

Formas de articular ponto de vista e evidências na argumentação de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental

Karen Kimie Bonani Sakumoto¹
Danusa Munford²

Resumo: O trabalho busca caracterizar a argumentação entre estudantes do 3º ano do ensino fundamental, com experiência anterior com o ensino de ciências por investigação. Buscou-se entender como estudantes se apropriam de aspectos da argumentação. Além disso, investigamos como essa apropriação ocorre ao longo das aulas. A principal fonte de dados foi a observação participante em aulas de uma sequência didática com registro em vídeo e em notas de campo. As análises envolveram a transcrição macroscópica para caracterizar a história da turma e identificar eventos mais significativos. Mapeou-se aspectos como ponto de vista, evidência, justificativa, e ações epistêmicas. Selecionou-se eventos para análise de interações. Os resultados indicam que o status epistêmico de um ponto de vista passa a ser associado à construção de relações com evidências, que levam a mudanças quanto a sua aceitabilidade.

Palavras chaves: Argumentação, Ensino e Aprendizagem de Ciências, Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

1 Graduanda da Universidade Federal do ABC - UFABC, karenkimie15@gmail.com;

2 Professora Doutora CCNH - UFABC, danusa.munford@ufabc.edu.br;

Introdução

O presente trabalho tem o objetivo de caracterizar a argumentação em atividades investigativas entre estudantes do 3º ano do ensino fundamental, com experiência anterior com o ensino de ciências por investigação. Mais especificamente, buscamos entender como os(as) estudantes se apropriam de aspectos importantes da argumentação como a construção de relações entre evidência e ponto de vista (ou afirmações). Além disso, buscamos investigar como essa apropriação ocorre ao longo das aulas, de forma articulada a mudanças de ponto de vista.

A argumentação está presente em diferentes situações da vida cotidiana, no entanto, tem ganhado maior importância nos últimos anos na área da educação em ciências, tanto na pesquisa acadêmica quanto na formulação de políticas e práticas de ensino no mundo todo (Erduran *et al*, 2015; Henderson *et al*, 2017). Sandoval e Millwood (2007) apontam que uma das principais razões para promover a argumentação em aulas de ciências é que “conhecer as normas da argumentação científica pode levar os (as) estudantes a entender as bases epistemológicas da prática científica” (p 71).

Esses autores entendem a argumentação científica como um processo retórico, de persuasão, que agrega funções cognitivas e epistêmicas (Sandoval e Millwood, 2005). Ao participarem da argumentação os(as) estudantes podem compreender as relações das afirmações com as evidências, assim como podem entender o status epistêmico que as pessoas argumentando atribuem a essas afirmações (p. 26). Além disso, eles discutem como a evidência tem um papel de gerar argumentos, que para ser compreendida necessita do entendimento das práticas científicas sociais e culturais que as produzem. Nesse sentido, a geração e interpretação de evidências derivam de compromissos epistemológicos, tais como a capacidade de identificar padrões por meio de uma série de observações e de relacionar diversas evidências em um único argumento.

Outros autores também dão destaque a essa relação entre a dimensão cognitiva da argumentação e a dimensão epistêmica. Leitão (2011) discute como a argumentação pode desencadear nos estudantes processos cognitivos-discursivos que são essenciais para a construção do conhecimento e ao exercício de reflexão, já que o estudante deve construir seu argumento bem fundamentado, com justificativas para seu ponto de vista e, ainda, deve estar disposto a trazer novas evidências e justificativas caso haja contra-argumentação. Esses processos cognitivos-discursivos trazem à argumentação, além de uma dimensão discursiva, uma dimensão epistêmica,

que tem relação com as características do conhecimento em domínios específicos (Vargas, 2010). Essa dimensão é evidenciada pelo que a autora e Leitão (2011) chamam de ações epistêmicas: tipos de ação que abrangem conteúdo, procedimento e formas de raciocínio para discussões típicas do sobre assuntos específicos de uma determinada área (Vargas, 2010, p.33). Exemplos de ações epistêmicas seriam a apresentação de conteúdos relacionados a um tema, a demonstração de procedimentos específicos de uma área de conhecimento, o oferecimento de formas de raciocínio típicos da área de conhecimento (como argumentos baseados em fontes documentais, experimentação, entre outros) e a legitimação dos pontos de vista dos alunos (Leitão, 2011, p. 34).

Nessa mesma perspectiva das ações epistêmicas, Barzilai e Zohar (2016) trazem o conceito de “metacognição epistêmica”. Nesse caso, entende-se que o pensamento epistêmico um construto metacognitivo, uma maneira particular de pensar que envolve tanto a cognição quanto a metacognição. O pensamento epistêmico pode envolver conhecimento metacognitivo sobre a natureza do conhecimento científico, e também habilidades metacognitivas como monitoramento e controle da construção e avaliação do conhecimento. As autoras dividem o pensamento epistêmico em: i) cognição epistêmica, que trata do status epistêmico de uma afirmação ou da validade de uma fonte de informações; ii) estratégia epistêmica, que trata da identificação da validade da afirmação de acordo com conhecimentos prévios e outras informações disponíveis (evidências), julgando a confiabilidade da informação baseado em características do discurso científico; iii) conhecimento metacognitivo epistêmico, que trata do conhecimento sobre outras pessoas como conhecedores, do conhecimento humano e geral, além de incluir o conhecimento sobre como realizar algo que resultará em conhecimento; e iv) experiência metacognitiva epistêmica, que trata do que a pessoa pensa durante uma tarefa cognitiva.

Uma forma de caracterizar a argumentação é através da construção de explicações científicas proposta por McNeill e Krajick (2012). Essa perspectiva tem vários paralelos com o modelo de Toulmin, mas também contempla outros aspectos importantes no contexto da sala de aula. Os autores trazem a explicação científica composta pela afirmação, evidência, justificativa (reasoning) e refutação. A afirmação seria uma resposta para a questão e/ou problema apresentado, sendo a etapa mais simples de apropriação. As evidências seriam os dados que sustentam a afirmação, ou seja, dados concretos de observações, experimentações que vão além das opiniões pessoais e experiências cotidianas. Um ponto importante é que

os estudantes devem entender a importância das evidências para sustentar suas afirmações. A justificativa é um dos pontos mais desafiantes para compreensão, já que envolve conectar evidências à afirmação, utilizando princípios do conhecimento conceitual científico. Por fim, a refutação conecta os três componentes anteriores, já que traz novas explicações científicas para a questão inicial, mostrando como argumento anterior não seria o apropriado para a resolução do problema. Leitão (2011) também contribuiu para essa discussão ao se voltar para argumentos contrários. Ela aponta que em situações de ensino e aprendizagem, quando falamos de oposição, estamos falando de situações em que há mais de um ponto de vista em relação a um tópico curricular.

Complementando essa proposta de McNeil e Kraijick, Yilmaz e colaboradores (2017) apontam que ao se engajarem na argumentação científica, espera-se que os(as) estudantes não apenas compreendam a importância de usar todos os componentes de maneira significativa, mas também, de maneira semelhante ao modo aos cientistas, envolvam-se em discussões acadêmicas, procurem discutir e persuadir outros estudantes a aceitarem seus argumentos, inclusive, criticando argumentos contrários aos seus.

Metodologia

Os dados apresentados no presente artigo referem-se a uma sequência didática em uma turma de 3º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola pública federal de uma cidade da região Sudeste do Brasil realizada no ano de 2014. A escola está localizada em uma grande metrópole do Brasil e possui ingresso por sorteio. A sala de aula conta com 27 crianças, sendo 12 meninos e 15 meninas, na faixa etária de 8-9 anos de idade. Além disso, há diversidade social e étnica (declarados: 56% pardo, 37% brancos, 4% indígenas) e diferentes experiências escolares na pré-escola. A professora possuía larga experiência nos anos iniciais do EF, mas, na época, pequena experiência ensinando ciências, além de possuir doutorado em Educação. A turma em questão foi acompanhada pelo grupo de pesquisa ao longo de três anos, desde sua entrada no Ensino Fundamental. Assim, os estudantes já haviam se envolvido em práticas argumentativas ao longo dos anos iniciais em aulas de ciências (ver AUTOR, 2017; AUTOR, 2018).

A sequência didática analisada trata da aprendizagem conceitual do comportamento animal relacionado à reprodução, com foco na reprodução dos sapos. A atividade proposta foi planejada a partir de uma abordagem de

ensino por investigação, sendo organizada a partir de um vídeo que tratava do acasalamento dos sapos. A questão investigada pela turma foi entender, nas palavras dos estudantes, “Por que o sapo estufava?”.

As análises envolveram uma etapa de transcrição macroscópica para caracterizar a história da turma e identificar momentos mais significativos nesse fluxo de eventos. Nesse sentido, realizamos análises dos cadernos de campo, construindo quadros das aulas, com uma descrição simplificada dos acontecidos de cada aula. Em seguida, passamos à análise dos vídeos, criando uma tabela com uma descrição detalhada de cada momento da aula. Nessas descrições foram mapeados aspectos da argumentação como ponto de vista, evidência, justificativa e contra-argumento (McNeil; Krajick, 2012), assim como metacognição epistêmica (Barzilai e Zohar, 2016) e ações epistêmicas (Vargas, 2010; Leitão, 2011). Finalmente, selecionamos passagens para a análise de transcrições palavra-a-palavra diretamente relacionadas à questão de pesquisa do presente estudo. Assim, as tabelas contam com questão (Q), ponto de vista (P), evidências (E), justificativa (J), contra-argumento (CA), ações epistêmicas ou metacognição epistêmica (AE/ME) e observações (OBS). Nos voltamos especificamente para os aspectos de ponto de vista, evidência e a justificativa (no sentido de estabelecer relações entre os dois aspectos), buscando articulações com ações epistêmicas.

Resultados e Discussão

Nossas análises indicam que a relação entre ponto de vista e evidências é reiteradamente utilizada para caracterizar e elevar o status epistêmico de uma afirmação (ou ponto de vista) (Sandoval e Millwood, 2005). Por exemplo, na 3ª aula da sequência, acontece a interação representada na Figura 1. Nela, é possível observar que o estudante só traz a evidência relacionada ao ponto de vista quando solicitado pela professora. Isso pode ser observado em toda a sequência, já que inicialmente, na maioria das situações, os(as) estudantes apresentavam pontos de vista, mas os sustentavam apenas quando a professora demandava o uso evidências, através de perguntas – nesse caso, “Quando o senhor pode ver isso [no vídeo]?” (figura 1).

Figura 1: Professora induzindo os alunos a trazerem evidências para sustentar seus pontos de vista.

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
13	Professora	Você, depois que viu o vídeo, pode me responder por que o sapo estufa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
14	Maurício	Para atrair as fêmeas.		●					
15	Professora	Quando o senhor por ver isso?			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Note como a professora pede por evidências.

É importante destacar que, nesse momento, uma análise dos artefatos escritos evidenciou que alguns estudantes, mesmo já havendo se envolvido em práticas argumentativas anteriormente, ainda não faziam uma distinção muito clara entre ponto de vista e argumento (ponto de vista sustentado com evidências e com justificativa), o que foi mudando ao longo das aulas.

Logo após o evento representado na Figura 1, Rodolfo apresenta o ponto de vista alternativo de que o sapo coxa porque havia filhotes dentro de sua boca (Figura 2). No entanto, ao ser confrontado, dessa vez por uma colega, Maria Luiza, ele não apresenta evidências para sustentar seu ponto de vista. O mesmo acontece quando a professora, nas linhas 4, 6 e 9, solicita que apresente evidências. McNeill e Krajick (2011) já mostravam essa necessidade das evidências para sustentar o seu ponto de vista, para além das experiências pessoais e cotidianas.

Figura 2: Passagem em que há ponto de vista, no entanto não há evidências que justifiquem o mesmo.

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
1	Professora	Pergunta, entrevista, por que o sapo estufa? O que você pode perceber no vídeo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Note como a professora faz os estudantes associarem ponto de vista com evidência para justificarem seu pensamento.
2	Rodolfo	Por que quando o sapo tava é... não, primeiro eu vou falar... (não é possível entender o restante)		●					
3	Rodolfo	Tem girino dentro do sapo, porque... porque quando a boca dele... aquele negócio fica indo para cima e para baixo (faz movimento para frente e para trás na frente do pescoço)			●				
4	Professora	Você viu no vídeo dentro da boca do sapo?			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Note como a professora, através das evidências, busca que o estudante perceba que seu pensamento não está de acordo com o conhecimento conceitual esperado.

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
5	Rodolfo	Não.							
6	Professora	Você viu o girino do lado de fora boa do sapo?			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
7	Maria Luiza	Então como é que você pode ter certeza que tem girino?			●			●	Note como a colega questiona o argumento de Rodolfo pedindo por evidências.
8	Rodolfo	Se ele abrisse a boca seria mais fácil.			●				
9	Professora	Então não abriu, você viu ou não viu?			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
10	Rodolfo	Não.							
11	Professora	Não viu. (Professora faz gesto mandando sentar).			<input type="checkbox"/>				
12	Lucas	Então talvez se a gente encontrasse mais evidências seria melhor, além do vídeo.			<input type="checkbox"/>				Note como membro do grupo de pesquisa busca trazer a relação entre ponto de vista e evidência para que o estudante entenda a necessidade da justificativa.

Ao contrário do que aconteceu com Rodolfo, no evento anterior, é possível notar na passagem seguinte (figura 3) que Maurício traz indicações de passagens no vídeo que possam ser usadas como evidência para justificar seu argumento de que o sapo estufa para atrair a fêmea. Nota-se que só há articulação entre ponto de vista e evidência, linhas 15 e 19, quando a professora solicita. Isso evidencia como a maioria dos estudantes possui dificuldades em coordenar os dados e articular ponto de vista com evidência, como apontado por Sandoval e Millwood (2005).

Figura 3: Passagem em que Maurício consegue articular ponto de vista com evidência.

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
13	Professora	Você, depois que viu o vídeo, pode me responder por que o sapo estufa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
14	Maurício	Para atrair as fêmeas		●					
15	Professora	Quando o senhor pode ver isso?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Note como a professora pede por evidências.
16	Maurício	Quando ele fez isso aqui (faz um gesto com o corpo e com as mãos) e pela segunda ou terceira vez, eu vi que todos os sapos ou fêmeas...Não sei ou é atrair os sapos ou fêmeas... Todos eles estavam indo para um lugar.			●				
17	Professora	Eu gostaria que o senhor repetisse bem alto para seus colegas... Depois que viu vídeo, por que o sapo estufa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
18	Maurício	É para atrair as fêmeas e os outros sapos.		●					

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
19	Professora	Mas como é que você viu isso no vídeo? Conta de novo, você viu que ele estufou?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
20	Maurício	Quando ele tava estufando pela terceira vez ou segunda, deu pra perceber que todos os sapos estavam indo para aquele lugar que o outro tinha ido.			●				Note como Marcelo só justifica seu ponto de vista após a professora pedir pela articulação entre ponto de vista e evidências do vídeo.
21	Professora	Depois que eles chegaram, o que aconteceu?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				

Como Maurício, no trecho apresentado na Figura 3 (linha 20), traz uma relação que se aproxima do conhecimento científico abordado, a professora parte do ponto de vista do estudante para convidar outros a participarem na construção do argumento. A transcrição apresentada na Figura 4 evidencia uma construção coletiva da noção de que o sapo “estufa” para atrair a fêmea para o acasalamento, como colocado por Renan (linha 27) que chega ao argumento final, a aprendizagem conceitual buscada.

Figura 4: Passagem em que Renan chega a aprendizagem conceitual esperada, trazendo a justificativa para o ponto de vista de Maurício.

Linha	Falante	Discurso	Q	PV	E	J	CA	AE/ME	OBS
22	Professora	Eu vou ouvir uma pessoa com outra pergunta. O seu colega falou que depois que atraiu um monte chegou e começou a ficar um em cima do outro. Por que você achar que o sapo começ ou a fazer isso? O que significa isso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Note que desde o início a professora pede pela relação entre ponto de vista e evidência.
23	Renan	E o que eles estavam tendo girininhos e... (não foi possível entender o restante)		●					
24	Professora	Você viu girinos lá? Eles estavam tendo girinos?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
25	Renan	Não, mas...							
26	Professora	Você acha que aquilo significa o que? Um ficando em cima do outro...	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
27	Renan	Acasalando.		●		●			Note como há mudança de ponto de vista perante toda a interação entre a professora, Renan e os outros estudantes.

Os resultados evidenciam como a construção do argumento passa de uma esfera individual para uma esfera coletiva à medida que a professora interveem e busca meios, através de perguntas, para promover a participação de estudantes para estabelecer relações entre seus pontos

de vista e evidências tanto em seu argumento, quanto no argumento dos colegas, levando-os, através de divergências e confluências, à construção do conhecimento. Essas transições com o importante papel das intervenções da professora como descrito em outras situações em salas de aula dos anos iniciais (Sasseron e Carvalho, 2014). Nesse processo, um maior status epistêmico de um ponto de vista passa a ser associado a construção dessas relações como discutido por Sandoval e Millwood (2005). No caso do presente estudo, uma das importantes consequências de mudanças na aceitabilidade de certos pontos de vista, é a explicação científica alcança um status epistêmico mais alto. Inicialmente, muitos defendiam que o sapo “estufava” porque havia girinos dentro de sua boca, no entanto, ao final da sequência, o ponto de vista mais apoiado é o de que o sapo “estufa” para atrair a fêmea para o acasalamento. Assim, nesse caso, a argumentação pode ser descrita como um processo co-construção que resulta na aprendizagem de ciência (Baker, 2009).

Paralelamente a esses processos de “mudança conceitual” (Leitão, 2000) no plano coletivo, nossas análises indicam como mecanismos semióticos (justificativa, contra-argumento e resposta) levam o(a) falante a revisar e analisar suas posições epistêmicas, conforme discutido por Larraín e Freire (2011). Além disso, como as mesmas autoras apontam, o contra-argumento assume um papel chave na construção do conhecimento, já que o falante se vê obrigado a avaliar seu argumento, visto que há oposição.

Os processos de mediação e de avaliação do argumento parecem ocorrer de forma mais simples e com menor problematização do que em situações que ocorreram com essa mesma turma em momentos anteriores dos anos iniciais (Franco; Munford, 2017).

Nossas análises nos levam a concluir que a articulação entre ponto de vista e evidência é algo desafiante para estudantes, mesmo quando eles(as) possuem experiência com o ensino de ciências por investigação. Porém, por meio da mediação do(a) professor(a) essas articulações passam a fazer parte das interações discursivas e, mais importante, assumem um papel importante para estudantes estabelecerem o status epistêmico de um argumento. Além disso, há indícios de que eventos anteriores são recurso importante para a participação mediada pela professora.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e a Universidade Federal do ABC pelo apoio e financiamento. Além disso, agradecemos a professora e seus estudantes que participaram do presente estudo.

Referências Bibliográficas

BAKER, M. Argumentative interactions and the social construction of knowledge. In: MIRZA, N. M. & PERRET-CLERMONT, A. N. *Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices*. New York: Springer, 2009, p. 127-144.

BARZILAI, S., & ZOHAR, A. (2016). Epistemic (Meta)cognition: Ways of Thinking About Knowledge and Knowing. In J. A. Greene, W. A. Sandoval & I. Bråten (Eds.), *Handbook of Epistemic Cognition* (pp. 409-424). New York, NY: Routledge.

CARVALHO, A. M. P. Introduzindo os alunos no universo das ciências. *Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que pensam os cientistas*. 2 ed. São Paulo: Unesp, 2009. p.71-77.

ERDURAN, S., OZDEM, Y. & PARK, J. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. *IJ STEM Ed* **2**, 5 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. A ANÁLISE DE INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM AULAS DE CIÊNCIAS: AMPLIANDO PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS NA PESQUISA EM ARGUMENTAÇÃO. *Educ. rev.*, Belo Horizonte, v. 34, e182956, 2018.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Quando as crianças argumentam: a construção discursiva em aulas investigativas de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 22, n.3, 2017, p. 102-124.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Aprendendo a Usar Evidências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ao Longo do Tempo: um Estudo da Construção Discursiva de Formas de Responder Questões em Aulas de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2017. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2017172662

HENDERSON, J. B. *et al.* Key Challenges and Future Directions for Educational Research on Scientific Argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 55, n.1, 2018, p. 5-18.

LARRAÍN, A.; FREIRE, P. Capitalizando a controvérsia: algumas reflexões para tornar visível e aproveitar a contra-argumentação dos alunos no ensino de ciências. Argumentação na escola: o conhecimento em construção - Leitão, Selma. -Damianovic, Maria Cristina. (Orgs.), Campinas, 2011.

LEITÃO, S. O Lugar da Argumentação na Construção do Conhecimento em Sala de Aula. Argumentação na Escola: o Conhecimento em Construção – Leitão, Selma – Damianovic, Maria Cristina. (Orgs), Campinas, 2011.

McNEILL, K. L.; KRAJCIK, J. Scientific Explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 53-78, 2008.

SANDOVAL, W. A.; MILWOOD K. A. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In: Erduran, Sibel; Jiménez-Aleixandre, María Pilar. Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research. 2007.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. (2005) The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations, *Cognition and Instruction*, 23:1, 23-55, DOI: 10.1207/ s1532690xc2301_2

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, n.3, 2011, p. 243-262.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciênc. Educ.** v. 20, n. 2, 2014, p. 393-410.

VARGAS, G. C. A Argumentação em Sala de Aula: um Estudo Sobre a Aprendizagem na Interação entre Pares. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Psicologia, 2010.

YILMAZ, Y. Ö.; CAKIROGLU, J.; ERTEPINAR, H.; ERDURAN, S. (2017) The pedagogy of argumentation in science education: science teachers' instructional practices. *International Journal of Science Education*, 39:11, 1443-1464, DOI: 10.1080/09500693.2017.1336807