

Práticas epistêmicas na construção e justificação dos saberes pelos alunos.

F. A. Freire¹; A. C. T. Silva¹; D. R. Borges¹

¹Grupo de Pesquisa em Práticas e Aprendizagem na Educação Básica, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

felipearagaofreire@hotmail.com

(Recebido em 22 de outubro de 2013; aceito em 15 de fevereiro de 2014)

Este artigo apresenta uma discussão sobre os resultados obtidos em uma pesquisa que teve como objetivo analisar as práticas epistêmicas desenvolvidas ao longo de atividades investigativas, em salas de aula de Ciências, buscando dar visibilidade ao processo de construção e justificação dos saberes pelos alunos. Para tanto, analisamos aulas de uma turma do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS. A análise dos dados obtidos contou com a aplicação de categorias apresentadas no trabalho de Jiménez-Aleixandre et al. [3] e de um software previamente selecionado, o Videograph®. Os resultados apresentados nos mostram que as práticas epistêmicas, potencialmente previstas pelo roteiro de atividade, foram desenvolvidas pelos alunos do grupo investigado, sendo boa parte fomentada pelas intervenções feitas pela professora. Além disso, torna-se perceptível que atividades de laboratório com estrutura investigativa contribuem para a real compreensão da natureza da Ciência.

Palavras-chave: aspectos epistêmicos, práticas epistêmicas, Ensino de Ciências.

Epistemic practices in the construction and justification of knowledge by students.

This article presents a discussion about the obtained results of a research that aimed to examine the epistemic practices verified throughout inquiry activities in a Science classroom, seeking to understand the process of construction and justification of knowledge by students. We analyze an elementary school class of the Colégio de Aplicação of UFS. The data analysis involved the application of categories proposed by Jimenez-Aleixandre et al. [3] and a software previously selected, the Videograph®. The results show that the epistemic practices, potentially provided by the activity script, were developed by the students of the investigated group, being most forested by interventions made by the teacher. Moreover, it becomes apparent that laboratory activities with inquiry structure contribute to understanding of the Nature of Science.

Keywords: epistemic aspects, epistemic practices, Science Teaching.

1. INTRODUÇÃO

É crescente em estudos recentes o interesse pela investigação de ambientes de aprendizagem que proporcionem ao aluno a oportunidade de refletir sobre os seus pontos de vista e de expressá-los durante as discussões. Ainda dentro desta linha, algumas pesquisas demonstram interesse por aspectos epistêmicos no ensino de Ciências, considerando o pressuposto de que tal ensino não deve se preocupar somente em promover a aprendizagem de conceitos e procedimentos experimentais, mas também proporcionar aos alunos uma adequada compreensão acerca da Natureza da Ciência e dos saberes científicos. Considera-se que os alunos, ao longo de suas atividades escolares, deverão se apropriar dos critérios que tornam esses saberes cientificamente aceitáveis e dos processos de avaliação operados por meio desses critérios [1]. A aprendizagem de Ciências envolve assim uma aprendizagem epistêmica.

Tendo-se em vista que o processo de construção de significados deriva das interações entre professor e aluno, em que ocorrem a interanimação e internalização de ideias, fica evidente a necessidade de compreender tais processos interativos, dos quais culminam as práticas epistêmicas envolvidas nas instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento [2, 3].

Diversos estudos, com diferentes focos e análises, têm sido desenvolvidos em torno da aprendizagem do ensino de Ciências. Mais recentemente, é nítida a configuração de uma linha que se preocupa em verificar como aspectos fundamentais do discurso científico são

incorporados e expressos pelos alunos quando estes desenvolvem atividades investigativas, geralmente em torno de problemas autênticos.

Kelly e Duschl [4] 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 do processo de sua construção” [4]. 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 às práticas investigativas escolares [5].

Entende-se que a percepção acerca da Natureza da Ciência pelos alunos possa ser adquirida por meio de diversas atividades didáticas, porém as atividades investigativas realizadas em laboratórios escolares podem colaborar consideravelmente para esta percepção. É sabido que nessas atividades, os alunos envolvem-se mais com os objetos reais da Ciência, dando sentido a dados coletados e tratados em virtude das discussões com os colegas e seu professor. Desse modo, assumem ao longo de suas investigações escolares, aspectos fundamentais característicos do discurso científico [6].

Nesse sentido, consideramos relevante analisar o movimento pelo qual os alunos, ao longo de atividades investigativas em salas de aulas de ciências, percorrem as instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, propostas por Kelly. Dentre os diferentes trabalhos voltados para aspectos epistêmicos do ensino de ciências, consideramos em nossa pesquisa alguns que fornecem categorias para a nossa análise ou inspiraram o surgimento de novas, sendo eles: Jimenez-Aleixandre e Bustamante [1], trabalho em que os autores se apoiam em concepções de Sandoval [7] e Kelly [2], para propor práticas epistêmicas gerais e específicas para cada instância social de prática proposta inicialmente por Jimenez-Aleixandre et al. [3] e Araújo [8].

Embora o foco de nossa análise esteja nas ações dos alunos, em alguns momentos nos voltamos também para as ações da professora, a fim de dar sentido ao surgimento das práticas epistêmicas. Nesse sentido, a fim de caracterizar as estratégias da professora na condução da atividade, consideramos categorias de uma ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott [9]. Tais categorias buscam caracterizar as formas como os professores guiam as interações que resultam na construção de novos significados em salas de aula de Ciências. A ferramenta compõe-se dos seguintes aspectos inter-relacionados: intenções do professor, abordagem comunicativa e conteúdo do discurso.

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

2. MATERIAIS E MÉTODOS

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

2.1 As categorias analíticas

Segundo Jimenez-Aleixandre e Reigosa [10], práticas epistêmicas podem ser consideradas uma das dimensões da apropriação da linguagem científica na construção do discurso científico. Kelly [2] define práticas epistêmicas como as formas específicas com que os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento em determinado campo disciplinar. Sandoval e Morrison [11] enfatizam a diferenciação entre práticas epistêmicas e práticas epistemológicas. Segundo os autores, práticas epistêmicas são aquelas que dizem respeito à produção e avaliação do conhecimento, enquanto as práticas

epistemológicas são aquelas que dizem respeito especificamente à epistemologia e teorias do conhecimento.

Jiménez-Aleixandre et al. [3] propõem uma ferramenta analítica para o estudo das práticas epistêmicas no projeto RODA (Rais Onnement, Débat, Argumentation). Nesse projeto, a noção de prática epistêmica introduzida por Kelly e Duschl [4], 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 [7]. As práticas epistêmicas relacionam-se a práticas sociais em intrínseca relação com o saber.

Os autores observam que, a sistematização que apresentam das práticas epistêmicas não é exaustiva. Nesse sentido, embora a sistematização apresentada pelos autores seja referência em nossa pesquisa, não tivemos a intenção de necessariamente identificar nas ações dos alunos pesquisados, apenas as práticas indicadas pelos autores. Ao contrário, caracterizamos também novas práticas, as quais se encontram, dentre outros aspectos, intimamente relacionadas à estrutura da atividade desenvolvida. A seguir definimos cada instância e suas respectivas práticas epistêmicas. Vale ressaltar que definimos apenas aquelas verificadas na sala de aula investigada.

A **instância social de produção do conhecimento** corresponde aos momentos em que os alunos articulam os próprios saberes, em geral, elaborando questões e hipóteses, planejando e executando experimentos para construção e significação de dados. Para essa instância temos as seguintes práticas:

- a) *Monitorando o progresso* - corresponde a momentos em que os alunos observam o andamento de experimentos em processo de desenvolvimento;
- b) *Realizando investigações* - corresponde a momentos nos quais os alunos executam/desenvolvem o experimento;
- c) *Usando conceitos para planejar ou realizar ações* - corresponde aos momentos em que os alunos se utilizam de conceitos para planejar ou desenvolver ações;
- d) *Articulando conhecimento observacional e conceitual* - quando os alunos explicitam diretamente a relação entre o conceito e os aspectos observáveis do fenômeno investigado no experimento (Araújo [8], 2008);
- e) *Construindo significados* - corresponde a construção inicial de significados por meio da articulação dos próprios saberes em torno dos dados coletados;
- f) *Construindo dados* - corresponde aos momentos de coleta ou tratamento inicial de dados brutos, ou seja, dados que ainda não passaram por um processo sistemático de análise.

A **instância social de comunicação do conhecimento** corresponde aos momentos nos quais os alunos discutem ou textualizam resultados previamente obtidos. Os alunos interpretam os dados, produzindo diferentes relações, traduzindo diferentes linguagens entre si (observacional, representacional e teórica) e negociando explicações. Nesta instância temos as seguintes práticas:

- a) *Relacionando diferentes tipos de linguagens* - quando os alunos submetem os dados a diferentes tipos de linguagem, fazendo uso de modelos explicativos, tabelas, gráficos etc.
- b) *Negociando explicações* - quando os alunos negociam uma explicação plausível para tentar atingir consenso entre os membros do grupo (Araújo [8], 2008).

A **instância social de avaliação do conhecimento** corresponde aos momentos em que os alunos avaliam ou justificam o conhecimento gerado. Eles analisam criticamente os conhecimentos produzidos, estabelecendo relações entre teorias e evidências experimentais. Nesse sentido, eles contrastam as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências, ou seja, avaliam a plausibilidade dos conhecimentos produzidos. Nessa instância, temos as práticas:

- a) *Justificando as próprias conclusões* - compreende momentos nos quais os alunos constroem argumentos que sustentam as conclusões obtidas;

Além das categorias apresentadas por Jiménez-Aleixandre et al. [3], foram criadas outras duas ao longo de nossa análise, relacionadas à instância de avaliação do conhecimento:

- b) *Usando dados para avaliação de conclusões* – quando os alunos se utilizam de evidências experimentais para avaliarem as conclusões, até então, em construção;
- c) *Usando conceitos para avaliação de conclusões* – corresponde aos momentos de avaliação de conclusões por meio de conceitos já apropriados.

Um importante aspecto salientado por Jimenez-Aleixandre et al. [3] é o de que a demarcação entre as atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento nem sempre é clara. Como exemplo de sobreposição, consideram que “olhar para um conjunto de dados a partir de diferentes perspectivas” fornece um caso em que a produção (dando sentido aos padrões de dados) coincide com a avaliação [6].

Utilizamos ainda seis categorias para a caracterização do discurso dos alunos, considerando os momentos em que estes interagem entre si na ausência da professora. Tais categorias são apresentadas em Silva et al. [12] e compõem a Tabela 1:

Tabela 1: Tipos do discurso dos alunos.

Tipo do discurso	Descrição
Discurso de conteúdo científico	É aquele que é desenvolvido em torno do tema proposto pelo professor.
Dispersão	Corresponde às falas dos alunos que são desenvolvidas em torno de outros temas diferentes do proposto pela professora e não tendo relação com aquele.
Silêncio/Escrita	Corresponde aos momentos em que os alunos registram no papel as suas ideias e silenciam ou abreviam a discussão em torno do fenômeno investigado.
Silêncio/Leitura	Corresponde aos momentos em que os alunos leem o roteiro de atividade e silenciam ou abreviam a discussão em torno do fenômeno investigado.
Gestão entre alunos	Corresponde aos momentos em que os alunos se envolvem no planejamento e organização de futuras ações.
Discurso de experimento	Corresponde aos momentos em que os alunos executam o experimento sem utilizar palavras, apenas ações.

A fim de caracterizarmos as ações da professora, conforme informamos, utilizamos alguns conjuntos de categorias propostos por Mortimer e Scott [9] e Mortimer et al. [13]. Discutimos, a seguir, tais categorias.

Abordagem comunicativa: O conceito de abordagem comunicativa fornece a percepção sobre a abertura do discurso do professor para os pontos de vista dos alunos, em interação ou não (alternando ou não turnos de fala) com eles. Esse discurso é constituído de duas dimensões. A primeira envolve os seguintes extremos: discurso dialógico e discurso de autoridade. A segunda envolve os extremos: discurso interativo e não interativo. Sendo assim as combinações possíveis entre essas duas dimensões geram quatro classes de abordagem comunicativa:

- a. *Interativo/dialógico (I/D):* professor e estudantes exploram ideias, formulam e oferecem perguntas autênticas, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- b. *Não-interativo/dialógico (NI/D):* o professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- c. *Interativo/de autoridade (I/A):* o professor geralmente conduz a discussão com os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- d. *Não-interativo/ de autoridade (NI/A):* o professor apresenta um ponto de vista específico.

Intenções do professor: As intenções do professor correspondem a metas presentes no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades que serão propostas aos alunos,

bem como na sua execução. Seguindo os princípios da teoria de Vygotsky sobre o processo de internalização de ideias as intenções apresentadas foram as seguintes: *criando um problema, explorando a visão dos estudantes, introduzindo e desenvolvendo a estória científica, guiando os estudantes no processo de internalização, guiando os estudantes no processo de aplicação de ideias científicas e mantendo a narrativa.*

A coleta de dados e os procedimentos analíticos

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. Para mensurar a aprendizagem dos alunos, não nos utilizamos de testes e questionários. Nós trabalhamos com o conceito de “engajamento disciplinar produtivo” [14] o qual considera o nível de envolvimento dos estudantes nas tarefas propostas pelo professor, bem como o avanço da discussão destes em torno do tema das aulas.

As aulas registradas em vídeo passaram por um processo de mapeamento. Por meio deste, cada aula pode ser percebida como composta de três principais tipos de momentos: momentos em que a professora interagia com toda a turma, momentos em que a professora interagia com o grupo de alunos tomado para análise e momentos em que os alunos deste grupo interagiam entre si na ausência da professora. Levando-se em conta os momentos definidos, foi possível caracterizar o tipo de conteúdo do discurso da professora quando esta se dirigia para toda turma ou interagia com o grupo analisado em: discurso de conteúdo científico, de agenda, de gestão de classe e de experimento [13].

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.

Conforme comentamos, 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. Com base nos percentuais fornecidos pelo Videograph®, pudemos verificar, por exemplo, o nível de engajamento dos alunos na aula, fazendo a comparação entre o percentual de tempo gasto por eles para discussão de temas propostos pelo professor, com aquele referente aos momentos de dispersão; ainda com base nos percentuais, foi possível perceber que prática epistêmica prevaleceu em cada aula.

O mapeamento das aulas, por sua vez, 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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência escolhida para a análise foi constituída de duas aulas. Por sua vez, as atividades investigativas desenvolvidas nestas foram norteadas por um roteiro previamente elaborado. Tal roteiro propunha aos alunos reproduzirem e observarem diferentes fenômenos selecionados, a fim de que pudessem fazer anotações sobre os aspectos observáveis e deduções sobre a constituição dos materiais envolvidos. O objetivo principal da atividade era fazer os alunos elaborarem o conceito de reação química como um tipo de fenômeno que ocorre com formação de uma nova substância, partindo de resultados experimentais e concepções já construídas.

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 deveriam enumerar as características das substâncias separadamente e monitorar ao longo do tempo o que acontecia a estas depois da realização do experimento, descrevendo suas observações sobre os fenômenos e propondo explicações para os mesmos. De posse destes dados, os alunos deveriam inferir se houve ou não a formação de uma nova substância, apresentando argumentos que sustentassem as suas conclusões.

A Tabela 2, abaixo, enumera as categorias de prática epistêmica verificadas e os seus respectivos percentuais.

Tabela 2: Percentuais de práticas epistêmicas obtidas por cada instância.

Instância	Práticas Epistêmicas	
Produção	Monitorando o progresso	5,7%
	Realizando investigações	7,1%
	Usando conceitos para planejar e realizar ações	5,9%
	Articulando conhecimento observacional e conceitual	19,5%
	Construindo significados	2,3%
	Construindo dados	12,9%
Comunicação	Relacionando diferentes linguagens	1,6%
	Negociando explicações	19,0%
Avaliação	Usando dados para avaliação de conclusões	8,3%
	Usando conceitos para avaliação de conclusões	2,9%
	Justificando as próprias conclusões	14,8%

Observamos que, no geral, houve uma maior aparição das práticas relacionadas à instância de produção, as quais ocuparam cerca de 53% das práticas alcançadas pelos alunos, seguida pela instância de avaliação, com 26%. A instância de comunicação apresentou um percentual de cerca de 20%.

Desta forma, é importante frisar que, o roteiro serviu, de uma forma geral, para contribuir com o surgimento de determinadas práticas, bem como para garantir o alcance de todas as instâncias do conhecimento. Os alunos tiveram que enumerar as características das substâncias separadamente; monitorar, ao longo do tempo, o que acontecia a estas depois da realização do experimento (*produção*), construir explicações e representações do processo (*comunicação*), e, de posse destes dados, inferir se houve ou não a formação de uma nova substância, apresentando argumentos que sustentassem as suas conclusões (*avaliação*).

A prática específica articulando *conhecimento observacional e conceitual* foi a mais verificada nas aulas, isso se deve ao fato de os alunos, por conta da estrutura da atividade, tentarem explicitar diretamente a relação entre o conceito e a observação que realizaram em cada experimento. Para entendermos melhor esse contexto apresentado pelos dados quantitativos, apresentamos, agora, uma análise de alguns episódios que retratam o surgimento de práticas epistêmicas ao longo das duas primeiras atividades investigativas.

O primeiro destes episódios faz parte da primeira atividade investigativa (dissolução do permanganato de potássio em água). Ele ocorre após uma intervenção feita pela professora, em que ela questiona aos alunos se o fenômeno havia envolvido ou não a formação de uma nova substância e lhes solicita uma justificativa. Eles consideraram inicialmente que a interação do permanganato de potássio em água geraria uma nova substância. A professora percebe a fragilidade do conceito de substância dos alunos e busca mudar o rumo de suas ideias, problematizando as suas concepções iniciais, favorecendo uma reflexão sobre as mesmas. Desta forma, tal intervenção instiga os alunos a avançarem para a instância de avaliação. A seguir, na Tabela 3, podemos ver a sequência de interação dos alunos, surgida após a intervenção da professora.

Tabela 3: Surgimento da prática usando dados para avaliação de conclusões.

Transcrição	Prática epistêmica
Anne: Então, é uma nova substância ou não? Não, eu acho que não é uma nova substância. Então não é uma nova substância?	
Kaique: Eu creio que não.	
Flávia: Não, é uma mistura.	
Anne: Heterogênea?	
Flávia: Heterogênea.	
Kaique: A água é uma mistura de substâncias, metade hidrogênio e oxigênio...	
Vinícius (Interrompendo): Olhe, olhe...	
Kaique (Continuando): A água pura é uma mistura...	
Anne: Ei, deixe Vinícius falar... Fale Vinícius.	
Vinícius: Tem essas características (apontando para as características iniciais). Quando transformou qual foi o resultado? É, quais foram as características que mudaram?	
Anne: A água continua incolor? Não.	Usando dados para avaliação de conclusões.
Vinícius: Esse daqui o resultado (apontado para o experimento) vamos supor que fosse uma substância só, então se a gente fosse fazer as características, quais seriam?	
Anne: A água deixou de ser incolor e passou a ser...	
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?	
Flávia: Continua inodora.	
Vinícius: Qual o cheiro?	
Flávia: Não tem. Fraquíssimo. Não dá pra identificar.	
Kaique: É leve esse cheiro? Então perde a característica de inodora.	
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.	
Anne e Flávia (juntas): Então é uma mistura.	

Nesta passagem, os alunos utilizam uma comparação entre as características finais e as iniciais do sistema, a fim de concluir se o fenômeno da dissolução do permanganato de potássio em água havia envolvido a formação ou não de nova substância.

A última questão do roteiro para esse experimento 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 “usando conceitos para planejar e realizar ações”, “realizando investigações” 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.

O fato de retornarem à instância de produção do conhecimento, a fim de buscarem dados experimentais que ancorassem as suas conclusões/ hipóteses, nos diferentes experimentos propostos na atividade, responde pelo alto percentual da instância de produção do conhecimento em relação às demais.

O segundo episódio está situado na atividade investigativa envolvendo a interação entre o ácido clorídrico (HCl) e o zinco. Ele ocorre após a 11ª intervenção da professora no grupo. Nesta intervenção, a professora, que assume uma abordagem comunicativa *interativa/dialógica*, com a intenção de *explorar os pontos de vista dos alunos*, lança uma discussão instigando os alunos a compararem, de forma mais cuidadosa, as características do zinco e do ácido clorídrico separadamente e do sistema após a junção de ambos. Ela propôs questões sobre a identidade do gás formado e o que restou no tubo de ensaio, a fim de que eles avaliassem se houve ou não a formação de uma nova substância neste fenômeno. Após essa intervenção e mais outra, caracterizada por uma abordagem comunicativa *interativa/de autoridade*, feita pela professora, o grupo de alunos inicia uma nova discussão, desta vez entre si, passando a considerar que houve a formação de uma nova substância na dissolução entre zinco e ácido clorídrico. Tal seqüência pode ser vista na Tabela 4, abaixo.

Tabela 4: Surgimento da prática usando conceitos para avaliação de conclusões.

Transcrição	Prática epistêmica
<p>Flávia: Ela falou se fosse...</p> <p>Anne (Interrompendo): Eu acho que é uma nova substância...</p> <p>Flávia (Continuando): ... se o zinco que estivesse evaporado...</p> <p>Anne: Ele estaria sólido, aqui no caso...</p> <p>Flávia: Ele teria solidificado.</p> <p>Anne: E voltado ao estado normal. Eu acho que é uma nova substância... Não tem como ser só ácido.</p> <p>Flávia: Realmente pode ser uma nova substância...</p> <p>Anne: Não tem como ser só o ácido e só o zinco. Se fosse só o ácido estaria saindo “fumaça”, se fosse só o zinco estaria sólido. Tem que ser uma mistura...</p> <p>(...)</p> <p>Anne: Então, eu acho que é uma nova substância...</p> <p>Flávia: Agora eu “to” achando também. Depois do que ela disse...</p> <p>Leandro: Então formou uma nova substância?</p> <p>Flávia: Ela (referindo-se à professora) deu o exemplo da água. Por exemplo, você bota na panela, a água ferveu, você bota a tampa, quando você tira você vê as gotas, né? (Leandro responde com a cabeça que sim) Primeiro evaporou e voltou ao estado líquido. Então, se o zinco tivesse evaporado ((sublimado)) à temperatura ambiente ele teria que voltar ao estado sólido...</p>	<p>Usando conceitos (aliado a dados experimentais) para avaliação de conclusões.</p>

Nesta discussão, os alunos utilizam conceitos já trabalhados em aulas anteriores, em função das intervenções da professora, para concluir que a interação entre o zinco e o ácido clorídrico envolvia a formação de novas substâncias.

Como esperado, o discurso de conteúdo científico dominou a aula, com 75% do tempo total codificado. Somente 3,99% do tempo total corresponderam à dispersão dos alunos. Isso se deu devido às várias intervenções feitas pela professora no trabalho do grupo, o que deu suporte para o avanço das concepções dos alunos.

Analisando o mapa de episódios, percebemos que as intervenções da professora totalizaram o número de 34. Tais intervenções eram sempre seguidas por episódios de conteúdo científico por parte dos alunos, de modo que os episódios de dispersão tornavam-se raros. Logo, as intervenções da professora, além de favorecerem o aparecimento das práticas, 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 [8], analisando a utilização do tempo pela professora e pelos alunos em atividades práticas de Química, afirma que os grupos que apresentaram menores tempos de dispersão foram aqueles que contaram, em boa parte aula, com a participação da professora na discussão do conteúdo científico.

A atividade investigativa foi desenvolvida tendo em vista um roteiro que, por meio de questionamentos, e procedimentos propostos, dava certa direção à investigação, deixando, todavia, bastante espaço para as iniciativas dos alunos. Ao longo da atividade, novos significados foram construídos, enquanto outros foram retomados. O papel do professor para que estes processos acontecessem foi fundamental. 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. Por meio da atuação da professora, chamando atenção para fenômenos familiares, semelhantes àqueles analisados, os alunos passaram a considerar novas possibilidades em suas interpretações. 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 processo de planejamento e desenvolvimento de suas ações investigativas. Dessa forma, podemos concluir que as intervenções da professora instigaram e fomentaram o desenvolvimento de práticas epistêmicas específicas, e até mesmo uma mudança de prática social relacionada com o saber.

Outro aspecto a considerar é que, como discutido em Silva [15], a construção de conceitos é um processo que demanda tempo e que, portanto, não se dá com a simples exposição verbal do professor. É fundamental que as atividades didáticas favoreçam o processo de evolução conceitual, fortalecendo a rede de relações entre os diferentes conceitos. As atividades investigativas colaboram significativamente com esse processo, conforme podemos verificar em nossa análise. Nesse sentido, 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.

4. CONCLUSÃO

O estudo presente neste trabalho buscou caracterizar as práticas epistêmicas ao longo de atividades investigativas, considerando como a professora favorecia o desenvolvimento de determinadas práticas. Foi possível notar que as intervenções feitas pela professora contribuíram para aumentar o percentual das discussões dos alunos em torno do tema da atividade, ocasionando assim pouca dispersão, o que se mostrou fundamental para a construção dos conceitos.

Observamos que as práticas epistêmicas relacionadas à instância de produção ocorreram com maior intensidade em comparação às demais, com o predomínio da prática específica *articulando conhecimento observacional e conceitual*. Isso se deu graças às várias intervenções

da professora e à estrutura da atividade, que exigiam que os alunos explicitassem a relação entre conceitos e observações considerando cada experimento desenvolvido.

Concluindo, retomamos aqui uma discussão iniciada no início deste trabalho, que é consenso na comunidade científica, que considera que o ensino de ciências não deve se preocupar apenas em proporcionar aos alunos a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais, mas possibilitar-lhes também uma compreensão acerca da natureza do saber científico. 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, colaboram significativamente com tal compreensão.

-
1. Jimenez-Aleixandre MP, Bustamante JD. Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques. Texto didático; 2007.
 2. Kelly GJ. Inquiry, activity, and epistemic practices [Apresentação na Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda; 2005 fev; New Brunswick, NJ].
 3. Jimenez-Aleixandre MP, Mortimer EF, Silva ACT, Bustamante JD. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms [Apresentação na Reunião Anual da AERA; 2008 mar; New York, NY].
 4. Kelly GJ, Duschl RA. Toward a research agenda for epistemological studies in science education [Apresentação na Reunião Anual da NARST; 2002 abr; New Orleans, LA].
 5. Silva ACT. Estratégias enunciativas em salas de aula de Química: contrastando professores de estilos diferentes. Belo Horizonte. Tese [Doutorado em Educação] – Faculdade de Educação da UFMG; 2008.
 6. Silva ACT, Nascimento EDO, França ECM, Freire FA, Nunes JM. Densidade e flutuação dos objetos: práticas e movimentos epistêmicos em uma sala de aula de ciências. In: Anais do XVI ENEQ / XEDUQUI; 2012 jul; Salvador.
 7. Sandoval WA. Students' uses of data as evidence in scientific explanations. [Apresentação na Reunião Anual da AERA; 2001 abr; Seattle, WA].
 8. Araújo AO. O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química. Minas Gerais. Dissertação [Mestrado em Educação] – Faculdade de Educação da UFMG; 2008.
 9. Mortimer EF, Scott P. Meaning making in secondary science classrooms. Buckingham: Open University Press; 2003.
 10. Jimenez-Aleixandre MP, Reigosa C. Contextualizing practices across epistemic levels in the Chemistry laboratory. *Science Education* 2006; 90:707-733.
 11. Sandoval WA, Morrison K. High school students' ideas about theories and theories change after a biological inquiry unit. *Journal of research in science teaching* 2003; 40(4):369-393.
 12. Silva ACT, Vinha D, Trindade DS. Elaborando o conceito de substância química: uma análise das interações discursivas e suas relações com o engajamento dos estudantes em uma sala de aula de ciências. In: Anais do IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade; 2010 set; São Cristóvão.
 13. Mortimer EF, Massicame T, Butty C, Tiberghien E. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: Nardi R. A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras; 2007.
 14. Engle RA, Conant FR. Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction* 2002; 20:399-484.
 15. Silva ACT. Práticas e movimentos epistêmicos em atividades investigativas de Química. In: Anais do VIII ENPEC; 2011 dez; Campinas.