

Características epistêmicas do conhecimento científico presentes em livros didáticos de ciências

Epistemic features of scientific knowledge in science textbooks

Izabella Nunes de Vasconcelos

PIEC-USP
inunes@usp.br

Raquel Sousa Valois

FE-USP
raquelvalois@usp.br

Jôse de Assis de Carvalho

PIEC-USP
jo.assis@usp.br

Lucas G. N. Ribeiro Silva

UNIP
lscout125@gmail.com

Andrew Stanley da S. Raposo

PIEC-USP
stanleyasr@usp.br

Lúcia Helena Sasseron

FEUSP
sasseron@usp.br

Resumo

As pesquisas atuais em ensino de ciências têm buscado demonstrar a importância de se trabalhar aspectos da sua construção, ou seja, suas características epistêmicas. Seguindo tal movimento, Windschitl *et al* (2008) defende que as atividades em aulas de ciências devem ser organizadas a partir das cinco características epistêmicas do conhecimento científico, sendo elas: *testável, revisável, explicativo, conjectural e gerador*. Isso corrobora com a perspectiva trazida pelo ensino de ciências por investigação. Como o livro didático é a principal ferramenta utilizada nas salas de aula brasileiras, buscamos analisar como uma coleção de livros didáticos do Ensino Fundamental II, que contém uma seção voltada à investigação, apresenta essas características epistêmicas. Pudemos observar que as atividades analisadas não apresentaram todas as características. A ausência das mesmas, é algo que a se considerar, pois pode contribuir para a promoção de uma visão distorcida da ciência transmitindo a ideia de que o conhecimento é imutável.

Palavras chave: características epistêmicas, ensino de ciências por investigação, livro didático.

Abstract

Current research in science education has demonstrated the importance of working on aspects of its construction, that is, its epistemic features. Following this movement, Windschitl et al (2008) argues that activities in science classes should be organized from the five epistemic features of scientific knowledge, which are testable, revisable, explanatory, conjectural and generative. This corroborates the perspective brought by the inquiry-based science teaching. As textbooks are the main tool used in Brazilian classrooms, we seek to analyze how a collection of Middle School textbooks, which contains a section devoted to inquiry, presents these epistemic features. We could observe that the analyzed activities did not present all of them. This absence is something to consider, since it can contribute to promote a distorted view of science selling the idea that knowledge is immutable.

Key words: epistemic features, inquiry-based science teaching, textbooks.

Introdução

O interesse em mudar o foco do ensino de ciências para que o mesmo não seja direcionado apenas para a aprendizagem de conceitos, mas também para o envolvimento com características epistêmicas deste campo de conhecimento é algo que está presente em documentos educacionais nacionais e internacionais. O Next Generation Science Standards, NGSS (Achieve, 2013), desenvolvido nos Estados Unidos da América, defende que o ensino de ciências deve se dar de forma que os estudantes desenvolvam o entendimento do “fazer ciência”. Já a nova Base Nacional Comum Curricular, BNCC, (BRASIL, 2017) sugere que um caminho para tal mudança seja possibilitar o acesso dos alunos a procedimentos e práticas da investigação científica.

Apesar de estarmos em uma era de grande avanço tecnológico, em que boa parte da informação é disponibilizada de forma digital, o livro didático ainda é material muito presente nas salas de aula do Brasil. Para chegarem em nossas escolas, esses livros precisam ser aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) após avaliação de diversas de suas características. Entendemos que, para atender às novas demandas do ensino de ciências, é essencial que esses livros possuam atividades que procurem oportunizar aos estudantes envolverem-se com práticas do fazer científico como buscar resolver um problema a partir de experimentações, levantar hipóteses, realizar pesquisas, divulgar entre os pares as possíveis soluções, etc.

Com esse trabalho objetivamos analisar as características epistêmicas do conhecimento científico presentes em atividades experimentais de uma coleção de livros didáticos de Ciências do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II aprovada no PNLD 2018.

Ensino por investigação e atividades experimentais

O ensino de ciências cujo objetivo é alfabetizar cientificamente os alunos (SASSERON, 2013), deve possibilitar que os mesmos sejam capazes de estender seus conhecimentos sobre os fenômenos naturais a aspectos do desenvolvimento científico e avanço tecnológico,

permitindo que possam discernir sobre as consequências dessas ações, favorecendo que tenham assim uma visão ética e opinem de forma consciente sobre tais questões. Segundo Sasseron (2013), para haver um ensino com tal objetivo, é necessário incorporar nas aulas de ciências práticas científicas como a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias.

Entre as finalidades atuais da utilização da investigação no ensino temos “[...] o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Uma maneira de se pôr em prática o ensino de ciências por investigação é por meio de atividades experimentais. Apesar de não ser a única forma de se fazer investigação em sala. Segundo Sasseron (2013), até a leitura de um texto pode ser considerada uma atividade investigativa. O que sempre precisa existir é um problema e condições para que sua resolução ocorra sejam fornecidas.

No caso de problemas que envolvam atividades experimentais, o professor deve utilizar com os alunos um material didático que seja, conforme Carvalho (2013) “intrigante para despertar a atenção deles, de fácil manejo para que possam manipular e chegar a uma solução sem se cansarem” (p. 10). A autora classifica as ações de professores e alunos, para que o problema experimental ocorra, nas seguintes etapas: a) distribuição do material experimental e proposição do problema; b) resolução de problemas pelos alunos; c) sistematização do conhecimento; d) escrever e desenhar.

Proposições teóricas para análise

Partindo da ideia de ensino de ciências que vá além de conceitos e incorpore também características da construção do conhecimento, por meio do desenvolvimento de práticas epistêmicas, Windschitl *et al* (2008) defendem que as atividades em aulas de ciências sejam organizadas a partir das cinco características epistêmicas do conhecimento científico (CECC): *testável, revisável, explicativo, conjectural e gerador*, que podem ser assim descritas e apresentam as seguintes práticas:

Testável – refere-se ao estabelecimento de hipóteses para coleta de dados e uso de métodos para coleta de dados. Práticas: apresentação de hipóteses para analisar uma situação, apresentação de hipóteses visando à construção de ações de trabalho de investigação.

Revisável - está associada à possibilidade de mudança de ideias a partir de novos dados e evidências. Práticas: explicitação de uma nova ideia a partir da consideração de novos dados ou de novas evidências, apresentação de ideia reconstruída/aprimorada a partir de novos dados obtidos/analísados.

Explicativo - visa a busca e estabelecimento de considerações causais sobre eventos e processos. Práticas: explicitação de relação entre variáveis, exposição de um ponto de vista justificado, exposição de ideias sobre um fenômeno a partir de padrões.

Conjectural - envolve a produção e uso de inferências para apresentar e expor ideias e explicações sobre processos teóricos ou não observáveis. Práticas: explicitação de inferência para sustentar uma consideração/opinião/ponto de vista, estabelecimento de considerações sobre fenômenos não observados a partir da relação com fenômenos similares observados, explicitação de ideias em outros contextos considerando a aplicação de ideias já consolidadas, justificar uma ideia como sendo a mais adequada com base nas inferências.

Gerador - essa característica envolve leis e modelos científicos como catalisadores para novas

ideias que gerem novos conhecimentos e novas hipóteses. **Práticas:** explicitação de entendimento de que o estudo sobre uma ideia pode gerar novas hipóteses, novos testes e novos conhecimentos, percepção de que um conhecimento científico proposto não é definitivo (ele pode ser revisado para ser aprimorado).

Windschitl *et al* (2008) afirmam ainda que o ensino de ciências articulado com essas características epistêmicas pode promover o desenvolvimento de formas autênticas de investigação e favorece a compreensão ampla sobre a natureza da ciência, que são importantes para um ensino de ciências permita que os alunos tenham contato com características da construção do conhecimento científico. Partilhando da ideia apresentada por Windschitl *et al* (2008) e levando em consideração que o livro didático é um dos principais instrumentos de trabalho dos professores de ciências, neste trabalho, buscamos identificar e analisar as características epistêmicas das atividades experimentais apresentadas em uma coleção de livros didáticos de Ciências do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II aprovada no PNLD 2018.

Metodologia

O presente trabalho é de natureza qualitativa. Analisaremos 4 livros didáticos de Ciências, do 6º ao 9º ano, aprovados no PNLD de 2018. Os livros em questão fazem parte da coleção destinada ao ensino fundamental II, intitulada “ *Investigar e Conhecer: Ciências da Natureza*”, de autoria de Sônia Lopes, publicado pela Editora Saraiva em 2016. Os livros são divididos em seções que compreendem: *Abertura de unidade; Voz e vez; Texto principal; O assunto é; Fatos e ideias; Investigação; Integração; Registro; No túnel do tempo; Foi notícia; Quem já ouviu falar; Fórum de debates; Construir e aplicar; Nesta unidade você estudou; Sugestões de leitura e de sites e bibliografia*. Como nosso foco é analisar as atividades experimentais presentes nos livros, identificamos que a seção que mais se enquadra com nosso interesse é a denominada “*Investigação*”, assim descrita no livro:

[como] o momento em que o aluno poderá pesquisar, fazer observações diretas, construir maquetes, realizar atividades experimentais e demonstrações. Por meio dessas ações, desenvolverá o pensamento lógico, a organização de procedimentos, a capacidade investigativa e a análise dos resultados observados (LOPES, 2016, p. 06).

As atividades experimentais presentes na coleção apresentam uma estrutura que se repete semelhantemente ao longo dos livros: *Materiais, Procedimentos e Interprete os resultados*. Os dois primeiros momentos apresentam os materiais e explicam a metodologia procedimental do experimento. Em *Interprete os resultados*, o livro sugere que os estudantes discutam e reflitam a respeito dos resultados das atividades experimentais.

Atividades experimentais da coleção de livros didáticos

Iniciamos nossa análise identificando quantas vezes a seção “*Investigação*” surgiu ao longo da coleção. Foram identificadas 46 aparições da seção “*Investigação*” nos 4 livros que compõem esta coleção. A partir disso, iniciamos o processo de classificação das atividades identificadas com as características epistêmicas do conhecimento científico de Windschitl *et al* (2008).

Para a análise dos dados, organizamos no Quadro 1, para cada livro, o capítulo, as atividades

experimentais e as características epistêmicas do conhecimento científico (CECC) - *testável* (T), *revisável* (R), *explicativo* (E), *conjectural* (C) e *gerador* (G) encontradas. Quando estas não estão presentes nas atividades, utilizamos a coluna “*não se aplica*” (N/A).

Livro	Capítulo	Atividade	CECC						
			Testável	Revisável	Explicativo	Conjectural	Gerador	N/A	T
6º ano	1	A			x	X			2
		B						x	0
	3	C						x	0
		D			x				1
	5	E	x						1
		F	x		x		x		3
	6	G			x				1
		H		X	x	X			3
	7	I						x	0
	8	J		X					1
		K		X	x	X			3
	9	L		X					1
		M			x				1
		N			x				1
		O		X					1
	11	P		X					1
14	Q	x		x				2	
	R		X	x	X			3	
15	S			x				1	
16	T		X	x	X			3	

	17	U						x	0
	18	V						x	0
	Subtotal		3	8	12	5	1	4	-
7º ano	4	A		X	x	X			3
		B	x			X			2
	10	C					x		0
	11	D					x		0
	12	E		X	x	X			3
	Subtotal		1	2	2	3	0	2	-
8º ano	3	A			x				1
	4	B			x				1
	6	C			x	X			2
	8	D		X		X			2
		E				X			1
	9	F					x		1
		G				X			1
Subtotal		0	1	3	4	0	2	-	
9º ano	1	A					x		0
	2	B		X	x	X			3
	4	C		X	x				3
	5	D					x		0
	6	E		X	x	X			3
		F					x		0
	7	G					x		0

	8	H			x				1
		I		X	x	X			3
		J				X			1
	11	K	x		x				2
	12	L	x						1
	13	M					x		0
	14	N		X	x				3
		O		X					1
	Subtotal		2	6	7	4	0	5	-
Total		6	17	24	16	1	13		

Quadro 1 - Classificação das atividades presentes na coleção de livros didáticos

Partindo do resultado apresentado no Quadro 1, fica claro que, em nenhum momento, as atividades apresentadas pelo livro evidenciam todas as características epistêmicas sugeridas por Windschitl *et al* (2008). Além disso, após a análise, identificamos que as características *explicativa*, *revisável* e *conjectural* estão mais presentes do que todas as outras, surgindo, respectivamente, 24, 17 e 16 vezes. Enquanto as características *testável* e *gerador* foram identificadas apenas 6 vezes e 1 vez, respectivamente.

Identificamos também que, das 46 atividades presentes na coleção didática em questão, 13 não apresentaram CECC. Notamos que algumas atividades se aproximam do que Campos e Nigro (1999) denominam de *experimentos ilustrativos*, entendidas como atividades que levam os alunos a terem contato com equipamentos, instrumentos e fenômenos que podem ser conhecidos por eles. Um exemplo desse tipo de atividade, presente no livro do 9º ano, ilustrava os tipos de instrumentos de um laboratório e solicitava aos alunos a consideração sobre materiais alternativos para montar um pequeno laboratório em sala de aula. Outras atividades identificadas em nossa análise podem ser caracterizadas como *experimentos descritivos* que, segundo Campos e Nigro (1999), são atividades que os alunos podem realizar, com ou sem a supervisão do professor, possibilitando que eles também tenham contato com fenômenos, mas não leva necessariamente ao teste de hipóteses.

Apresentaremos a seguir as descrições de duas atividades com suas respectivas justificativas quanto à categorização de Windschitl *et al* (2008).

Atividade – Corpos em queda

Esta atividade, identificada no Quadro 1 pela letra I, pertence ao segundo capítulo do livro do 9º ano, tem como tema geral as leis de Newton. O assunto em questão refere-se aos corpos em queda. Os estudantes precisam construir uma canaleta e fazer uma bolinha percorrê-la sob diferentes inclinações. Antes de indicar quais materiais serão utilizados no experimento, é feita uma questão que incita os alunos a expressarem e explicarem suas ideias sobre a relação

entre a aceleração de um corpo e a inclinação de um plano inclinado. Atribuímos as seguintes categorias aos conhecimentos que podem ser desenvolvidos com essa atividade:

Explicativo: em diversos momentos é pedido que os alunos exponham suas ideias, justificando-as a partir de padrões observados na atividade, como, por exemplo, a solicitação de explicação das variações nas medidas do tempo e de fatores que podem ter influenciado para esses diferentes resultados.

Conjectural: a partir do que foi desenvolvido na atividade e das inferências discutidas, é solicitado aos alunos que determinem, por exemplo, em qual situação a aceleração da bolinha terá um valor máximo.

Revisável: como etapa final da atividade é indicado que os alunos comparem os resultados obtidos com as ideias iniciais apresentadas por eles, de modo que possam validá-los e os justificar.

Atividade - Erosão do solo

Tal atividade, identificada como F no Quadro 1, pertence ao quinto capítulo do livro do 6º ano e compreende assuntos que tratam sobre “O solo e suas características”. Após a realização do experimento, no qual o estudante explicará qual dos tipos de solo sofre mais erosão, o mesmo é convidado a realizar um novo plano de investigação a fim de testar um novo tipo de erosão, bem como elucidar quais os materiais necessários e os procedimentos para a realização do mesmo. Identificamos as seguintes categorias epistêmicas:

Testável: os estudantes devem criar uma metodologia para experimentação de um tipo novo de erosão nos materiais apresentados;

Explicativo: deve-se comparar a escavação nos diferentes materiais para explicar qual deles sofre mais intensamente a erosão;

Gerador: é pedido que novos testes sejam criados para verificar a erosão pelo vento, bem como, materiais necessário e procedimentos para a realização do mesmo.

Considerações finais

Com esse trabalho objetivamos analisar as características epistêmicas do conhecimento científico em atividades experimentais de uma coleção de livros didáticos de Ciências, do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II, aprovada no PNLD 2018. Partindo dessa perspectiva, acreditamos que as ausências de CECC se deram principalmente pela estrutura das atividades sugeridas e pela própria redação das mesmas.

No item *Interprete os resultados* da seção *Investigação*, identificamos as características *explicativo* e *revisável* em maior quantidade quando comparadas às outras características, visto que nesse item o livro sugere aos estudantes uma sistematização, relacionando os conhecimentos do tema do capítulo com o experimento em questão. Em alguns momentos, reestruturando hipóteses que são levantadas no início da atividade.

Dentre todas as atividades analisadas, o conhecimento foi classificado como gerador apenas em uma delas. Embora, em alguns momentos, o livro explicita a aplicação dos temas em diferentes contextos, nem sempre é dada abertura para que os alunos pensem em novas

hipóteses, testes ou perguntas. Na *Atividade- Erosão do solo*, conseguimos identificar essa característica, pois os alunos foram instigados a buscar novas hipóteses, ideias e novos testes sobre o tema trabalhado. A ausência dessa CECC pode reforçar a ideia de ciência como conhecimento estático, ou seja, que não muda e não se aprimora ao longo do tempo.

A presença de atividades experimentais nos livros didáticos facilita o trabalho com elementos do ensino por investigação. No caso da coleção analisada, acreditamos que algumas adequações de redação poderiam possibilitar ainda mais o trabalho com as características epistêmicas do conhecimento. Acreditamos que uma das razões das características *testável* e *conjectural* não estarem tão presentes quanto *explicativo* e *revisável*, é que o texto dá pouca abertura para o estudante pensar e planejar parte da atividade, além de relacionar aspectos teóricos e não observáveis com dados empíricos. Uma das sugestões para possibilitar o surgimento de tais características seria o acréscimo de mais perguntas do tipo “Como?” e “Por que?” no texto das atividades investigativas e, paralelamente a isso, não podemos deixar de ressaltar o papel do professor, que precisa desenvolver em sala de aula, ações que possibilitem aos alunos se engajarem em práticas que se aproximem das características da construção do conhecimento científico.

Agradecimentos e apoios

Os autores 1 e 2 agradecem ao CNPq. O autor 5 à Capes.

Referências

- CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999. p. 151.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- LOPES, S. **Investigar e conhecer**: ciências da natureza. São Paulo: Saraiva, 2016. 2ed.
- BRASIL (2017). Base Nacional Comum Curricular BNCC, Brasília, DF.
- NGSS LEAD STATES. 2013. Next Generation Science Standards: For States, By States. Disponível em: <http://www.nextgenscience.org/>. Acesso em: 12 de dez. de 2017.
- SASSERON, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula / Anna Maria Pessoa de Carvalho, (org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- WINDSCHITL, M. et al., Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations, **Science Education**, 2008.
- ZÔMPERO, A., & LABURÚ, C. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, 13(3), 67-80.