

O uso do raciocínio hipotético dedutivo para promover a argumentação na formação continuada de professores de biologia

The use of hypothetico-predictive reasoning to promote argumentation during continuous teacher education

Caio Castro Freire

Universidade de São Paulo
cdcfreire@gmail.com

Marcelo Tadeu Motokane

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP
mtmotokane@ffclrp.usp.br

Resumo

Esse trabalho analisou como o uso do raciocínio hipotético dedutivo configurou oportunidades argumentativas para professores de biologia em situação de formação continuada. Para atingir o objetivo, 70 professores de escolas públicas do estado de São Paulo participaram de uma oficina sobre o uso de sequências didáticas no ensino de ecologia. A oficina foi filmada e as falas dos professores transcritas visando à identificação de práticas discursivas que caracterizassem episódios argumentativos. Os resultados sugerem que o uso do raciocínio hipotético dedutivo estimulou a argumentação ao ter exigido constantemente a declaração das premissas que legitimavam as asserções de conhecimento produzidas pelos participantes. Assim, os professores puderam superar um discurso estruturado apenas em descrições e desenvolver habilidades científicas importantes como: elaborar e avaliar conclusões por meio de justificações adequadas (dados empíricos ou respaldo teórico).

Palavras chave: ensino de ciências, argumentação, raciocínio hipotético dedutivo

Abstract

This work investigated how the use of hypothetico-predictive reasoning contributed to argumentation of biology teachers in continuing education. Seventy teachers from public schools in the state of São Paulo participated in a workshop on ecology teaching sequences. The workshop was videotaped and the audio-recordings were fully transcribed to capture all the teachers' discursive practices categorized as argumentative. The results show that the use of "hypothetico-predictive" reasoning promoted the argumentation since the teachers were constantly required to justify their knowledge claims, enhancing language skills.

Key words: science education, argumentation, hypothetico-predictive reasoning

Introdução

A argumentação no ensino de ciências

Importantes trabalhos ressaltam o papel da linguagem no ensino de ciências e a maioria tem foco na argumentação (HENAO; STIPCICH, 2008), que é a capacidade de avaliar enunciados teóricos à luz de dados empíricos ou de outras fontes, a capacidade de relacionar dados e conclusões por meio de justificativas adequadas (KUHN, 1993).

A argumentação é uma das práticas discursivas mais recorrentes no fazer científico por exigir um processo constante e bem justificado de tomada de decisões entre evidências e teorias (JIMÉNEZ, 2006). Como diferentes explicações coexistem na ciência, é preciso constantemente argumentar para defender pontos de vista perante outras perspectivas, oferecendo evidências (premissas) capazes de aumentar ou reduzir a aceitabilidade de uma asserção. Uma característica importante da linguagem científica é o rigor na sustentação de asserções de conhecimento, que podem ser hipóteses, conclusões, teorias, leis, e não constituem meras opiniões dos cientistas, mas enunciados apoiados em dados (empíricos ou teóricos). Esse cuidado rigoroso na proposição de enunciados permite uma avaliação mais criteriosa e clara acerca de quais conhecimentos são válidos ou aceitáveis no campo da ciência (JIMÉNEZ, 2006).

Assim, inserir a prática argumentativa no contexto escolar deve ajudar os alunos a entender como os conhecimentos são legitimados pela comunidade científica, e compreender que as conclusões dos cientistas não são inequívocas, incontestáveis e simplesmente descobertas no mundo (DRIVER *et al.*, 2000), mas produtos de uma habilidade discursiva. Portanto, desenvolver essa habilidade de produzir e avaliar explicações científicas à luz de dados é fundamental no contexto escolar. A argumentação favorece os processos de ensino e aprendizagem ao exteriorizar pensamentos, dúvidas e formas de raciocínio dos alunos e favorecer o diálogo em sala de aula, abrindo espaço para a revisão de perspectivas (LEITÃO, 2007).

Mesmo com todas as contribuições das pesquisas na área de ensino de ciências, a argumentação tem pouco espaço no contexto escolar (DUSCHL; OSBORNE, 2002). Um grande obstáculo para estimular argumentação nas aulas de ciências é a dificuldade do professor em organizar e direcionar as discussões necessárias para dar suporte à produção discursiva dos alunos (DRIVER *et al.*, 2000). Certas práticas docentes podem ser determinantes para a emergência e manutenção de situações argumentativas, aumentando a discussão em torno de um tema e tornando-o alvo de diferentes explicações que precisam ser justificadas e negociadas pelos alunos.

Portanto, a argumentação não surge espontaneamente nas aulas e os objetivos e estratégias pedagógicas do professor influenciam diretamente os modos de produção de conhecimento pelos alunos e as variações do discurso produzido nessas situações, tornando-se fundamental ampliar as pesquisas sobre argumentação focadas na figura desse profissional (KEYS; BRYAN, 2001).

O raciocínio hipotético dedutivo e a argumentação

Inferir é um processo cognitivo e linguístico de grande relevância para o pensamento científico e representa o ato de estabelecer relações entre determinadas

informações para derivar uma nova informação (GARNHAM; OAKHILL, 1994). A capacidade de fazer inferências tem sido muitas vezes apontada como sinônimo de raciocinar e pode ser o processo atuante na construção de diversos enunciados científicos: hipóteses, explicações, argumentos. Lawson (2004) propõe o raciocínio hipotético-dedutivo como uma das principais formas de inferir dos cientistas e de produzir conhecimento.

A estrutura tem seu início com o termo “Se...”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “E...” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo “Mas...”, caso haja um desequilíbrio nos resultados; desta forma, o ciclo reinicia-se com outras hipóteses e, finalmente, o termo “Portanto...” introduz a conclusão a que se chega (LOCATELLI, 2006, p. 27).

A mesma estrutura pode ser representada pela figura a seguir (Fig. 1):

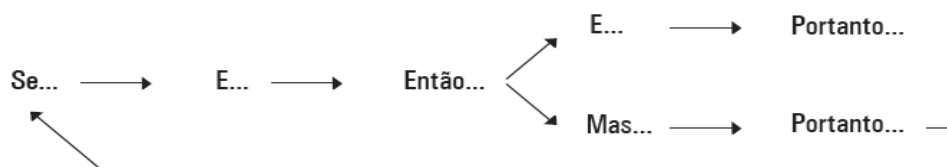


Figura 1 - Raciocínio hipotético-dedutivo segundo o modelo de Lawson (retirada de Sasseron e Carvalho, 2011, p. 248).

Segundo Lawson, etapas recorrentes no pensar cientificamente envolvem: 1) observação de um fenômeno que gere interesse pela 2) proposição de um mecanismo causal capaz de explicá-lo (formulação de uma hipótese ou explicação); 3) previsão sobre o comportamento do fenômeno mediante a causa hipotetizada usando o conhecimento prévio como garantia (condições de base) para os resultados esperados; 4) teste da hipótese observando os efeitos reais decorrentes da causa proposta e comparando-os com os efeitos esperados; e 5) conclusão sobre a validade da hipótese formulada. Nesse padrão de raciocínio, a hipótese explicativa resulta de uma "ponte" que o sujeito estabelece entre aquilo que se sabe da causa (efeitos conhecidos em outros eventos) e a partir disso, aquilo que se deduz com relação ao fenômeno de interesse. Sem essa ponte, ou dito de outra maneira, sem as premissas que estabelecem a "licença" para inferir, o pensador não tem condições de legitimar sua explicação como sendo coerente e plausível. Dessa maneira, o raciocínio hipotético dedutivo se articula com o processo argumentativo e as justificativas dos argumentos podem ser vistas como a base que autoriza inferências.

Ao estabelecer etapas claras que orientam o desenvolvimento de asserções de conhecimento, o raciocínio hipotético dedutivo segundo o padrão de Lawson (2004) tem sido usado para investigar o processo argumentativo no ensino de ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011), o que levou aos seguintes questionamentos: esse padrão poderia orientar as discussões necessárias para estimular a argumentação no contexto escolar? O raciocínio hipotético dedutivo poderia ilustrar para professores como trabalhar a linguagem científica em sala de aula de modo a oportunizar o desenvolvimento de práticas discursivas importantes do fazer científico?

Objetivo

A partir da problemática instaurada na introdução, esse trabalho analisou como o uso do raciocínio hipotético dedutivo promoveu argumentação de professores de biologia em situação de formação continuada.

Metodologia

Nossos sujeitos de pesquisa totalizaram 70 professores de biologia atuantes na rede pública de ensino do estado de São Paulo. A situação investigada compreendeu a primeira parte (90 minutos) de uma oficina de formação ministrada por dois integrantes do Grupo de Pesquisa em Linguagem e Ensino de Ciências¹ (LINCE). A oficina teve como objetivo ilustrar uma sequência didática (SD) favorável ao uso do raciocínio hipotético dedutivo no ensino de biologia.

A elaboração da sequência escolheu um problema ecológico: “o que explica a diferença entre duas vegetações?”, e se apoiou na metodologia proposta por Erduran (2006) que foca o ensino por meio de dois principais modelos de atividades: i) predição-observação-explicação e ii) teorias competitivas². Toda a estrutura da atividade (texto e mediação dos formadores) privilegiou as etapas propostas por Lawson: observação do fenômeno; levantamento de hipóteses; elaboração de previsões por meio do layout “se... então”; teste de hipóteses e avaliação das explicações.

A aplicação da sequência didática foi filmada e as falas dos professores e dos dois formadores transcritas, o que constituiu a principal fonte de dados do trabalho. A análise das transcrições priorizou a identificação das principais práticas discursivas mobilizadas pelos professores. Essas práticas discursivas foram nomeadas a partir da proposta de Silva (2008) adaptada à luz dos nossos dados e incluem: *1-Classificação, 2-Conclusão, 3-Definição, 4-Descrição e 5-Justificação*.

1 – Classificação – inserir um objeto específico ou fenômeno em uma categoria ou classe (SILVA, 2008).

2 – Conclusão – fazer asserções declarando quais premissas ou dados apoiam-nas.

3 – Definição – “caracterizar uma classe de fenômenos ou objetos de forma a diferenciar tal classe (categoria) das demais” (SILVA, 2008, p. 82).

4 – Descrição – abordar “um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço temporais desses constituintes” (SILVA, 2008, p. 80).

5 – Justificação – fornecer uma razão (dados ou premissas) para fundamentar ou apoiar uma alegação (conclusão). Assim, na nossa categorização, justificação e conclusão sempre estiveram associadas.

¹ Grupo do Laboratório de Ensino de Biologia (LEB) da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

² Todo o processo de desenvolvimento da atividade assim como o texto integral da SD podem ser vistos em Freire e Motokane (2011), Anais do VIII ENPEC.

A presença das práticas de *conclusão* e *justificação* permitiu diferenciar episódios *argumentativos* de episódios nos quais predominou outro tipo de discurso como o *descritivo*, uma vez que argumentar foi definido aqui justamente como o ato de conferir consistência a uma alegação (inferência) declarando quais premissas (razões) autorizam-na.

Resultados

A oficina começou com um dos formadores (F II) apresentando aos professores participantes o problema inicial da SD: um mapa de duas áreas florestais (locais A e B) mostrando a distribuição espacial de plantas de duas espécies (espécie vermelha e espécie amarela) e uma tabela contendo o número de plantas de cada espécie em cada local. Em seguida, o formador II perguntou quais as diferenças entre os locais ilustrados, o que iniciou um episódio marcado por enunciados como:

Turno	Participante ³	Fala	Prática discursiva
15	Pr 2	O local A tem mais vermelhas do que amarelas	Descrição
27	Pr 4	No local A as vermelhas são mais concentradas e no B elas estão distantes uma da outra	Descrição
28	Pr 1	No B tem a mesma proporção de vermelhos e de amarelos né?	Descrição

Como o exercício dessa etapa da sequência era fornecer as características de determinados sistemas (a vegetação do local A e a vegetação do local B), o discurso predominante dos professores foi *descritivo*. Após esse episódio, o formador II solicitou o levantamento de hipóteses capazes de explicar as diferenças listadas pelos participantes:

100	F II	Aí o que poderia explicar essas diferenças? Hipóteses?	
101	Pr s	Clima, solo, umidade	Descrição
102	F I	Quais são as hipóteses?	
103	Pr s	Clima, solo	Descrição
104	Pr ?	Clima, solo, predadores	Descrição
105	Pr s	Solo	Descrição
106	F I	Não! Assim não é hipótese	
- - -			
116	F I	Como é que a gente formula hipótese?	
117	Pr ?	Talvez...	
118	F I	Se alguma coisa acontecer, Então outra irá acontecer tá?...	

Apesar dos formadores requisitarem a prática da explicação, o discurso permaneceu *descritivo*, pois os professores apenas listaram aspectos constitutivos (clima, solo, umidade, predação) das comunidades vegetais, mesmo se tratando de inferências e não de observações como no episódio anterior. As causas elencadas foram provavelmente deduções feitas a partir de seus conhecimento prévios sobre fatores preponderantes em sistemas biológicos. Entretanto, como não disseram quais eram esses conhecimentos prévios (premissas) e a relação com o problema da SD, é difícil ter certeza sobre a qualidade do raciocínio desenvolvido pelos participantes. Uma vez que eles não explicitaram como (quais os efeitos) e ou por que o clima, o solo, a predação

³ Pseudônimos dos participantes: Pr 1, Pr 2, Pr 'n' = professor de biologia 1, professora de biologia 2 e assim por diante; Pr s = mais de um professor, não identificados, falando simultaneamente; Pr ? = professor não identificado; F I e F II = formadores que aplicaram a sequência didática.

poderiam provocar as diferenças entre as duas vegetações, não é possível observar se o discurso foi resultado de um raciocínio hipotético dedutivo (mais consciente das relações de causalidade que fundamentam uma inferência) ou de um processo inferencial mais próximo do palpite ("chute").

Assim, o formador I fez algumas intervenções - turnos 106, 116, 118 - para orientar a produção discursiva dos seus interlocutores, requisitando a partir do turno 118 o levantamento de hipóteses explicativas dentro do layout "Se... Então", que exige a declaração das relações causais pressupostas durante o exercício de inferir. O texto da SD auxiliou os formadores direcionando o foco para a hipótese sobre predação de sementes e apresentando o seguinte quadro que foi preenchido pelos professores:

	<i>Quanto</i> _____	<i>a taxa de predação de sementes,</i>	
	<i>Porque:</i> _____	_____	<i>o nº plantas da espécie predada,</i>

193	FI	Quanto...	
194	Pr 5	Maior...	
195	FI	Quanto maior, quanto maior a taxa de predação...	
196	Pr 5	Menor...	<i>Conclusão</i>
197	FI	Menor o número de plantas da espécie predada	
198	FI	Por quê?	

208	Pr 5	Porque elas são inversamente proporcionais	<i>Classificação (justificativa inválida)</i>
209	FI	Já que...	
210	Pr 5	Se tem mais predadores vai diminuir o número de plantas ou ao contrário, se tiver menos predadores vai ter mais plantas	<i>Conclusão</i>

234	Pr 9	Ser inversamente proporcional não é justificativa	

251	FI	Por que é uma relação inversamente proporcional e não diretamente proporcional?	

254	Pr 12	Porque quando é direto os dois aumentam ou os dois diminuem	<i>Definição (justificativa inválida)</i>

265	Pr 5	Tá voltando, não justificou! Você vai voltar na frase de cima	

268	Pr 2	Porque o predador destrói o embrião na planta que morre	<i>Justificação</i>
269	FI	Aí! Isso é uma justificativa!	

272	FI	Destrói o embrião e aí consequentemente...	
273	Pr 2	Impedindo que uma nova planta cresça e se desenvolva	<i>Justificação</i>

Ao preencherem o quadro, os professores especificaram os efeitos que a predação pode ocasionar em uma vegetação: "diminuir o número de plantas", formalizando uma relação entre causa e fenômeno descritos no início da atividade. Assim, os turnos 196 e 210 representam mais do que descrição de uma causa (um palpite qualquer), expressando uma *conclusão* sobre essa causa, agora sim uma inferência pautada em relações causais, e portanto uma asserção delimitada por premissas (mesmo que não declaradas imediatamente).

Os professores tiveram dificuldades para compreender que o que estavam declarando inicialmente como justificativas para a conclusão ainda não eram as premissas que delimitaram os seus raciocínios. No turno 208, o participante Pr 5 simplesmente insere na categoria 'inversamente proporcionais' as variáveis taxa de predação e número de plantas, *classificando* a conclusão, enquanto no turno 254, o participante Pr 12 *define* a categoria oposta ('diretamente proporcionais'), caracterizando-a como aquela que ocorre quando as duas variáveis aumentam ou ambas diminuem. Estabelece-se portanto um raciocínio circular em que as falas dos professores só representam descrições e retomadas da conclusão e não justificativas, o que foi percebido pelo professor Pr 9 (turno 234) e mais tarde pelo próprio Pr 5 (turno 265).

Alegações como a do professor Pr 5: " Tá voltando, não justificou! Você vai voltar na frase de cima" sugerem que o exercício de preenchimento do quadro sobre a predação, contendo um enunciado pré-estruturado, facilitou a visualização dos elementos necessários para a construção de uma hipótese explicativa. Assim, nos turnos em negrito 268 e 273, o participante Pr 2 finalmente declara as *justificações* que orientaram o inferir.

Dessa forma, a construção coletiva do enunciado desse episódio pode ser transposta para a estrutura de Lawson:

Se tem mais predadores, [E] o predador destrói o embrião na planta que morre, impedindo que uma nova planta cresça e se desenvolva, [**Então**] vai diminuir o número de plantas.

As informações ligadas ao termo "E" é que estão fazendo a ponte entre a hipótese "Se" e os resultados esperados "Então", autorizando a inferência e apoiando a escolha por esse mecanismo causal como sendo uma explicação coerente e plausível para o fenômeno de interesse. Como houve espaço para as práticas de conclusão e justificção, esse episódio foi argumentativo, permitindo aos professores compararem suas ações discursivas avaliando e criticando a qualidade das asserções de conhecimento produzidas durante a interação social.

Conclusões

Os resultados sugerem que o uso do raciocínio hipotético dedutivo contribuiu para o desenvolvimento da argumentação, evitando a postura típica em sala de aula de omitir aquilo que já se sabe, já foi dito ou já é compartilhado pela maioria (SASSERON; CARVALHO, 2011) e instaurando um compromisso raro no contexto do ensino, o de avaliar explicações e não simplesmente produzi-las (ou reproduzi-las).

Mesmo sendo professores, inicialmente eles tiveram dificuldades para lidar com o rigor desejável na produção discursiva em uma aula de ecologia, confundindo, por exemplo, o ato de classificar e de definir com o ato de justificar. Então devemos pensar que preparo os professores possuem para enriquecer o contexto argumentativo em suas salas de aula, fornecendo aos alunos critérios para escolhas de evidências e avaliação de enunciados, apontando limitações e inconsistências de determinadas ideias e desafiando os alunos a justificarem seus posicionamentos.

Contribuições relevantes para esse panorama poderão ser dadas por novos estudos sobre argumentação focados na figura do professor, especialmente aqueles que dialoguem com o processo formativo desse profissional de modo que ele também possa

vivenciar a educação científica tendo como foco o uso do argumento, conhecendo estratégias instrucionais (como o uso do raciocínio hipotético dedutivo) que possam orientar suas práticas docentes.

Referências

- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, p. 287-312, 2000.
- DUSCHL, R.A.; OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39-72, 2002.
- ERDURAN, S. Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training. **School Science Review**, v. 87, p. 45-50, 2006.
- GARNHAM, A.; OAKHILL, J. **Thinking and reasoning**. Oxford: Blackwell, 1994.
- HENAO, B.L.; STIPCICH, M.S. Education en ciencias y argumentacion: la perspective de Toulmin como possible respustea a las demandas y desafios contemporaneous para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, p. 47-62, 2008.
- JIMÉNEZ, M.P.A. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. **Educação em revista**, v. 43, p.13-33, 2006.
- KEYS, C.W.; BRYAN, L.A. Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, p. 631–645, 2001.
- KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, v. 77, 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.
- LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. **Proposições**, v.18, p. 75-92, 2007.
- LOCATELLI, R. J. **Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v. 13, p. 243-262, 2011.
- SILVA, A.C.T. **Estratégias Enunciativas em Salas de Aula de Química: Contrastando professores de estilos diferentes**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.