

**ARTIGOS**  
*ARTICLES*

## O PAPEL DA ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: LIÇÕES DE UM WORKSHOP

Daniela Lopes Scarpa\*  
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

**RESUMO:** O objetivo do presente artigo é apresentar e dialogar com os trabalhos produzidos neste número especial, resultado de palestras proferidas no workshop *Argumentação no Ensino de Ciências*. Os três primeiros artigos discutem mais especificamente a argumentação como prática epistêmica da ciência. O quarto e o quinto propõem elementos orientadores para o planejamento de Ambientes de Aprendizagem argumentativos e, juntamente com os três primeiros, assumem o ensino por investigação/modelagem como abordagem privilegiada para isso. Os três últimos trazem os desafios metodológicos da pesquisa e apresentam perspectivas diferenciadas de análise de situações argumentativas. No diálogo com esses textos, retomo o conceito de hibridação entre cultura escolar e científica, em que a argumentação está na zona de fronteira entre essas culturas; relaciono as etapas da investigação científica com o processo de argumentação e explico as ações esperadas de professores e alunos na elaboração de atividades argumentativas.

**Palavras-chave:** Argumentação. Ensino de Ciências por Investigação. Ambientes de Aprendizagem. Hibridação. Losango didático.

\*Doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Professora Pesquisadora do Instituto de Biociências da USP e Coordenadora do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação (BioIn/USP). E-mail: dlsarpa@usp.br.

### EL PAPEL DE LA ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: LECCIONES DE UN TALLER

**RESUMEN:** El objetivo de este artículo es presentar y dialogar con los trabajos producidos en este número especial, resultado de conferencias del taller *Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias*. Los tres primeros artículos discuten más específicamente la argumentación como práctica epistémica de la ciencia. El cuarto y el quinto proponen elementos orientadores para el planeamiento de Ambientes de Aprendizaje argumentativos y, juntamente a los tres primeros, asumen la enseñanza por investigación/modelaje como abordaje privilegiada para tal. Los tres últimos traen los desafíos metodológicos de la investigación y presentan perspectivas diferenciadas de análisis de situaciones argumentativas. En el diálogo con esos textos, retomo el concepto de hibridación entre cultura escolar y científica, en el cual la argumentación está en la zona de frontera entre esas culturas; relaciono las etapas de la investigación científica con el proceso de argumentación y explico las acciones esperadas de profesores y alumnos en la elaboración de actividades argumentativas.

**Palabras clave:** Argumentación; Enseñanza de las Ciencias por Investigación. Ambientes de Aprendizaje. Hibridación. Rombo Didáctico.

## ARGUMENTATION'S ROLE IN SCIENCE EDUCATION: LESSONS FROM A WORKSHOP

**ABSTRACT:** This paper presents and dialogues with the works produced in this special issue, the result of the lectures made at the workshop *Argumentation in Science Teaching*. The first three articles discuss more specifically the argument as epistemic science practice. The fourth and the fifth propose planning guiding elements' argumentative learning environments and, together with the first three, propose that inquiry-based / modeling-based science education approach is privileged for that. The last three papers discuss research's methodological challenges and present different analysis perspectives of argumentative situations. In dialogue with these texts, I discuss the concept of hybridization between school and scientific culture, where the argument is in the border area between these cultures; I relate the steps of scientific inquiry with the process of argumentation and I explicit actions expected of teachers and students while designing argumentative activities.

**Keywords:** Argumentation. Inquiry-based science education. Learning environments. Hybridization. Didactical rhombus.

## INTRODUÇÃO

A argumentação vem ganhando interesse crescente na pesquisa em Ensino de Ciências. Em sua revisão sobre as tendências das pesquisas no Ensino de Ciências, Lin et al. (2014) mostraram que a argumentação, o ensino por investigação e a modelagem têm sido assunto de destaque nos trabalhos mais citados da área entre 2008 e 2012. E, desde 1998, a importância das pesquisas em argumentação tem sido constantemente reconhecida e tem influenciado o olhar da área como forma de desenvolver o raciocínio, o pensamento crítico, a metacognição e a compreensão sobre a natureza da ciência nas salas de aula.

Com o objetivo de compreender o papel da argumentação em artigos publicados entre 1998 e 2014, Erduran, Ozdem, Park (2015) verificaram que 5% de um total de 3076 artigos publicados no período nas três revistas de maior impacto da área se referiam à pesquisa com argumentação, sendo que o número de artigos com essa temática mais que duplica entre 2008 e 2014 com relação ao período anterior.

No Brasil não é diferente, e há vários grupos de pesquisa preocupados com a argumentação no Ensino de Ciências. Nos artigos e nas apresentações de congressos que tratam do tema encontram-se múltiplas abordagens em relação aos objetivos da pesquisa e aos referenciais que sustentam as metodologias de análise. Assim, por exemplo, algumas pesquisas apresentam como objetivo descrever o processo de argumentação que se estabelece na sala de aula, enquanto outras buscam estratégias para fomentar a argumentação. Com relação aos referenciais teórico-metodológicos utilizados especialmente para a elaboração de categorias de análise, apesar da predominância do uso do padrão de argumento de Toulmin, encontram-se outros, como os esquemas argumentativos de Walton e a pragma-dialética de Van Eemeren. Por conta dessa diversidade, pesquisadores associados ao NAPIEC (Núcleo de Apoio à Pesquisa e Inovação no Ensino de Ciências da USP) sentiram a necessidade de realizar um encontro com o objetivo de criar oportunidades para a discussão sobre as pesquisas. Nasce, então, o workshop *Argumentação no Ensino de Ciências*, que ocorreu em maio de 2014, na Faculdade de Educação da USP.

O propósito do workshop foi possibilitar um ambiente rico para interações entre os participantes. O interesse pelo assunto superou as expectativas. A comissão organizadora ficou impressionada com a velocidade com que as inscrições foram realizadas e teve que aumentar o número de vagas de 90 para 300. Foram oito palestras de pesquisadores brasileiros, espanhóis e mexicanos, distribuídas em dois dias, sobre contribuições dos resultados de suas pesquisas para a área anexo 1. O terceiro dia foi organizado na forma de um grupo de trabalho fechado, no qual participaram palestrantes e outros líderes de grupos de pesquisa para discutirem os desafios teórico-metodológicos relacionados à pesquisa em argumentação no Ensino de Ciências. As palestras resultaram nos oito artigos seguintes que compõem este número especial.

O objetivo do presente artigo é apresentar e dialogar com os trabalhos produzidos, trazendo resultados e reflexões sobre o papel da argumentação no Ensino de Ciências. Os próximos três artigos discutem mais especificamente a argumentação como prática epistêmica da ciência. O quinto e o sexto propõem eixos e elementos orientadores para o planejamento de Ambientes de Aprendizagem argumentativos e, juntamente com os três primeiros, sugerem que o ensino por investigação/modelagem é abordagem privilegiada para isso. Os três últimos trazem os desafios metodológicos da pesquisa e apresentam perspectivas diferenciadas de análise de situações argumentativas. O diálogo com os textos não acontecerá linearmente, nessa ordem, mas conforme os conceitos e as reflexões forem sendo tecidos.

## A ARGUMENTAÇÃO E O PENSAMENTO CRÍTICO

Argumentar é expressar razões sobre o que pensamos ou fazemos. Assim, compreender a argumentação é importante tanto para formularmos boas razões para as afirmações proferidas, quanto para avaliarmos as razões fornecidas por outros sobre suas ideias e ações.

Saber argumentar e avaliar argumentos são, então, habilidades importantes em várias esferas de circulação humana. Se, por um lado, argumentar contribui para o indivíduo organizar seu pensamento e expressar a sua vontade; por outro, é por meio da prática pública da argumentação que comunidades comunicacionais são forjadas e que se torna possível estabelecer os consensos necessários a uma vida em sociedade.

É no argumento que nós podemos encontrar a maneira mais significativa na qual o pensamento e o raciocínio figuram na vida de pessoas comuns. Pensamento como argumento está implicado em todas as crenças que as pessoas têm, nos julgamentos que elas fazem e nas conclusões que elas tiram (KUHN, 1993, p. 322, tradução nossa).

Assim, a natureza social do ser humano envolve necessariamente a atividade argumentativa. Há aspectos comuns da argumentação que acontecem em diferentes instâncias, como, por exemplo, em um tribunal, na ciência ou no cotidiano. Quando se faz uma afirmação, se elabora uma hipótese, se apresenta uma defesa legal ou uma opinião estética, podemos questioná-las para decidir se concordamos ou não: as razões oferecidas são suficientes?; são relevantes?; são sólidas? (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1984).

O pensamento racional ou o pensamento crítico, nas mais diversas áreas de atividades humanas, não se satisfaz com afirmações categóricas, sem embasamento, mas avalia a solidez das relações entre conclusões, dados e justificativas apresentadas (a estrutura do argumento) e avalia a força e a verdade desses elementos (o conteúdo das conclusões, dados e justificativas de acordo com os parâmetros do contexto).

Toulmin (2006) chama de campo-independente aquelas características comuns aos mais diversos fóruns e que definem a estrutura e a solidez do argumento e campo-dependente, as características particulares a cada campo de conhecimento, relacionadas ao conteúdo e ao que conta como conceitualmente correto ou verdadeiro.

Na área de ciências da natureza, a pesquisa envolve etapas e formas de raciocinar e comunicar que culminam em processos argumentativos típicos. A argumentação é considerada atividade central nas ciências naturais. Para elaborar hipóteses, previsões, modelos, explicações para os fenômenos naturais, os cientistas articulam evidências empíricas com pressupostos teóricos, ou seja, constroem argumentos para sustentar ou refutar afirmações, persuadindo a comunidade em favor de suas ideias.

Como Rosária Justi reconhece no segundo artigo deste número, muitos estudiosos de diversos campos de conhecimento discutem as possíveis características da ciência. A autora destaca que é um empreendimento subjetivo humano em que a curiosidade e a análise crítica são centrais na produção de conhecimento (JUSTI, 2015).

Sem a pretensão de esgotar essa discussão e considerando a lógica interna da ciência, apresentamos uma visão que permite evidenciar as relações entre a atividade científica e a argumentação. Lawson (2004) caracteriza as investigações científicas em termos do raciocínio do tipo *Se/então/portanto (If/then/therefore)*, empregado nas etapas de produção do conhecimento científico: observações sobre o desconhecido, questões causais, hipóteses, testes imaginados, previsões, testes realizados, resultados obtidos e conclusões.

Observações sobre algo desconhecido ou misterioso levam à elaboração de questões. As primeiras tentativas de explicações sobre o fenômeno e de responder às perguntas são chamadas de hipóteses (*se*), que são elaboradas levando-se em consideração o conhecimento prévio sobre o assunto. A hipótese representa a conclusão de um argumento sustentado em dados empíricos e justificativas teóricas conhecidos.

Para cada hipótese proposta é imaginado um teste (*e*) e realizada uma previsão (*então*). *Se* ocorrer de tal maneira, *e* testarmos isso de tal maneira, *então* teremos tal resultado. Lawson analisa diversos casos históricos para testar a validade do padrão de raciocínio. Um deles é sobre a extinção dos dinossauros há 65 milhões de anos (LAWSON, 2004). Um dos argumentos produzidos para a construção da ideia de que um meteoro causou a extinção em massa no final do Cretáceo originou-se da observação de que somente fósseis de foraminíferos muito pequenos foram encontrados em camadas de rochas do Terciário, enquanto que fósseis de grandes foraminíferos eram abundantes em camadas de rochas do Cretáceo. Essa observação levou à hipótese de que os foraminíferos foram abruptamente extintos. Por que foram extintos e por que o processo foi tão abrupto? A hipótese elaborada por Walter Alvarez e seu grupo na década de 1970 foi a de que um evento catastrófico causou a extinção de muitas espécies, inclusive as de dinossauros. Essa hipótese está embasada no conhecimento de

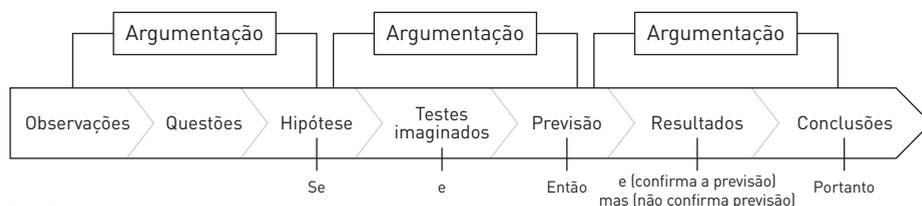
que os fósseis e sua datação indicam a presença de espécies em determinado período geológico.

O teste imaginado para essa hipótese foi a medição da quantidade de irídio presente em rochas das camadas de solo que indicam a transição entre os períodos Cretáceo e Terciário. A previsão foi que uma pequena quantidade de irídio deveria ser encontrada. Essa previsão está embasada no conhecimento de que o irídio é uma substância raramente presente na crosta terrestre e sua origem está associada a rochas siderais, sendo abundante em asteroides e cometas.

Se os resultados dos testes são semelhantes à previsão, o raciocínio toma o padrão *Se/e/então/e/portanto (If/and/then/and/therefore)*. Se a previsão não é confirmada pelos resultados dos testes, o padrão do raciocínio toma a forma de *Se/e/então/mas/portanto (If/and/then/but/therefore)*. No exemplo acima, a previsão não foi confirmada, pois foram encontradas grandes quantidades de irídio nas camadas da transição Cretáceo-Terciário. Portanto, a conclusão de Alvarez foi a de que o evento catastrófico deve ter depositado a grande quantidade de irídio e ele passou a fazer novas questões e hipóteses para verificar que evento catastrófico poderia ter causado a extinção no período (LAWSON, 2004).

Com o exemplo acima, verifica-se a presença da argumentação nos diferentes momentos da investigação científica, especialmente na elaboração das hipóteses, na construção da previsão e na elaboração da conclusão do trabalho. Em cada uma dessas etapas, as afirmações (hipóteses, previsão e conclusão) devem ser elaboradas articulando-se dados empíricos com o conhecimento teórico daquela área. Podemos representar a presença da argumentação nas etapas da investigação científica no seguinte esquema.

**Figura 1: A argumentação nos diferentes momentos da investigação científica**



Fonte: Elaborada pela autora.

Além de presente nessas etapas da investigação científica, a argumentação exerce papel fundamental na justificação de escolhas entre diferentes direções para programas de pesquisa ou entre teorias alternativas pela comunidade científica mais ampla ou quando essas teorias são expostas na mídia.

## A ARGUMENTAÇÃO E OS OBJETIVOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS

As pesquisas em Ensino de Ciências têm defendido uma aproximação entre as práticas realizadas na ciência escolar e as práticas realizadas no processo de construção do conhecimento científico. Os nove artigos deste número defendem de alguma forma essa orientação. No sétimo artigo deste número, Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) defendem que a argumentação assume dois papéis na didática das ciências: avaliar conhecimentos com base em evidências e persuadir a audiência. No quarto artigo, Adjane Tourinho e Silva nos apresenta o conceito de práticas epistêmicas, proposto por Kelly e Duschl (2002), que consiste nas formas específicas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam afirmações. Com base nesse conceito, a autora defende que o Ensino de Ciências deve proporcionar ao estudante Ambientes de Aprendizagem investigativos em que haja a possibilidade de compreensão das dimensões discursiva e argumentativa da ciência (SILVA, 2015).

No segundo artigo deste número, Justi (2015) afirma que a argumentação e a modelagem são práticas epistêmicas da ciência e que, para o tornar o Ensino de Ciências mais autêntico, é necessário incluir essas práticas em todos os níveis de ensino.

Fazendo coro a essas autoras, retomo trabalhos anteriores (LOPES-SCARPA; FRATESCHI-TRIVELATO, 2013; SCARPA, 2009) nos quais propomos que a argumentação teria o papel de ligar a ciência a outras esferas da sociedade, especialmente a escola, representando a zona de fronteira entre cultura científica e cultura escolar. Em minha tese de doutorado (SCARPA, 2009), trago o conceito de hibridação para discutir a relação entre escola e ciência, pois é um conceito que evidencia o que é abandonado, o que é retido e o porquê dessas escolhas em determinadas relações interculturais. Além disso, é interessante notar que é um conceito utilizado na linguística, na antropologia, na biologia e na educação.

Do ponto de vista sociolinguístico, Bakhtin (1998, p. 154) observa que, muitas vezes, numa mesma comunidade, diferentes *linguagens sociais* disputam espaço dentro dos enunciados dos falantes. Ele chama de *linguagem social* um discurso específico, próprio de um determinado estrato social, que pode estar vinculado à classe, à idade ou à profissão dos falantes, mas sempre localizado no espaço e no tempo. Quando, dentro de um mesmo enunciado, ocorre uma mistura de linguagens sociais, Bakhtin chama esse encontro de *hibridação*. Esta pode ser involuntária, inconsciente, provocando transformações na língua, não apenas do ponto de vista formal, mas por meio da *hibridação*, ampliam-se e transformam-se as formas de ver e compreender o mundo.

Na antropologia, Canclini (2008, p. xix) prefere o termo *hibridação* para definir “processos socioculturais nos quais estruturas ou práticas discretas, que existiam de forma separadas, se combinam para gerar novas estruturas, objetos e práticas”. Burke (2004) identifica duas funções das fronteiras culturais. Elas podem ser vistas como barreiras, obstáculos, locais de resistência, mas também como

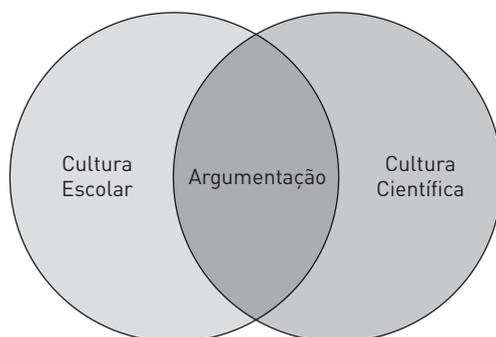
um lugar de encontro ou zona de contato. Tanto numa como noutra, as culturas contíguas sofrem transformações e se apropriam de elementos da outra cultura, mas, no segundo caso, “as fronteiras muitas vezes são regiões com uma cultura própria, claramente híbrida” (p. 154).

A hibridação na biologia aumenta a variabilidade genética dos indivíduos sobre a qual a seleção natural atua. Da mistura surge o novo, que pode ou não ter sucesso em sua permanência na população, de acordo com as pressões seletivas. De qualquer forma, sem o novo não há evolução, não há transformação, não há possibilidade de sobrevivência da população frente a mudanças. De maneira análoga, a hibridação linguística ou social evidencia a geração de novas estruturas e práticas culturais num tempo fluido, de identidades interconectadas e de heterogeneidade.

Na educação, Lopes (2005) insere o conceito de hibridação na constituição da cultura escolar. Quando os vários textos de apoio ao trabalho de ensino, originados de diferentes esferas (ciências da natureza, ciências humanas, mercado, religião, família, política, etc.), se modificam nos contextos das disciplinas escolares, o resultado é a criação de práticas culturais específicas e originais que configuram a cultura escolar. Nesse sentido, juntamente com Sasseron (2015), no terceiro artigo deste número, levanto a hipótese de que a escola se situa em um lugar de fronteira cultural, de zona de contato, de encontro, que produz uma cultura híbrida e, ao mesmo tempo, original. Nessa piracema cultural, as águas da escola tomam tons próprios, únicos, e a força das águas forma uma tensão entre as invariâncias e as variantes, entre o tradicional e o moderno, entre as permanências e as transformações, entre o público e o privado, entre as práticas e o que se espera delas. É nessa piracema mesma que se constitui a cultura escolar (SCARPA, 2009).

Considerando a cultura escolar e a cultura científica, o papel da argumentação no processo de regulação e contato entre essas duas culturas é muito importante, já que é uma habilidade envolvida na organização do raciocínio e na justificação das afirmações nas diversas atuações humanas. Ao mesmo tempo, a argumentação faz parte de todo o processo de investigação científica, sendo necessário, para quem quer dialogar com essa cultura, saber o que conta como argumento correto, convincente e sólido nessa área de conhecimento.

**Figura 2:** A argumentação na hibridação entre a cultura escolar e a cultura científica



Fonte: SCARPA, 2009, p. 69

Nesse esquema, a cultura escolar e a cultura científica possuem uma zona de fronteira. Os indivíduos que participam da cultura escolar, por meio da argumentação, poderiam dialogar com os praticantes da cultura científica. No contexto bakhtiniano, a palavra “diálogo” não é entendida como consenso, mas como reação do eu ao outro. O diálogo, no sentido amplo de toda a comunicação verbal e não verbal (e que não se refere somente à situação de produção imediata), envolve uma *atitude responsiva* dos interlocutores, revelando suas tomadas de posições, que exige a *compreensão* dos enunciados e da pluralidade de vozes presentes neles (BAKHTIN, 1986, 1998).

Assim, é por meio da compreensão dos discursos da ciência que o indivíduo tem mais chances de dialogar com a cultura científica, ou seja, se posicionar frente a ela. Nesse sentido, já que a argumentação é um dos discursos considerados mais típicos dessa esfera, o desenvolvimento das habilidades envolvidas com a argumentação seria um objetivo do Ensino de Ciências.

No terceiro artigo deste número, Lúcia Sasseron amplia essa noção e apresenta não somente a argumentação, mas a Alfabetização Científica como resultado do processo de hibridação entre cultura escolar e científica, o que justificaria a concepção de uma cultura científica escolar, constituída tanto por elementos do fazer didático quanto por elementos do fazer científico (SASSERON, 2015).

## AMBIENTES DE APRENDIZAGEM ARGUMENTATIVOS

É consenso entre a comunidade acadêmica de que o Ensino de Ciências por Investigação (ISBE – *Inquiry-Based Science Education*) é uma ferramenta poderosa para desenvolver o raciocínio científico, para possibilitar a compreensão do status epistêmico das afirmações científicas e para promover a comunicação de ideias, na medida em que atividades baseadas na perspectiva IBSE oferecem oportunidades aos estudantes de estabelecer e avaliar relações entre evidências e explicações (DUSCHL; GRANDY, 2008).

Como nos conta Sasseron (2015) neste número, seu grupo de pesquisa tem sido pioneiro no Brasil em desenvolver sequências didáticas investigativas em conhecimento físico, considerando o ensino por investigação mais do que uma metodologia, mas como uma abordagem didática em que o professor possibilita aos estudantes oportunidades de se engajar na resolução de problemas por meio do exercício da argumentação.

Baseando-se em particularidades da biologia, Trivelato e Tonidandel (2015), no quinto artigo deste número, propõem elementos estruturantes para a composição de sequências de ensino investigativas de biologia, incluindo atividades que estimulem a comparação de evidências e as narrativas históricas que contemplam o ensino da evolução biológica.

Ainda buscando discutir os desafios das especificidades da biologia, na tentativa de superar o estereótipo de disciplina decoreba baseada em descrições

e terminologias sem sentido para o estudante, Motokane (2015), no sexto texto desta coletânea, apresenta ideias que norteiam a elaboração de seqüências didáticas investigativas em ecologia pelo seu grupo de pesquisa. Uma delas é o foco no desenvolvimento de argumentos fundamentados no conhecimento científico de maneira que os estudantes tenham a oportunidade de se posicionar frente a temas ambientais utilizando de forma crítica as concepções da ecologia. Uma das dificuldades relatadas é orientar o professor na sua mediação em sala de aula para que os alunos produzam argumentos embasados cientificamente.

Ao defender que o Ensino de Ciências seja autêntico, ou seja, que envolva os processos pelos quais a ciência é desenvolvida, Justi (2015), no segundo artigo deste número, aproxima as práticas epistêmicas argumentar e modelar. O seu grupo de pesquisa tem elaborado seqüências didáticas baseadas em modelagem em química. A autora nos mostra que a produção, a validação e a utilização de modelos são atividades centrais na ciência e que os modelos podem ser usados para fundamentar hipóteses, previsões e explicações. Nesse sentido, o uso de modelos está presente nas várias etapas da investigação científica representadas na figura 1. De maneira análoga ao ensino por investigação, o ensino por modelagem contribui para a compreensão da natureza da ciência por meio da construção ativa de conceitos e explicações científicas pelos estudantes. O seu texto fornece evidências que apoiam a ideia de que os alunos exercitam capacidades argumentativas em todas as etapas da modelagem.

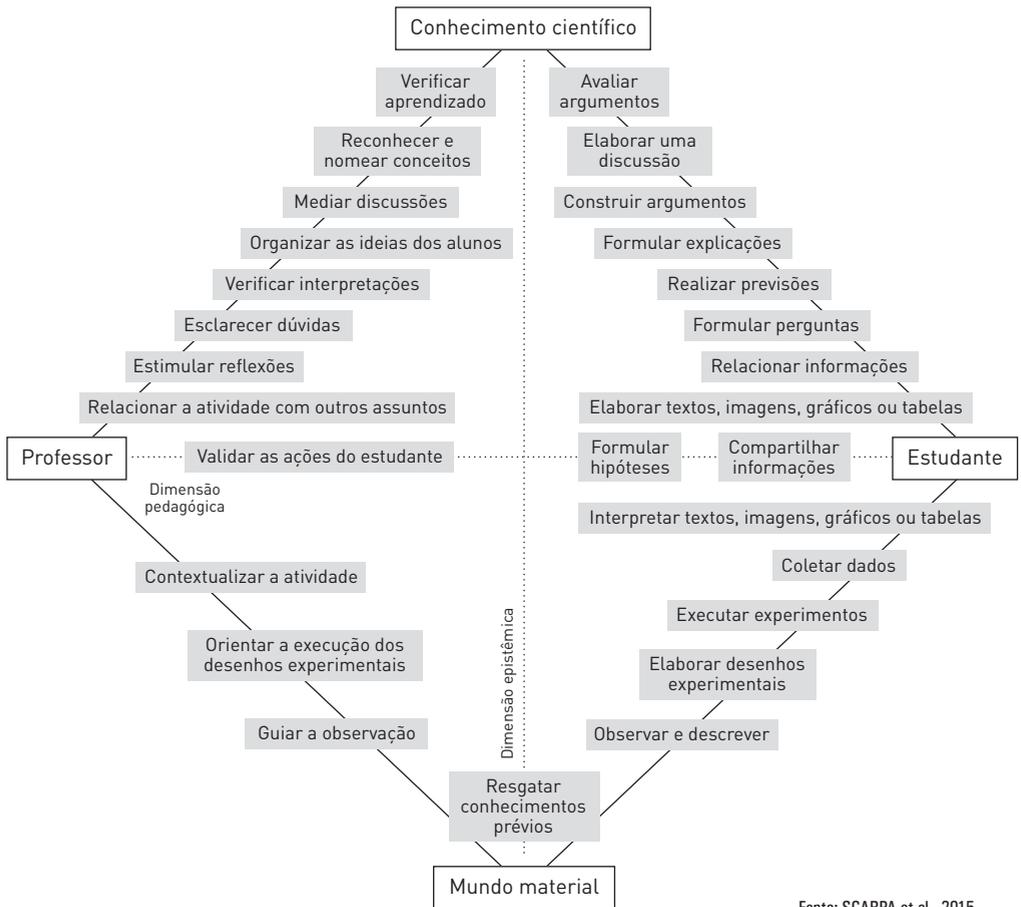
Silva (2015), no quarto texto desta série, também explicita de que forma atividades investigativas oferecem um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento de habilidades argumentativas. Nas aulas analisadas, a autora verifica que os estudantes passam um percentual de tempo expressivo das aulas realizando práticas epistêmicas relativas à produção de conhecimento, buscando evidências a fim de avaliarem suas hipóteses e justificarem suas conclusões, ou seja, passam bastante tempo engajados em processos de argumentação. A atuação da professora, nesse caso, foi fundamental para instigá-los a retomar conceitos já trabalhados e articulá-los na elaboração dos argumentos.

Os cinco textos discutidos acima defendem o ensino por investigação/modelagem como uma abordagem privilegiada para a construção de Ambientes de Aprendizagem argumentativos. Todos os textos evidenciam o protagonismo do aluno na articulação entre evidências e explicações e o papel fundamental do professor como mediador do processo de construção de conhecimento. Em nosso grupo de pesquisa<sup>1</sup> também há a preocupação em auxiliar o professor a olhar para determinadas atividades e seqüências didáticas e compreender qual é o seu papel e qual é o papel do aluno, de forma a incentivar a argumentação em sala de aula.

Com esse objetivo, analisamos uma seqüência didática elaborada com a intenção de fomentar o desenvolvimento de habilidades argumentativas (AZEVEDO et al., 2014) e buscamos referenciais que nos ajudassem a compreender as interações entre professor, alunos e conhecimentos. O losango didático proposto por Méheut e Psillos (2004) mostrou-se uma ferramenta interessante para explicitar as relações

entre professor, estudantes (dimensão pedagógica) e mundo material e conhecimento científico (dimensão epistemológica). As ações previstas para serem realizadas pelos professores e estudantes ao longo das seis atividades da sequência didática foram alocadas no losango didático de acordo com sua proximidade ao mundo material ou ao conhecimento científico, como representado na figura 3.

**Figura 3:** Ações de professores e alunos, em uma sequência didática argumentativa, distribuídas no losango didático de Méheut e Psillos (2004)



Fonte: SCARPA et al., 2015

A segunda atividade da sequência didática, por exemplo, tem como objetivo possibilitar a construção de um modelo explicativo para o transporte de água pelo corpo da planta a partir dos conceitos de condução e transpiração. Dados e evidências são obtidos pelos estudantes em dois procedimentos práticos. A partir da execução dos protocolos e da discussão em pequenos grupos, espera-se que os estudantes formulem explicações para os resultados obtidos, utilizando os seus

conhecimentos prévios e mobilizando conceitos científicos. Na sexta atividade são oferecidos trechos de textos de história da ciência para que os estudantes elenquem dados e evidências que possam contribuir para que formulem explicações sobre a natureza dos nódulos presentes em plantas da família das leguminosas, comuns na restinga brasileira. Ao longo da atividade, novas evidências são fornecidas, e os estudantes têm a oportunidade de avaliar suas explicações e propor novas.

Em todas as atividades, o professor tem o importante papel de mediar observações e interpretações, orientando as ideias dos alunos que aparecem nas discussões, reconhecendo e nomeando conceitos e mantendo a narrativa científica (SCOTT; MORTIMER; AGUIAR, 2006). Algumas das ações esperadas dos professores encontradas nesta análise coincidem com aquelas propostas por Simon, Erduran, Osborne (2006) que estimulam a argumentação em salas de aulas de ciências.

Ao fazer uma análise das possibilidades de um material instrucional e seu potencial para estimular a prática de habilidades argumentativas, propusemos uma síntese entre o que pode ser responsabilidade do professor e responsabilidade do aluno e do movimento entre os conhecimentos prévios e conhecimentos científicos para que se instaure efetivamente um ambiente de aprendizagem argumentativo. Explicitar as ações previstas e representá-las no losango didático permitiu visualizar o desejável equilíbrio que as atividades desenhadas para fomentar a argumentação devem proporcionar entre o papel esperado de professor e o papel esperado de alunos e entre as dimensões epistemológicas e pedagógicas das interações em sala de aula.

## DESAFIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Além de se constituir como objetivo do Ensino de Ciências, a argumentação e o argumento também são utilizados como ferramentas teórico-metodológicas de análise para a compreensão de situações de sala de aula e do aprendizado. No sétimo artigo deste número, Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) distinguem três tipos de desafios da pesquisa na área: teóricos, metodológicos e didáticos. As preocupações discutidas acima sobre o planejamento de Ambientes de Aprendizagem argumentativos abrangem o desafio didático. Os autores refletem sobre os desafios metodológicos da pesquisa em argumentação no Ensino de Ciências, focando a adequação de distintas ferramentas metodológicas.

O argumento pode ser concebido tanto como um processo – no qual as pessoas se engajam em debater afirmações contraditórias ou opostas – quanto como um produto – uma linha de raciocínio que justifica uma afirmação. Ambos se inter-relacionam já que estão embutidos no argumento como produto os processos de sustentar ou refutar a afirmação. Tanto Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) quanto Munford e Telles (2015) concordam que as pesquisas em Ensino de Ciências devem se atentar aos processos de elaboração da argumentação, considerando que

é concebida como uma prática envolvida na construção de conhecimento. As escolhas dos referenciais teórico-metodológicos, para análise de situações de sala de aula, pelas autoras do oitavo texto desta coletânea, estão embasadas na crítica à visão de argumentação como um produto final (MUNFORD; TELLES, 2015).

Ao longo de seu texto, Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) levantam perguntas-chave sobre a caracterização do argumento, o objeto de estudo, a unidade de análise e as ferramentas metodológicas da pesquisa. Apesar de se posicionarem, apontando direções, reconhecem que não há respostas únicas e os dissensos são logo percebidos nos textos deste número. Somente a articulação entre as leituras dos artigos aqui reunidos e as experiências e conhecimentos anteriores de cada um de vocês, leitores, pode levar a uma tomada de decisão crítica sobre esses temas e a escolhas informadas para a sua pesquisa.

Já no título de seu trabalho (nono artigo deste número especial), Teixeira (2015) questiona o conceito de argumentação como contraste entre duas posições e defende a tese de que é possível haver discurso argumentativo na ausência de controvérsia. Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) não concordam com essa posição e definem as interações argumentativas como aquelas em que ocorrem contrastes entre duas ou mais posições ou negociações de significados, mesmo que alguma delas esteja implícita. Ao assumir elementos da pragma-dialética de Van Eemeren, Munford e Telles (2015), no oitavo artigo deste número, entendem a argumentação como um processo de negociação em defesa de um ponto de vista. Interessante ressaltar que esse referencial incorpora a dúvida como maneira de manifestação de uma opinião.

Apesar de concordarem nesse âmbito, Munford e Telles (2015) discordam de Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) de que o discurso argumentativo é aquele sempre baseado em evidências. Nas suas análises, sustentam que professores e estudantes engajaram-se em práticas argumentativas complexas, mesmo não usando evidências para isso, mas por conta de como os participantes justificam as diferenças de opinião sobre determinado evento ou situação; e, nesse processo, aprendem ciências.

Sobre as potencialidades e os limites das ferramentas de análise, Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) examinam três delas tipicamente usadas nas pesquisas em Ensino de Ciências: Toulmin, Walton, e Rigotti e Greco-Morasso. A escolha de cada uma delas está relacionada com as perguntas e com os objetivos de pesquisa. Além dessas, neste número, Justi (2015) define as capacidades argumentativas a partir do referencial de Deanna Kuhn. Munford e Telles (2015) elencam os aspectos descritivos da teoria da argumentação pragma-dialética de Van Eemeren.

Ainda, a análise das interações discursivas de acordo com as categorias de Mortimer no texto de Silva (2015), atrelada ao mapeamento das práticas epistêmicas e das ações dos professores, nos oferece um panorama rico sobre o processo de construção de argumentos em atividades investigativas. Também sob a perspectiva sociointeracionista, mais uma possibilidade de análise sobre os processos comunicativos de sala de aula é apresentada no texto de Teixeira (2015), a partir da articulação dos conceitos de Bakhtin e seu círculo.

## LIÇÕES DO WORKSHOP

O workshop foi concebido com o objetivo de colocar em pauta os desafios teóricos, metodológicos e didáticos das pesquisas em argumentação no Ensino de Ciências. Do ponto de vista teórico, a partir da leitura e do diálogo especialmente com os três artigos seguintes deste número especial, é possível discutir concepções de argumento e argumentação e sua caracterização como práticas epistêmicas da ciência presentes nos vários momentos da investigação científica.

As implicações dessas concepções para o Ensino de Ciências aparecem na consideração de que a argumentação constitui a zona de fronteira entre a cultura científica e a cultura escolar e, portanto, se materializa como um objetivo da educação científica e da educação para o pensar. Decorre daí os desafios didáticos de criar Ambientes de Aprendizagem efetivamente argumentativos em que o estudante tenha a oportunidade de exercitar habilidades argumentativas e de aprender conteúdos de ciência e sobre ciência. É possível tecer reflexões sobre os elementos, eixos e ações relevantes para o planejamento de Ambientes de Aprendizagem argumentativos por meio do diálogo com os seis primeiros artigos deste número especial.

Do ponto de vista metodológico, são apresentadas diversas ferramentas de análise para olhar a sala de aula, as interações, as produções e os materiais didáticos a fim de compreender melhor a ocorrência de processos argumentativos no Ensino de Ciências e a contribuição dos diversos agentes no fomento da argumentação na educação científica. Os três últimos artigos trazem os desafios metodológicos da pesquisa e apresentam perspectivas diferenciadas de análise de situações argumentativas. Uma diversidade de perguntas de pesquisa e de pontos de vista sobre o processo de ensino e aprendizagem em uma área de pesquisa tão híbrida, ao se constituir na fronteira entre a filosofia, a linguística, a educação e as ciências da natureza. Cabe ao leitor refletir, discutir, avaliar as evidências e os argumentos e se posicionar perante as possibilidades para o ensino e para a pesquisa no Ensino de Ciências.

## NOTA

<sup>1</sup> BioIn – Laboratório de Pesquisa em Ensino de Biologia por Investigação da USP.  
<http://ecologia.ib.usp.br/bioin>

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, N. H. et al. (Org.). *Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa*. 1. ed. São Paulo: Edição dos autores, 2014.
- BAKHTIN, M.; VOLOCHÍNOV, V. N. (1929). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1986.
- BAKHTIN, M. (1934-1935) *Questões de literatura e de estética: a teoria do romance*. 4. ed. São Paulo: Unesp/Hucitec, 1998.

- BURKE, P. *O que é história cultural?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- CANCLINI, N. *Culturas híbridas*. São Paulo: Edusp, 2008.
- DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (Ed.). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.
- ERDURAN, S.; OZDEM, Y.; PARK, J.Y. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998-2014. *International Journal of STEM Education*, v. 2, n. 5, p. 1-12, 2015.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.
- JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 31-48, 2015.
- KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. *Toward a research agenda for epistemological studies in science education*. NARST annual meeting. New Orleans, LA 2002.
- KUHN, D. Science Argumentation: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, v. 7, n. 3, p. 319-337, 1993.
- LAWSON, A. E. T. rex, the Crater of Doom, and the Nature of Scientific Discovery. *Science & Education*, v. 13, p. 155-177, 2004.
- LIN, T. C.; LIN, T. J.; TSAI, C. C. Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 8, p. 1346-1372, 2014.
- LOPES, A. C. Política de currículo: recontextualização e hibridismo. *Currículo sem fronteiras*, v. 5, n. 2, p. 50-64, 2005.
- LOPES-SCARPA, D.; FRATESCHI-TRIVELATO, S. L. Movimentos entre a cultura escolar e cultura científica: análise de argumentos em diferentes contextos. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, v. 6, n. 12, Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, p. 69-85, 2013.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.
- MOTOKANE, M.T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 115-137, 2015.
- MUNFORD, D.; TELLES, A. P. S. S. Argumentação e a construção de oportunidades de aprendizagem em aulas de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 161-185, 2015.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.
- SCARPA, D. L et al. What are the features in the designing of argumentative teaching-learning sequences? 11th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Helsinki, 2015.
- SCARPA, D. L. *Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na Biologia*. (Doutorado). Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.
- SCOTT, P. H.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, v. 90, n. 4, p. 605-631, 2006.
- SILVA, A.T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 69-96, 2015.
- SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 2-3, p. 235-260, 2006.
- TEIXEIRA, F. M. É possível argumentação sem controvérsia? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 187-203, 2015.

- TOULMIN, S. E. (1958). *Os usos do argumento*. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- TOULMIN, S. E.; RIEKE, R.; JANIK, A. *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan Publishing Company, 1984.
- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para seqüências de ensino de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.