

Atividades Investigativas: um olhar sobre as práticas epistêmicas

Investigative Activities: a look at the epistemic practices

Felipe Aragão Freire

UFS – Universidade Federal de Sergipe
felipearagaofreire@hotmail.com

Adjane da Costa Tourinho e Silva

CODAP - Universidade Federal de Sergipe - Colégio de Aplicação
adtourinho@terra.com

Daiane Rodrigues Borges

UFS – Universidade Federal de Sergipe
daianeborges11@hotmail.com

Elton Daniel Oliveira do Nascimento

UFS – Universidade Federal de Sergipe
eltondaniel@msn.com

Resumo

Este artigo apresenta uma discussão sobre as atividades executadas e os resultados obtidos em uma pesquisa que teve como objetivo analisar as práticas epistêmicas presentes em salas de aula de Ciência, ao longo de atividades investigativas, buscando dar visibilidade a construção e justificação dos saberes pelos alunos. Para tanto analisamos aulas de uma turma de alunos do Oitavo e Nono Ano do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS. A análise dos dados obtidos contou com a aplicação de um sistema de categorias proposto por Jiménez-Aleixandre et. al. (2008) e de um software previamente selecionado, o Videograph®. Os resultados apresentados neste trabalho nos mostram que as intervenções feitas pelo professor serviram para despertar o surgimento de práticas epistêmicas nos alunos, além disso, atividades estruturadas dessa forma contribuem para a real compreensão da natureza da Ciência.

Palavras chave: aspectos epistêmicos, práticas epistêmicas, ensino de Ciências

Abstract

This article presents a discussion of the activities performed and the results obtained in a research project that aimed to analyze the epistemic practices present in the classrooms of Science over investigative activities, seeking visibility construction and justification of knowledge by students. To analyze both classes in a class of students in the 8th and 9th grade level of the College's Application UFS. The data analysis involved the application of a system of categories proposed by Jimenez et-Aleixandre. al. (2008) and software previously selected,

Videograph ®. The results presented in this study show that the interventions made by the teacher served to awaken the emergence of epistemic practices in students, in addition, structured activities thus contribute to the better understanding of the nature of science.

Key words: epistemic aspects, epistemic practices, teaching science

Introdução

O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa inserida em uma linha investigativa que envolve estudos epistemológicos na Educação em Ciências. Nos últimos anos, vem aumentando o número de pesquisas nesta linha, dando evidência à concepção de que o ensino de ciências não deve se preocupar somente em promover a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais, mas também proporcionar aos alunos uma apropriação dos critérios que tornam tais conhecimentos aceitáveis (ou não) pela comunidade científica, bem como dos processos de avaliação operados por meio desses critérios. Enfim, o ensino de ciências deve favorecer nos alunos uma percepção acerca da natureza do conhecimento científico. Considerando que o processo de construção de significados, em que ocorre a internalização de ideias, deriva das interações entre professor e alunos, fica evidente a necessidade de compreender tais processos interativos, dos quais culminam as práticas epistêmicas, que estão envolvidas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY e DUSCHL, 2002).

Kelly e Duschl (2002) enfatizam a importância de estudos epistemológicos na Educação em Ciências, no sentido de que estes possam evidenciar o processo de construção do conhecimento no ambiente escolar. Esses autores definem práticas epistêmicas como “formas específicas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam os conhecimentos ao longo de sua construção” (KELLY e DUSCHL, 2002, p 19). Tal conceito, elaborado com base em estudos da Filosofia, Sociologia, Antropologia e Retórica da Ciência e Ciências Cognitivas aplicadas ao raciocínio científico, é ao mesmo tempo pensado em seu potencial de informar práticas investigativas escolares (SILVA, 2008).

Entende-se que a percepção acerca da Natureza da Ciência e do conhecimento científico pelos alunos pode ser adquirida por meio de diversas atividades didáticas, porém as atividades investigativas realizadas em laboratórios escolares colaboram consideravelmente para esta percepção. É sabido que nessas atividades, os alunos envolvem-se mais intimamente com os objetos reais da ciência, dando sentido aos dados coletados e tratados em virtude das discussões com os colegas e seu professor.

Nesse sentido, consideramos relevante analisar o movimento pelo qual os alunos, ao longo de atividades investigativas em salas de aulas de ciência, percorrem as instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, propostas por Kelly (2002). Consideramos em nossa pesquisa alguns trabalhos que forneceram categorias para a nossa análise ou inspiraram o surgimento de novas, são eles: o de Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007), em que os autores propõem práticas epistêmicas gerais e específicas para cada instância de prática proposta inicialmente por Kelly; o de Jimenez-Aleixandre et al (2008) e o de Araújo (2008).

É importante ressaltar, por fim, que a pesquisa que apresentamos encontra-se relacionada à outra em que são caracterizadas as ações da professora ao conduzir as atividades investigativas, buscando compreender como tais ações favorecem o surgimento das práticas epistêmicas que discutimos neste artigo.

Aspectos Teórico-metodológicos

Apresentaremos primeiramente as categorias que serviram como base e referencial para o desenvolvimento da análise e, posteriormente, discutiremos sobre os aspectos de coleta, tratamento e análise de dados.

O sistema analítico e seus conceitos subjacentes

Jimenez-Aleixandre et. al. (2008) propõem uma ferramenta analítica para o estudo das práticas epistêmicas. Nesse projeto, a noção de prática epistêmica introduzida por Kelly e Duschl (2002), como atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do saber, é considerada em conjunto com a ideia de que essas atividades podem ser cognitivas ou discursivas, como discutido por Sandoval (2001). As práticas epistêmicas relacionam-se a práticas sociais em intrínseca relação com o saber. O quadro a seguir mostra as relações entre práticas sociais e epistêmicas conforme apresentado pelos autores.

Instâncias sociais	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	Articular os próprios saberes; Dar sentido aos padrões de dados.	Monitorando o progresso; Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos; Utilizando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo, no laboratório); Articulando conhecimento técnico na execução de ações (por exemplo, no laboratório); Construindo significados; Considerando diferentes fontes de dados; Construindo dados.
Comunicação	Interpretar e construir as representações; Produzir relações; Persuadir os outros membros da comunidade.	Relacionando/traduzindo diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica; Transformando dados; Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões; Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais; Negociando explicações.
Avaliação	Coordenar teoria e evidência (argumentação); Contrastar as conclusões (próprias ou alheias com as evidências (avaliar a	Distinguindo conclusões de evidências; Utilizando dados para avaliação de teorias; Utilizando conceitos para interpretar os dados; Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista; Recorrendo a consistência com outros conhecimentos; Justificando as próprias conclusões; Criticando declarações de outros;

	plausibilidade)).	Usando conceitos para configurar anomalias.
--	-------------------	---

Quadro 1: Práticas epistêmicas e sociais em relação com o conhecimento, traduzido e adaptado de Jimenez-Aleixandre et.al. (2008).

Além de tais categorias, foram criadas outras duas ao longo de nossa análise, relacionadas à instância de avaliação do conhecimento, são elas: *Usando dados para avaliação de conclusões* e *Usando conceitos para avaliação de conclusões*.

Procedimentos de coleta, tratamento e análise de dados

A atividade investigativa analisada nesta pesquisa foi conduzida por uma professora junto a uma turma formada por alunos de Oitavos e Nonos anos, em uma oficina realizada no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe. A atividade, desenvolvida em torno do tema “reações químicas”, envolveu duas aulas com duração de aproximadamente 2 horas e 10 minutos cada.

O registro em vídeo das aulas foi feito por meio de duas câmeras: uma praticamente fixa no fundo do laboratório, capturando de forma panorâmica e, em alguns momentos, com mais proximidade, a imagem da professora; e outra voltada para um grupo de alunos selecionado para análise. As discussões desse grupo de alunos foram analisadas considerando-se tanto os episódios em que eles abordavam o tema da aula e avançavam adequadamente nas tarefas propostas no roteiro de atividade (episódios de conteúdo científico) quanto aqueles em que se envolviam com outros temas, considerados episódios de dispersão. Com relação aos episódios em que os alunos do grupo analisado interagem entre si, identificamos as suas ações considerando as seguintes categorias: conteúdo científico, dispersão, silêncio/leitura, silêncio/escrita, gestão entre alunos e experimento. Considerando os episódios em que os alunos discutiam conteúdos científicos ou relacionados ao tema proposto na atividade, categorizamos as suas práticas epistêmicas.

É importante salientar que a análise focou atenção nas ações dos alunos, buscando verificar como estas se apresentavam em práticas epistêmicas. Deste modo, as categorias que caracterizaram as ações do professor foram consideradas apenas para dar sentido ao surgimento das práticas.

Todos os registros produzidos em vídeo foram analisados por meio de um software, o Videograph®, o qual nos forneceu percentuais de tempo referentes ao emprego das categorias na análise, nos mostrando o peso de cada uma delas em cada aula em particular, bem como em toda a sequência de aulas. As aulas foram também mapeadas. O mapeamento nos permitiu perceber como as categorias se alternavam, revezando-se entre si ao longo das aulas, ou seja, os mapas nos mostraram a dinâmica de cada aula, no tocante às categorias consideradas.

Resultados e Discussão

As atividades investigativas desenvolvidas nas aulas foram norteadas por um roteiro previamente elaborado. O roteiro proposto estava segmentado em cinco atividades investigativas envolvendo os seguintes experimentos: a dissolução do permanganato de potássio (KMnO_4) em água, a interação do zinco (Zn) com o ácido clorídrico (HCl), a interação entre o açúcar e o ácido sulfúrico (H_2SO_4), a interação entre as soluções de sulfato de cobre II (CuSO_4) e de hidróxido de sódio (NaOH) e a sublimação do iodo (I_2). Para cada atividade investigativa, os alunos tiveram que enumerar as características das substâncias separadamente e monitorar, ao longo do tempo, o que acontecia a estas depois da realização do experimento. Inicialmente eles descreviam o que observavam e, em seguida, elaboravam

explicações. Eles também foram solicitados a construir representações de cada processo e, de posse destes dados, inferir se houve ou não a formação de uma nova substância, apresentando argumentos que sustentassem as suas conclusões.

A fim de melhor apresentar o processo de surgimento das práticas epistêmicas, vamos considerar o desenvolvimento de um dos experimentos – a dissolução do permanganato de potássio em água.

No momento em que um aluno do grupo realiza o experimento, de acordo com o proposto no roteiro, desenvolve-se a prática “executando estratégias orientadas por um plano”, inserida na instância social de produção do conhecimento. Dando continuidade, os alunos enumeram as características do permanganato de potássio e da água separadamente, depois passam a descrever o que observavam no processo de dissolução do sal em água, iniciando ao mesmo tempo um movimento explicativo, ao se utilizarem do conceito de densidade para dar sentido às suas descrições. Dessa forma, os alunos, alternam o desenvolvimento das práticas “construindo dados” e “articulando conhecimento observacional e conceitual” (ARAÚJO, 2008), ambas inseridas na instância social de produção do conhecimento, pois consistem em uma forma de coletar/registrar dados. À medida que o movimento de interpretação dos dados se fortalece, os alunos passam para a instância social de comunicação do conhecimento. Isso se torna evidente quando representam o fenômeno da dissolução do sal em água por meio de modelos, relacionando diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica. Desse modo, a negociação de explicações se instaura no grupo.

A prática social de avaliação do conhecimento surge após a 4ª intervenção da professora, quando os alunos são instigados a refletirem sobre as respostas elaboradas para as duas últimas questões do roteiro sobre o experimento realizado. A primeira delas solicitava que respondessem se o fenômeno havia envolvido ou não a formação de uma nova substância e justificassem as suas repostas. Ao tentar responder tal questão, os alunos utilizam uma comparação entre as características do sistema final com as das substâncias iniciais separadas, ou seja, eles contrastam conclusões e evidências, a fim de justificar as primeiras.

Transcrição	Prática epistêmica
<p>Anne: Então, é uma nova substância ou não? Não, eu acho que não é uma nova substância. Então não é uma nova substância?</p> <p>Kaique: Eu creio que não.</p> <p>Flávia: Não, é uma mistura.</p> <p>Anne: Heterogênea?</p> <p>Flávia: Heterogênea.</p> <p>Kaique: A água é uma mistura de substâncias, metade hidrogênio e oxigênio...</p> <p>Vinícius (Interrompendo): Olhe, olhe...</p> <p>Kaique (Continuando): A água pura é uma mistura...</p> <p>Anne: Ei, deixe Vinícius falar... Fale Vinícius.</p> <p>Vinícius: Tem essas características (apontando para as características iniciais). Quando transformou qual foi o resultado? É, quais foram as características que mudaram?</p> <p>Anne: A água continua incolor? Não.</p> <p>Vinícius: Esse daqui o resultado (apontado pro experimento) vamos supor que fosse uma substância só, então a gente fosse fazer as características, quais seriam?</p> <p>Anne: A água deixou de ser incolor e passou a ser...</p>	<p>Coordenar conclusão e evidência – Usando dados para avaliação de conclusões.</p>

<p>Vinícius: Não, não é assim. É assim: isso pra dizer que é uma substância nova, você vai pegar as características. Qual é a cor dessa substância nova?</p> <p>Flávia: Continua inodora.</p> <p>Vinícius: Qual o cheiro?</p> <p>Flávia: Não tem. Fraquíssimo. Não dá pra identificar.</p> <p>Kaique: É leve esse cheiro? Então perde a característica de inodora.</p> <p>Vinícius: Eu acho que se houve muitas transformações, muitas diferenças nas características, é uma nova substância, mas se houve meio que uma junção das características dos dois é apenas uma mistura.</p> <p>Anne e Flávia (juntas): Então é uma mistura.</p>	
--	--

Quadro 2: Prática epistêmica verificada.

A segunda questão, por sua vez, solicitava que os alunos informassem quais procedimentos utilizariam para testar a sua conclusão/hipótese (referente à previsão sobre a formação ou não de nova substância na dissolução). Isso os instigou a retornarem à instância de produção do conhecimento, desenvolvendo a prática “utilizando conceitos para planejar e realizar ações”. Eles fizeram uso dos conceitos envolvidos no conhecimento das propriedades dos materiais para planejarem a separação da água do permanganato por aquecimento do sistema com conseqüente vaporização da água; ou seja, para verificar se a dissolução do sal na água formava nova substância, eles planejaram evaporar a água e verificar as características do sal residual comparando-as às do sal utilizado inicialmente. Feito isso, eles retornaram à instância de avaliação, “justificando as próprias conclusões”, “contrastando conclusão com evidência”. Esse movimento de idas e vindas às instâncias de produção e avaliação do conhecimento se repete com algumas outras tentativas do grupo em buscar evidências para justificar a conclusão de que a dissolução do sal em água não envolvia a formação de nova substância. Nesse sentido, eles assumiram, sequencialmente, as práticas “executando estratégias orientadas por um plano” e “articulando conhecimento observacional e conceitual”, na instância de produção do conhecimento, antes de encerrar a análise do experimento com a prática “justificando as próprias conclusões”, ao argumentarem com mais evidências experimentais e concluírem, por fim, que a dissolução do permanganato em água constituiu-se apenas em uma mistura e não em formação de uma nova substância.

De forma semelhante à análise do fenômeno anterior, para os posteriores houve a ocorrência dessas mesmas práticas, porém com diferentes percentuais; no entanto, a instância relacionada à comunicação do conhecimento não foi registrada para o terceiro experimento (Interação entre o açúcar e o ácido sulfúrico (H₂SO₄)). No quadro 3 temos os percentuais de tempo obtidos pelo Videograph, referentes a cada prática epistêmica ao longo das aulas.

Instância	Práticas Epistêmicas	
Produção	Monitorando o progresso	5,67%
	Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos	7,15%
	Utilizando conceitos para planejar e realizar ações	5,88%
	Articulando conhecimento observacional e conceitual	19,53%
	Construindo significados	2,29%
	Construindo dados	12,93%

Comunicação	Relacionando diferentes linguagens	1,65%
	Negociando explicações	19,01%
Avaliação	Usando dados para avaliação de conclusões	8,25%
	Usando conceitos para avaliação de conclusões	2,88%
	Justificando as próprias conclusões	14,77%

Quadro 3: Percentuais de cada prática assumida por instância social do conhecimento.

Observamos que, no geral, houve uma maior aparição das práticas relacionadas à instância de produção, que ocuparam cerca de 53,45% do tempo total codificado em relação às práticas verificadas. Em seguida, vem à instância de avaliação, com cerca de 25,90%. A instância de comunicação apresentou um percentual de 20,66%. Este fato, uma maior ocupação de tempo por parte das práticas relacionadas à produção, é justificado considerando-se que os alunos, em cada experimento desenvolvido, retornaram várias vezes à instância de produção, buscando evidências experimentais a fim de justificar as suas conclusões. Nesse sentido, consideramos que, de forma mais específica, eles fizeram uso de dados para avaliar as suas conclusões, contrastando conclusões e evidências. Vale ressaltar que, essa dinâmica, de certa forma, era prevista pelo roteiro de atividade proposto, havendo, entretanto, abertura por parte dos grupos sobre como construir as evidências e articulá-las às suas conclusões.

Como esperado, o discurso de conteúdo científico dominou a discussão do grupo de alunos analisado, correspondendo a 75,44% do tempo total codificado. Somente 3,99% correspondeu à dispersão dos alunos. Consideramos que tal fato esteja relacionado às várias intervenções feitas pela professora no trabalho do grupo, as quais foram em sua maioria seguidas por um discurso de conteúdo científico por parte dos alunos. Logo, as intervenções da professora tiveram o papel de fomentar o engajamento dos alunos para discussão do que era proposto pelo roteiro. Estudos anteriores mostram que este fenômeno é recorrente. Araújo (2008) afirma que os grupos que apresentaram menores tempos de dispersão foram aqueles que contaram em boa parte do tempo com a participação do professor na discussão do conteúdo científico.

Ao longo da atividade investigativa, novos significados foram construídos, enquanto outros foram retomados. Os alunos partiram de descrições e explicações permeadas por concepções distantes das científicas, que expressavam pouca tentativa de articulação entre os conceitos já introduzidos para interpretação do fenômeno. A solicitação da professora sobre a forma que utilizariam para se certificarem se houve formação de nova substância ou não, contribuiu consideravelmente para que eles se reportassem aos conhecimentos sobre tipos e fracionamentos de mistura, bem como ao conceito empírico de substância, articulando-os no planejamento e desenvolvimento de suas ações investigativas. Dessa forma podemos concluir que as intervenções da professora com conteúdo científico mobilizaram os alunos para o desenvolvimento de certas práticas específicas, e até mesmo para a mudança de prática social relacionada com o saber. Nesse sentido, entendemos que ao tempo em que as atividades investigativas possibilitam aos alunos incorporarem aspectos fundamentais que estão na base das investigações científicas reais, tais como as práticas inseridas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, colaboram com o próprio processo de evolução conceitual, como discutido em Silva (2011).

Considerações Finais

Consideramos que as inúmeras intervenções feitas pela professora contribuíram para o alto nível de discussão de caráter científico dos alunos, ocasionando assim pouca dispersão, o que se mostrou fundamental para a construção dos conceitos científicos. Observamos que as práticas epistêmicas relacionadas à instância de produção ocorreram com maior intensidade em comparação com as outras.

Concluindo, retomamos aqui uma discussão iniciada no início deste trabalho, que é consenso na comunidade científica que o ensino de ciências não deve se preocupar apenas em proporcionar a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais pelos alunos, mas possibilitar-lhes também uma compreensão acerca da natureza da Ciência. Ora, percebemos que o desenvolvimento de atividades deste tipo, que proporcionam ao aluno elaborar questões, planejar e desenvolver experimentos para testarem suas hipóteses e chegar a construir novos conceitos em meio a interações e debates entre colegas devem ser incentivadas.

Agradecimentos e apoios

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

Referências

ARAÚJO, A.O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, UFMG, Minas Gerais.

JIMÈNEZ-ALEIXANDRE M. P.; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T.; BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. Trabalho apresentado na **Reunião Annual da AERA**. New York, NY, mar. 2008.

_____; BUSTAMANTE, J. D. Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques, Texto didático, 2007.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. Trabalho apresentado na **Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda**. New Brunswick, NJ. fev. 2005.

_____; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Trabalho apresentado na **Reunião Annual da NARST**. New Orleans, LA, abr. 2002.

SANDOVAL, W. A. Students' uses of data as evidence in scientific explanations. Paper presented at the **Annual Meeting of the American Educational Research Assn**, Seattle, WA. 2001, April.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de Química: contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. 367 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, UFMG, Minas Gerais.

_____. Práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011.