessem o júri de que Haber foi o responsável pela mais importante descoberta (ou melhoria) na área de Química em 1918 (enfatizamos os critérios do Nobel). Então, numa situação real, a não utilização dos argumentos químicos (que efetivamente convenceriam um júri de que o trabalho de Haber foi brilhante e merecedor do prêmio) faria com que a corte fosse adiada (visando dar às duas partes mais tempo para a apresentação de provas mais convincentes).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscamos trazer uma contribuição à pesquisa e ao ensino a partir da apresentação da análise da argumentação de professores de química em formação inicial envolvidos em uma dramatização histórica com potencial para o ensino explícito de NC e argumentação.

A literatura aponta as dificuldades de estudantes e professores de ciências com as capacidades argumentativas em diversos contextos (por exemplo, analisar evidências, argumentar baseado em evidências, conectar evidências e justificativas num argumento, utilizar mais de uma evidência com

objetivo de persuadir etc.) (Newton, Driver, & Osborne, 1999; Simon et al., 2006; Zembaul-Saul, Munford, Crawford, Friedrichsen, & Land, 2002; Zohar, 2008). Nossos dados também demonstram os problemas de professores de química em formação inicial ao argumentarem. Foram pouquíssimos os argumentos que conectavam evidências e justificativas. A utilização de argumentos do tipo apelo emocional foi bastante frequente. A dificuldade de propor argumentos que conseguissem refutar o argumento contrário também foi frequente. Julgamos que isso pode ter ocorrido porque foi a primeira vez que os licenciandos participaram de uma atividade que envolvia desempenho de papéis num júri simulado. Além disso, boa parte da amostra tinha pouquíssimo contato com textos históricos. Portanto, esse tipo de leitura e análise era nova para



os mesmos. Eles também não foram informados inicialmente sobre o que seria um argumento, seus elementos, o que contaria como um bom argumento (ou exemplo) e quais as capacidades argumentativas.

Ao apresentarmos o veredicto, a discussão de cada argumento em cada etapa da corte com as explicitações dos critérios de julgamento caracterizou uma metodologia de ensino explícita de argumentação. Esta se mostrou bastante frutífera, pois propiciou várias discussões produtivas entre professoras formadoras e licenciados partindo dos exemplos propostos pelos últimos. Por exemplo, as definições de argumento, evidência e justificativa tornaram-se mais palpáveis para os licenciandos a partir dos exemplos. Enfatizamos ainda a importância do professor de ciências favorecer o desenvolvimento da argumentação dos estudantes, destacando que, no contexto da ciência, os conhecimentos científicos são primordiais nas justificativas. Com isso, enfatizamos os problemas quanto ao não uso dos aspectos científicos na argumentação da corte. Com base no exposto, a proposta aqui discutida mostrou-se relevante para o desenvolvimento das capacidades argumentativas dos professores. Isto porque eles puderam ter contato como uma forma de trabalhar com textos históricos e argumentação no ensino de ciências a partir de um experiência vivenciada que envolveu reflexões sobre todo processo.

A partir da análise da argumentação, aproveitamos, sempre que possível, para explicitar características de NC salientes (Justi & Mendonça, 2014), o que reforça a relevância da dramatização histórica como recurso para o ensino sobre ciências.

Sobre NC e argumentação, a análise da corte mostrou situações em que a visão de ciências teve influências sobre o argumento ou o argumento anunciou possível entendimento sobre ciência. No caso do grupo de acusação, o argumento do tipo *Haber não trabalhou sozinho* pode ser um indício do não entendimento sobre o trabalho colaborativo na ciência. No caso do grupo de defesa, o argumento com base no aspecto natureza da ciência, que distingue os usos que os humanos fazem do conhecimento científico do caráter atribuído à ciência como boa ou má, também dá indício da visão do grupo sobre ciência ser livre de valores. Por sua vez, também denuncia uma possível visão frágil do grupo de acusação sobre tal aspecto de NC, visto que a defesa usou esse tipo de argumento para refutar os argumentos contra a premiação de Haber a partir do uso do conhecimento derivado da síntese da amônia utilizados pelo grupo de acusação.

Pesquisas que investiguem as contribuições do uso de episódios históricos nos contextos de formação de professores e nas salas de aula de ciências com objetivos de estudar suas influências no desenvolvimento das capacidades argumentativas e em visões mais esclarecidas de NC e, principalmente, nas relações entre NC e argumentação, são promissoras para o campo de Educação em Ciências para fomentar mais discussões como as realizadas neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e UFOP pelo auxílio financeiro na realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources* Minneapolis: Itasca.
- Almeida, B. C. , Oliveira, T. M. A. , & Mendonça, P. C. C. (2014, 16 a 18 de novembro). *Natureza da Ciência a partir de casos históricos: uma proposta criativa para aprender sobre ciência*. Artigo apresentado no III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican Conference, Santiago do Chile.



- Cavagnetto, A. (2010). Argument to foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts *Review of Education Research*, 80(3), 336-371.
- Costa, T. B. , Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2014, 16 a 18 de novembro). *Uso de controvérsias históricas para favorecer a compreensão de natureza da ciência*. Artigo apresentado no International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican conference, Santiago do Chile.
- Duschl, R.A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Irzik, G. , & Nola, R. . (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 59-607.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in Science Education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.
- Justi, R., & Mendonça, P. C. C. (2014). *Contribuições da discussão de uma controvérsia relacionada com história para o desenvolvimento do conhecimento de professores sobre ciências*. Artigo apresentado no III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican Conference, Santiago do Chile.
- Khishfe, R. (2014). Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of SocioScientific Issues: And effect on Student Learning and Transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974-1016.
- Kuhn, D. (1991). *The Skills of Argument*. New York: Cambridge University.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L, & Schwarz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learner's Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Matthews, M. R. . (1998). In defende os modest goals when teaching about the Nature of Science *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174.
- McComas, W. F. . (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Osborne, J. (2007). Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(1), 1-17.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What " ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in Socio-Scientific Contexts. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (pp. 179-200). Dordrecht: Springer.
- Zembaul-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P., & Land, S. (2002). Scaffolding Preservice Science Teachers' Evidence-Based Arguments During and Investigation of Natural Selection. *Research in Science Education*, 32(4), 437-463.
- Zohar, A. (2008). Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (pp. 245-268). Dordrecht: Springer.