

Ações e princípios para o planejamento de sequências didáticas argumentativas

A framework for designing argumentative didactic sequences

Daniela Lopes Scarpa

Instituto de Biociências - USP
dlscarpa@usp.br

Victor Bruno Cavalari Menna

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP
victor.menna@usp.br

Anna Carolina Vilarrubia

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP
annavilarrubia@usp.br

Nathália Helena Azevedo

Programa de Pós-Graduação em Ecologia - USP
helenanathalia@usp.br

Jenifer Virgino dos Santos Xavier

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP
jenifervirgino@usp.br

Natália Ferreira Campos

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP
natafcampos@gmail.com

Resumo

Nos últimos anos, pesquisas apontam a argumentação como um objetivo central do ensino de ciências. No entanto, poucos estudos têm mostrado como desenhar atividades que auxiliem os professores a trabalharem com a argumentação. Este trabalho tem o objetivo de analisar uma sequência didática argumentativa de ecologia para compreender quais são as ações e princípios presentes no seu desenho. A análise foi conduzida com base no padrão do argumento de Toulmin e no losango didático de Méheut e Psillos. As ações previstas para serem realizadas pelos professores e pelos estudantes foram alocadas no losango didático, o que permitiu visualizar o papel esperado de ambos nas interações em sala de aula, além das relações entre o mundo material e o conhecimento científico. Espera-se que explicitar as ações e distribuí-las de forma equilibrada de acordo com o losango didático possa contribuir para se elaborar outras sequências didáticas argumentativas.

Palavras chave: sequência didática argumentativa, losango didático, ações de professores e alunos, padrão do argumento de Toulmin, sequência didática de ecologia

Abstract

In recent years, researches point argumentation as a central goal of science education. Despite the large amount of research about the value of argumentation in science education, few studies have shown how to design activities that help teachers to work with reasoning in the classroom. This article aims to analyze a didactic sequence of ecology to understand what are the actions and principles present in the design of a didactic sequence elaborated in order to promote argumentation. The analysis was conducted based on Toulmin's argument pattern and Mehéut's didactical rhombus. The actions planned to be carried out by teachers and students (as recall previous knowledge, collect data, contextualize activity, correlate informations, construct and evaluate arguments) were allocated in the didactical rhombus, according to their proximity to the material world or the scientific knowledge. The choice of represent the actions of teachers and students in the didactical rhombus enabled to view the expected role of both in classroom interactions and the relationships between them and the material world and scientific knowledge. Is expected that explaining the actions and distributing them evenly in the didactic rhombus may contribute to develop of other argumentative didactic sequences.

Key words: argumentative didactic sequence, didactical rhombus, teacher and students actions, Toulmin's argument pattern

Introdução

Nos últimos anos, pesquisas apontam a argumentação como um objetivo central do ensino de ciências. O desenvolvimento de habilidades argumentativas permite aos estudantes compreenderem as dimensões conceituais, procedimentais, epistêmicas e sociais da construção do conhecimento científico (ERDURAN & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

Essa perspectiva está de acordo com a compreensão do ensino de ciências como um processo de Alfabetização Científica, em que o foco do ensino deixa de recair sobre os conceitos, mas privilegia as maneiras como esses conceitos podem ser relacionados de forma a contribuir com a construção de uma visão informada sobre os processos de produção do conhecimento científico e sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Para estimular o desenvolvimento de habilidades argumentativas, é necessária a criação de ambientes de aprendizagem que ofereçam oportunidades para o estabelecimento de relações entre teorias e evidências. O engajamento em discussões em pequenos grupos, em que os estudantes têm que justificar argumentos baseados em evidências, avaliar explicações ou emitir posicionamento contribuem tanto para o desenvolvimento do raciocínio científico, quanto para a compreensão da natureza da ciência (SIMON, RICHARDSON & AMOS, 2012).

Apesar do vasto corpo de pesquisas sobre o valor da argumentação na educação científica, poucos estudos têm mostrado como desenhar atividades que auxiliem os professores a trabalharem com a argumentação em sala de aula (SIMON, RICHARDSON & AMOS, 2012). Considerando a relevância da argumentação no ensino de ciências e a necessidade de se explicitar os princípios envolvidos no desenho de sequências didáticas argumentativas, este

trabalho apresenta a análise de uma atividade de uma sequência didática de ecologia, com o objetivo de compreender quais são os princípios e características presentes no desenho de uma sequência didática elaborada com a intenção de fomentar a argumentação. Esperamos que os passos e categorias de análise utilizados em nosso percurso contribuam para a elaboração de novos ambientes de aprendizagem que incentivem a argumentação no ensino de ciências.

Metodologia

A sequência didática analisada

A sequência didática *Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa* (AZEVEDO et al., 2014) foi elaborada com o objetivo de fornecer subsídios ao professor para desenvolver habilidades argumentativas em estudantes entre 12 e 13 anos de idade sobre temas de ecologia vegetal com foco na restinga brasileira e nas adaptações de plantas características desse ecossistema. A estrutura da sequência foi inspirada no material produzido pelo projeto RODA (PUIG, TORIJA & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2012) e é constituída por seis atividades para o Ensino Fundamental junto com orientações e sugestões de encaminhamentos para o professor. A tabela 1 apresenta os conceitos e as habilidades propostos em cada atividade.

	Atividade	Conceitos	Habilidades
1	De onde vem a areia da praia? Usar evidências para construir explicações.	- origem e formação dos solos; - intemperismo - transporte de minerais.	(i) extrair dados com base na observação e descrição de figuras de ambientes de Restinga, (ii) relacionar informações, ao conectar os fatos observados na descrição das figuras com uma lista de fatores ambientais que podem modificar a paisagem apresentada nas imagens, (iii) interpretar uma tabela de dados categóricos para formular uma hipótese que explique a origem da areia.
2	Como ocorre o transporte de água no corpo das plantas? Construir explicações a partir de observações.	- condução de água pelos vegetais; - órgãos vegetais e seu papel no transporte de água; - estados físicos da água.	(i) seguir um protocolo para montagem das atividades práticas, (ii) observar e descrever as atividades práticas, (iii) construir explicações a partir das observações, (iv) produzir representações que sintetizam as atividades práticas, (v) relacionar as informações do que foi observado nas duas atividades práticas, (vi) propor uma explicação e um teste para um procedimento realizado.
3	Características das plantas em solos com pouca água: Aplicar o conhecimento em um novo contexto.	- capacidade de retenção da água pelo solo; - adaptações das plantas a ambientes com pouca água.	(i) coletar dados com base nos resultados de um experimento, (ii) construir explicações a partir das observações, (iii) escolher evidências para sustentar uma afirmação, (iv) aplicar o conhecimento prévio a um novo contexto, (v) avaliar uma hipótese a partir de novos dados.
4	O que as plantas precisam para crescer? Construir explicações a partir de experimentos.	- características e nutrientes do solo; - nutrição mineral vegetal; - desenvolvimento dos vegetais.	(i) coletar dados com base na observação e descrição de experimentos, (ii) realizar previsões, (iii) construir explicações a partir das observações, (iv) separar a importância de dois fatores atuando em conjunto.
5	Como a matéria orgânica se transforma? Escolher hipóteses concorrentes.	- decomposição; - atividade dos microrganismos; - ciclos vitais; - nutrientes do solo.	(i) coletar dados, com base na observação e descrição de um experimento, (ii) construir explicações a partir dos resultados observados, (iii) avaliar uma afirmação com base em novas informações, (iv) sintetizar, em forma de esquema, o conhecimento adquirido.
6	O que são os nódulos das leguminosas? Relacionar	- nutrição mineral vegetal; - ciclo do nitrogênio;	(i) interpretar textos, (ii) expor suas ideias durante discussões, (iii) extrair informações dos textos fornecidos, (iv) relacionar as informações para construir hipóteses, (v)

informações.	- interações bióticas.	avaliar evidências.
--------------	------------------------	---------------------

Tabela 1. Síntese das habilidades e conceitos envolvidos em cada atividade (AZEVEDO et al., 2014, p.46-47).

As atividades contêm questões a serem respondidas em pequenos grupos de estudantes. Para isso, eles coletam dados e evidências por meio de estratégias diferenciadas: experimentos a serem realizados na escola, textos de história da ciência, imagens ou tabelas apresentadas no próprio material. A partir da discussão no grupo mediada por perguntas orientadoras e pelo professor, os estudantes constroem explicações para os dados coletados ou analisados, elaborando argumentos e respondendo à pergunta inicial. Nos enunciados propostos aos estudantes, a construção dos argumentos não é declarada de forma explícita, mas é solicitado a eles que elaborem hipóteses e explicações utilizando dados e evidências de diversas fontes e justificando as suas escolhas. Com isso, conceitos científicos são construídos ou mobilizados em diálogo com os conhecimentos prévios para a elaboração de explicações para um determinado fenômeno.

Nosso grupo de pesquisa¹ realizou a análise das seis atividades em oito reuniões ao longo do primeiro semestre de 2014. Apresentaremos neste trabalho a análise da atividade 2 como exemplar deste processo.

Nessa atividade, é proposto aos estudantes realizarem duas atividades práticas. A primeira consiste em envolver um ramo de planta em um plástico transparente e deixá-la exposta ao sol. Espera-se que eles observem gotículas de água acumularem-se do lado interno do plástico. Na segunda atividade, colocam-se alguns talos de margarida branca, sem folhas, em recipientes com água e corante e outras em recipiente com apenas água. Espera-se que após um tempo seja possível observar alterações na coloração da flor exposta à água com corante, e posteriormente em cortes de seus ramos. Para ambas, é solicitado aos estudantes que descrevam suas observações e formulem explicações para o observado. Posteriormente, é solicitado então que, usando o resultado das duas atividades, eles elaborem um modelo para o percurso da água do solo até o plástico transparente. Por fim, pergunta-se sobre o motivo da retirada das folhas dos talos de flores, solicitando que os estudantes proponham um experimento para testar suas hipóteses explicativas.

Etapas e categorias de análise

O integrantes do grupo de pesquisa (coordenado por uma docente da USP e formado também por alunos de graduação em Ciências Biológicas, alunos de mestrado e doutorado em ecologia ou ensino de ciências, além de professores especialistas atuantes no nível fundamental e médio da educação básica) analisaram as atividades individualmente e coletivamente em reuniões, que tiveram seu áudio registrado para consultas futuras. Vale esclarecer aqui que esta análise da SD antecede sua aplicação em sala de aula. O grupo analisou as atividades propostas e orientações designadas aos professores contidas na publicação da SD (AZEVEDO et al., 2014).

Em um primeiro momento, buscamos nos enunciados das tarefas, nas intervenções propostas ao professor e nas respostas esperadas dos alunos, as possíveis relações entre dados e evidências, justificativas e conclusão, caracterizando então as respostas esperadas à pergunta inicial de cada atividade de acordo com o padrão do argumento adaptado de Toulmin - TAP (2003) (figura 1). Na nossa perspectiva, o TAP é uma ferramenta útil, pois permite visualizar as relações entre premissas e conclusões de um argumento na forma de um diagrama. Além disso, o TAP atribui diferentes papéis às premissas que sustentam uma afirmação ou

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

explicação científicas: podem ter um caráter mais empírico (dados) ou mais teórico e geral (garantia e apoio. Aqui, esses elementos serão sintetizados em uma única categoria – justificativa, por conta dificuldade de classificação). Essa diferenciação é fundamental para as pesquisas em ensino de ciências, na medida em que as relações entre as evidências empíricas e os conceitos, teorias e modelos são centrais para a compreensão do processo de produção do conhecimento científico.

Após verificarmos se a atividade propõe realmente a construção de um argumento, foram identificadas as ações esperadas de alunos e professores em cada momento. Para isso, foram analisados tanto os enunciados propostos aos alunos quanto as orientações ao professor. As ações foram, então, localizadas no losango didático de Méheut e Psillos (2004), um modelo proposto para facilitar a explicitação das relações entre as dimensões pedagógicas e epistemológicas no processo de planejamento e desenho de sequências didáticas (figura 2). A representação em um losango de dois eixos permite a organização dos vários aspectos levados em consideração no desenho de atividades, especialmente das relações entre o *mundo material* e o *conhecimento científico* (no eixo epistêmico) e das relações entre os papéis de *professores* e *estudantes* (eixo pedagógico) no desenvolvimento esperado da sequência didática.

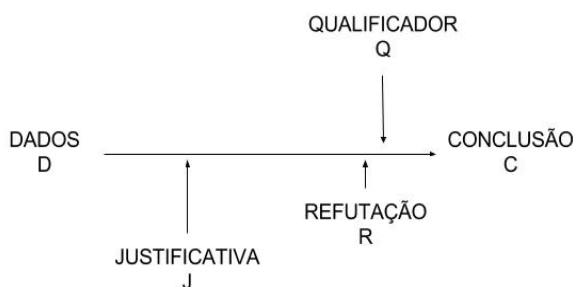


Figura 1: Padrão do argumento adaptado de Toulmin (2003).

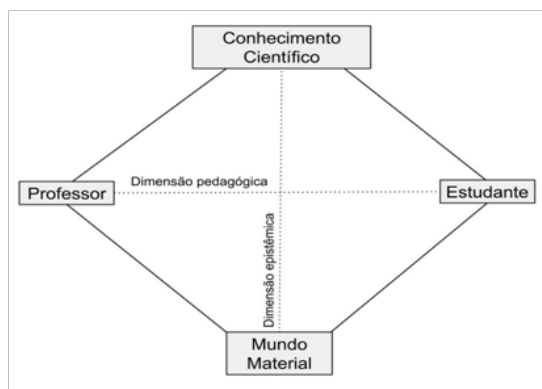


Figura 2: Losango didático de Méheut e Psillos (2004).

O planejamento de uma sequência didática envolve tomar decisões que considerem as especificidades e expectativas sobre os estudantes alvo da ação, como por exemplo a dimensão e o papel do conhecimento prévio sobre o assunto a ser estudado. No caso desse exemplo, as características relativas a esse aspecto seriam situadas no lado *estudante - mundo material* do losango didático. Já o papel do professor em mediar a construção do conhecimento científico pode ser situado no lado *professor - conhecimento científico* (MÉHEUT & PSILLOS, 2004).

Resultados e Discussão

A segunda atividade da sequência didática 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. Os dados e evidências são obtidos pelos estudantes por meio de duas

atividades práticas. A partir da execução dos desenhos experimentais e da discussão em pequenos grupos sobre as questões propostas, espera-se que os estudantes formulem explicações para os resultados das atividades práticas, utilizando os seus conhecimentos prévios e mobilizando conceitos científicos para responder à questão “Como ocorre o transporte de água no corpo da planta?”

A fim de verificar se a atividade possibilita a elaboração de um argumento, organizamos algumas respostas esperadas a cada questão proposta de acordo com o TAP. Na Figura 3, evidenciamos que as questões propostas na atividade objetivam a formulação de dois argumentos. Os argumentos têm como dados (D) os resultados observados nas respectivas atividades práticas propostas. No primeiro argumento, a justificativa (J) retoma conhecimentos prévios. A conclusão poderá ser elaborada pelos alunos a partir das relações entre dado e justificativa. No segundo argumento, a conclusão é elaborada levando-se em consideração tanto os resultados da primeira atividade prática quanto a conclusão do primeiro argumento. Nesse processo, os conceitos de condução e transpiração são construídos pelos estudantes por meio da articulação entre dados coletados, conhecimentos prévios e intervenções do professor.

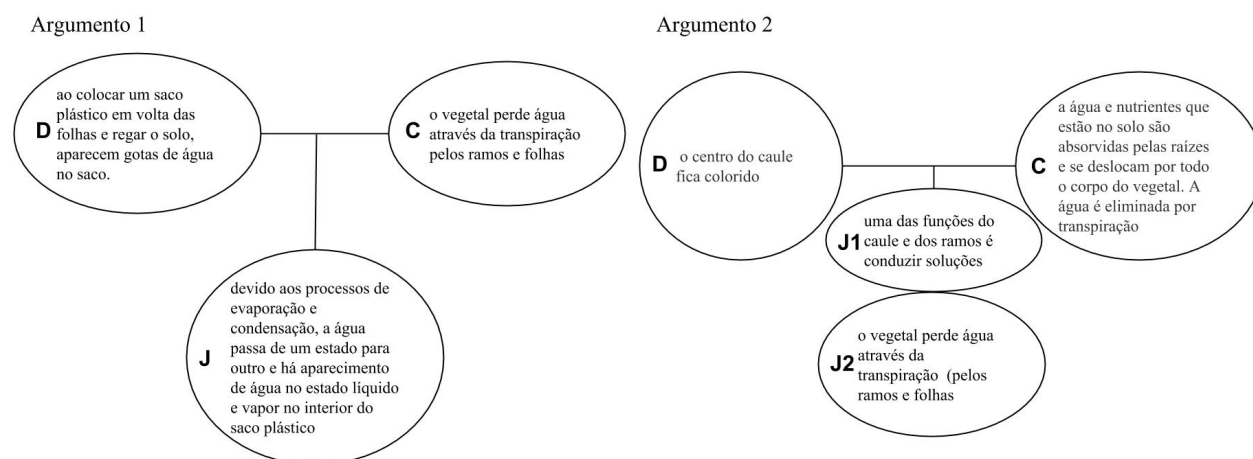


Figura 3: Argumentos esperados para a atividade 2 de acordo com o TAP adaptado.

Observa-se, portanto, que a Atividade 2 tem o potencial para subsidiar a construção de argumentos pelos alunos. Após essa etapa, seguimos com a análise das ações promotoras de argumentação previstas na atividade. As ações foram identificadas a partir dos enunciados da atividade e nas orientações ao professor. Na Tabela 2, apresentamos as ações identificadas, separadas entre aquelas referentes ao professor e ao estudante. As ações explícitas foram, então, generalizadas para princípios envolvidos no desenho de atividades argumentativas no ensino de ciências, de forma que possam ser testados em outras atividades e sequências didáticas.

	Ação	Princípio
Estudante	“monte as seguintes atividades práticas” (p.66)	Executar atividades práticas e experimentos
	“Descreva o que você observou ao término da atividade prática” (p.66)	Observar e descrever fenômenos
	“Formule uma explicação para o que você observou”(p.66)”	Formular explicações a partir de observações
	“faça um desenho esquemático indicando o caminho que a água percorre[...]” (p.68)	Produzir representações
	“Com base no que você observou nas atividades práticas 1 e 2”(p.68)	Relacionar informações

	“Proponha uma hipótese para explicar por que foram retiradas as folhas dos ramos das fores na atividade prática 2. “(p.68)	Elaborar hipóteses
	“ Qual experimento você faria para testar se sua hipótese está correta”.(p.68)	Realizar desenho experimental
Professor	“Destacar: após a exposição ao sol, no interior do saco plástico há a presença de água no estado líquido e também de vapor”(p.69)	Guiar observação
	“destacar que :devido aos processos de evaporação e condensação, a água passa de um estado para outro.” (p.69)	Apontar relação entre mundo material e conhecimento científico. Retomar conhecimentos prévios
	“Na natureza, a água e os nutrientes [...] estão presentes no solo” (p.66)	Garantir correlação entre informações
	“Esclarecer o papel de cada um dos órgãos vegetais (raiz, caule/ramos e folhas) no transporte de água.” (p.70)	Relacionar a atividade com outros tópicos

Tabela 2: Ações previstas na Atividade 2 (AZEVEDO et al.), associadas ao professor e aos estudantes e os respectivos princípios de planejamento.

O passo seguinte da análise focou no papel que professores e estudantes desempenham para a construção do argumento, buscando compreender como a sequência didática possibilita essas interações. Para isso, o losango didático proposto por Méheut e Psillos (2004) mostrou-se uma interessante ferramenta para explicitar as relações entre professor, estudantes (dimensão pedagógica), mundo material e conhecimento científico (dimensão epistêmica). Na Figura 4, os resultados são apresentados.

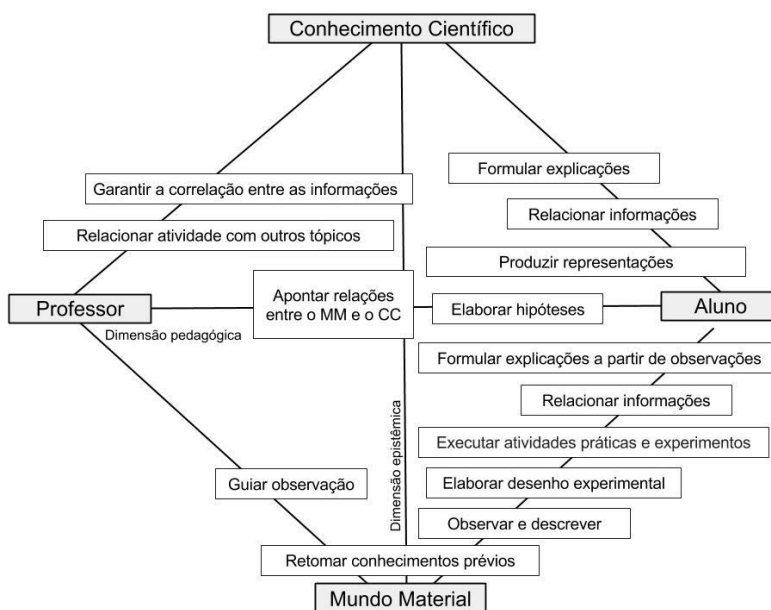


Figura 4: Ações previstas de professores e estudantes ao realizarem a Atividade 2, distribuídas no losango didático de Méheut e Psillos (2004) de acordo com as dimensões epistêmicas e pedagógicas.

Na atividade analisada, os princípios referentes ao aluno estão mais próximos do mundo material, enquanto o professor fica responsável por mediar o processo de construção do conhecimento científico. De acordo com os objetivos e características da atividade, os mesmos princípios podem estar localizados em diferentes pontos do losango didático. Assim, para cada uma das seis atividades analisadas, foram construídos losangos didáticos específicos, evidenciando as relações entre as ações esperadas de professores e alunos de acordo com as dimensões pedagógicas e epistêmicas.

Nessa atividade, bem como nas outras da sequência, o professor tem o importante papel de mediar as 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). As ações esperadas dos professores encontradas nesta análise estão relacionadas com aquelas propostas por Simon et al. (2006, p. 248), como encorajar ideias, checar evidências, encorajar justificativas, avaliar argumentos e encorajar reflexão.

Considerações Finais

No losango didático, estão situados o professor e o estudante, bem como o mundo material e o conhecimento científico, destacando as dimensões epistêmicas e pedagógicas e suas relações. Devido a essa característica, essa ferramenta mostra-se interessante para o planejamento de ambientes de aprendizagem que visam promover a argumentação, já que o professor deve ter em mente quais interações devem ocorrer para que seja promovido um processo que culmine na elaboração e avaliação de argumentos. A partir dessa ferramenta, é possível balizar quais ações/princípios são delegados a qual ator e tornar evidentes as relações entre concepções prévias e conhecimentos científico, buscando um equilíbrio entre as duas dimensões, pedagógica e epistêmica.

Essa primeira análise será complementada pela validação da sequência didática em outra etapa de nossa pesquisa. Trabalhos apontam o desafio e as dificuldades que se apresentam aos professores ao se apropriarem do material e ao interpretarem os passos envolvidos em atividades argumentativas para a sua prática efetiva (SIMON & RICHARDSON, 2009). Reconhecendo esta demanda, pretendemos aplicar e analisar a efetividade da sequência didática em promover a argumentação e a construção de conhecimentos científicos por estudantes da educação básica.

A contribuição deste trabalho é explicitar as ações e princípios presentes na etapa de desenho e planejamento de sequências didáticas argumentativas. A opção pela representação das ações dos professores e estudantes no losango didático permitiu visualizar o desejável equilíbrio que as atividades da sequência didática proporcionam entre o papel esperado de professor e alunos e entre as dimensões epistêmicas e pedagógicas das interações em sala de aula. Acreditamos que explicitar as ações e distribuí-las de forma equilibrada de acordo com o losango didático possa contribuir para a elaboração de outras sequências didáticas argumentativas.

Referências

AZEVEDO, N.H.; MARTINI, A.M.Z.; OLIVEIRA, A.A.; SCARPA, D.L.; PETROBRAS:USP, IB, LabTrop/BioIn (orgs.). (2014). **Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa**. São Paulo: Edição dos autores. Disponível em: <http://labtrop.ib.usp.br/doku.php?id=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:capa>. Acessado em: 24/11/2014.

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2008). **Argumentation in Science Education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht, Netherlands: Springer.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, 26(5), 515-535.

PUIG; TORIJA; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE. *Argumentation in the classroom*. University of Santiago de Compostela: Project S-TEAM, 2012. Disponível em: https://dl.dropboxusercontent.com/u/2712674/libros_argumentacion/Argumentation_in_the_classroom.Two_teaching_sequences%5Ben%5D.pdf Acessado em: 23/11/2014.

SCOTT, P.H.; MORTIMER, E.F.; AGUIAR, O.G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. **Science Education**, 90(4), 605-631.

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.

SIMON, S.; RICHARDSON, K. (2009). Argumentation in school Science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. **Argumentation**, 23(4), 469-493.

SIMON, S.; RICHARDSON, K.; AMOS, R. (2012). The design and enactment of argumentation activities. In: KHINE, M.S. (Ed.). **Perspectives on Scientific Argumentation: theory, practice and research**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 97-115.

TOULMIN, S. E. (2003). **The Uses of Argument**. Cambridge: University Press.