

As práticas epistêmicas e justificativas presentes nos processos de tomada de decisão em uma atividade investigativa escolar

The epistemic practices and justifications present in decision-making processes in a inquiry-based teaching

Silva^{1,2}, *Fábio Augusto Rodrigues e Mortimer*¹, *Eduardo Fleury*

¹Programa de Pós Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

² DEBIO/ICEB da Universidade Federal de Ouro Preto

email: fabogusto@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo apresenta uma análise dos processos discursivos e interativos vivenciados por um grupo de alunos de um curso superior de ciências biológicas que se dedicavam a uma atividade investigativa escolar em uma disciplina oferecida pelo Departamento de Bioquímica e Imunologia. Instigados por características peculiares desse ambiente de aprendizagem que favorecem a autonomia dos estudantes, nos dedicamos ao estudo dos processos de tomada de decisão do grupo. Para tanto, ressaltamos as diferenças nas práticas epistêmicas que emergem nas situações de produção e comunicação do conhecimento científico escolar, identificamos as transformações e as justificativas que evidenciam os limites dessa atividade e que determinam as decisões negociadas pelo grupo.

Palavras-chave: ensino por investigação, tomada de decisão, práticas epistêmicas, justificativas

Abstract

This article shows an analysis of discursive and interactive processes experienced by a group of students from the Biology graduate course who dedicated themselves to an investigative school activity in a subject offered by the Department of Immunology and Biochemistry. Instigated by the peculiar characteristics of this learning environment that favors the student's autonomy, we dedicated ourselves to the study of the decision making processes of the group. To accomplish this, we made notable the differences in the epistemic practices that emerge in situations of production and communication of the scientific school knowledge, identified the transformations and the justifications which evidence the limits of this activity and determine the decisions negotiated by the group.

Introdução

Esse artigo apresenta uma análise dos processos de tomada de decisão vivenciados por alunos do ensino superior de um curso de Ciências Biológicas de uma instituição de ensino superior que estão envolvidos em uma atividade de ensino por investigação. Essa atividade é realizada em uma disciplina oferecida pelo Departamento de Bioquímica e Imunologia que tenta propiciar um ambiente de aprendizagem que favoreça o engajamento dos alunos em trabalhos práticos mais abertos.

Os dados que nós iremos apresentar são referentes a um grupo composto por sete alunos que durante um semestre se dedicou a um projeto que investigou a propriedade repelente, primeiro da cebolinha, depois cravo da Índia, sobre uma espécie de formiga, a formiga-fantasma. O projeto de pesquisa do grupo tinha como objetivo inicial desenvolver um produto natural que pudesse ser utilizado em ambientes domésticos, principalmente em cozinhas. O estudo sobre as tomadas de decisão do grupo foi realizado devido à nossa constatação de que os alunos, sujeitos dessa pesquisa, em vários momentos se envolveram em discussões relacionadas aos procedimentos a serem adotados na investigação. Nessas discussões, eles tiveram que deliberar, a partir de diferentes justificativas, sobre os procedimentos mais apropriados para a condução dos experimentos.

Os dados, relacionados à atividade do grupo, foram obtidos por meio de filmagens em tempo real. Além disso, nós analisamos informações obtidas de trabalhos escritos produzidos pelos alunos. Esses dados têm nos permitido analisar a atividade de investigação do grupo considerando duas instâncias diferenciadas de construção do conhecimento científico: as situações de produção e as situações de comunicação. Esperamos que essa análise das tomadas de decisão nos ajude a demonstrar os processos de transformação e os elementos que compõem e que limitam essa atividade de investigação escolar.

Aspectos teóricos-metodológicos

O ensino por investigação e os estudos epistemológicos

A disciplina analisada nessa pesquisa foi concebida a partir da insatisfação dos professores do Departamento de Bioquímica e Imunologia com o modelo de aulas práticas tradicionais. Para esses professores, essas aulas práticas trazem uma visão distorcida das ciências, como um conjunto de roteiros muito fechados e que não levam a produção significativa de conhecimento científico e nem ao efetivo trabalho em equipe. Com isso, ao longo dos anos, os professores responsáveis pelas disciplinas de Bioquímica do Curso de Ciências Biológicas passaram a introduzir trabalhos mais abertos que possibilitavam aos grupos de alunos a formulação de questões e o desenvolvimento de procedimentos de pesquisas para respondê-las.

Adotando essa metodologia, em nossa percepção, os professores, de forma intuitiva, acabaram se aproximando de uma abordagem denominada ensino por investigação. Com esse tipo de ambiente de aprendizagem, os estudantes são engajados em atividades que permitem reproduzir parcialmente a atividade científica, favorecendo o questionamento, a pesquisa e resolução de problemas (MAGNUSSON et al 2006).

Para estudar esse peculiar ambiente de aprendizagem constituído pela disciplina e os diferentes movimentos interativos e discursivos dos sujeitos dessa pesquisa, temos nos

aproximado das agendas de pesquisa de William A. Sandoval e Gregory J. Kelly (SANDOVAL 2005, KELLY e DUSCHL 2002, KELLY 2005) e de estudos da sociologia das ciências (LATOURE e WOOLGAR 1997, LATOUR 2000).

De modo independente, Sandoval e Kelly têm desenvolvido estudos que se voltam para os processos intersubjetivos analisando situações em que os alunos e professores estão envolvidos em atividades investigativas em sala de aula. Para tanto, eles assumem a concepção de que a construção do conhecimento científico escolar está relacionada à participação ativa dos alunos e conseqüentemente à vivência de práticas sociais semelhantes às que são desenvolvidas pelos cientistas (SANDOVAL, 2005, KELLY, 2005).

Nesses estudos, Sandoval e Kelly indicam as práticas epistêmicas como um dos elementos para análise das situações de ensino de ciências por investigação. Nós temos adotado esse pressuposto e, para tanto, temos definido as práticas epistêmicas como aquelas que estão relacionadas às ações de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY e DUSCHL 2002).

Ampliando o nosso estudo sobre as práticas epistêmicas e considerando os nossos dados, um dos movimentos discursivos que tem mais nos intrigado está relacionado aos processos de tomada de decisão do grupo investigado. Ao aprofundar a análise dos dados de nossa pesquisa temos observado que esses alunos, devido à natureza peculiar do ambiente de aprendizagem dessa disciplina, têm muita liberdade e autonomia para definição dos rumos de seu projeto. Esse fato nos suscitou uma aproximação dos estudos sociológicos da ciência conduzidos por Bruno Latour e colaboradores (LATOURE E WOOLGAR, 1997, LATOUR 2000 e MAGNUSSON et al 2006).

Esses estudos nos chamam a atenção para as diferenças entre, por um lado, os discursos sobre a atividade científica e sobre os fatos que são produzidos, e por outro os discursos presentes nas situações de produção do conhecimento científico (LATOURE e WOOLGAR, 1997 e MAGNUSSON et al 2006). Ressalta-se que as situações de produção são caracterizadas pelas atividades de pequenos grupos que trabalham colaborativamente de forma fechada na resolução de problemas imediatos. Essas atividades são caracterizadas pela utilização de artefatos (equipamentos de laboratório e documentos), e pela existência de controvérsias, incertezas e tensões e por especulações informais sobre os procedimentos realizados e dados observados. Já as situações de comunicação são marcadas pelo consenso e pelo cumprimento das normas e regras de validação e justificação da ciência. Na produção de artigos e outras comunicações, as tensões e controvérsias são atenuadas ou silenciadas, as ideias são compactadas e existe um esforço em promover a compreensão dos leitores e em explicitar a contribuição da pesquisa para a comunidade (MAGNUSSON et al, 2006).

Latour e Woolgar (1997) defendem que para entender a atividade científica é necessária a observação das trocas discursivas e interativas entre os membros de um laboratório. Com esse estudo seria possível evidenciar negociações complexas, nas quais são modificadas convicções e são valorizados determinados tipos de enunciados que revelam os fatores que orientam e delimitam uma investigação científica. Além disso, a análise dos chamados microprocessos evidencia como se imbricam as discussões de natureza teórica, descritiva e

técnica e permite inferir que os pensamentos empregados pelos pesquisadores na sua atividade profissional não diferem fundamentalmente do que são empregados nos acontecimentos do dia a dia.

Nossa análise procura evidenciar as práticas epistêmicas e as justificativas que se articulam e comparam no processo de tomada de decisão do grupo analisado, apresentando quais foram às tensões e problemas presentes na construção dos procedimentos desta investigação. Nesse estudo, consideramos as particularidades da ciência acadêmica e as práticas epistêmicas, identificando três instâncias em que se desenvolvem a atividade científica: momentos de produção, de comunicação e de avaliação do conhecimento.

Os momentos de produção são marcados pelas ações e discursos que se relacionam diretamente às condições e o contexto de manipulação de artefatos, de leitura e pesquisa de textos científicos, de realização de ensaios experimentais. Os momentos de comunicação estão relacionados aos processos de troca de informações sobre os resultados ou sobre o andamento do projeto realizado, seja nas apresentações realizadas na sala de aula ou no artigo. Quanto ao momento de avaliação, ele pode ser relacionado ao empenho de socialização ampla da investigação que se dá por meio das críticas que emergem quando da publicação de artigos e outros trabalhos escritos, apresentação em congresso ou seminários etc.

Esses momentos de comunicação e avaliação do conhecimento são marcados, em maior ou menor grau, por elementos retóricos e/ou discursivos. Com o uso desses elementos, os participantes procuram demonstrar o domínio e/ou apropriação da linguagem social das ciências, fortalecendo os seus argumentos para demonstrar coerência e o poder explanatórios de suas explicações (LATOURET, 2000, MAGNUSSON et al, 2006 e MORTIMER, 2010).

Em todas essas três instâncias da atividade científica estão sendo empregadas, desenvolvidas, apropriadas e reformuladas as práticas epistêmicas que podem ser identificadas nas ações e ou discursos que possibilitam a realização de uma investigação científica.

A coleta de dados e os procedimentos analíticos

Os procedimentos que empregamos nessa pesquisa incluem o exame de dados de sala de aula registrados em vídeo, permitindo um trabalho de análise feito diretamente sobre a imagem produzida (MORTIMER e col, 2007). Durante todo um semestre letivo, filmamos um grupo de composto por sete alunos cujos nomes fictícios são Ana, Juliana, Débora, Patrícia, Fabiana, Thiago e Juan. O grupo se dedicou a um projeto que investigou a propriedade repelente, primeiro da cebolinha, e depois do cravo da Índia, sobre uma espécie de formiga, a formiga-fantasma. Ao longo do semestre, eles foram acompanhados por três professores, dois homens e uma mulher.

As filmagens feitas com duas câmeras resultaram em uma amostra constituída por 4 aulas de apresentação de projetos (sala de aula) e 8 aulas de experimentos (laboratório) e 1 aula de apresentação de banner. Essa aula de apresentação do banner é a última tarefa do semestre e consiste em uma socialização dos resultados da investigação para o Departamento de Bioquímica e Imunologia. A análise dos vídeos foi feita com o auxílio do

software Transana® para transcrição e categorização dos dados. Além disso, realizamos entrevistas, registramos observações em caderno de campo e obtivemos as produções escritas dos alunos. Essas produções consistiam em um artigo no formato de publicação científica e em um relatório de atividades, que é um material de caráter reflexivo. Esses instrumentos são usados na avaliação da disciplina.

Analisamos o artigo produzido pelos alunos utilizando as categorias propostas por Halliday e Martin (1992) e Mortimer (1998, 2010). A partir do texto, foram investigados os elementos do trabalho do grupo que deram suporte à produção dos procedimentos relatados na seção denominada de Metodologia, evidenciando os problemas enfrentados, as opções apresentadas e as discussões que conduziram as decisões do grupo.

Na análise desse processo, identificamos as práticas epistêmicas que emergiram no discurso e as justificativas que orientaram às escolhas do grupo. Essas justificativas foram caracterizadas como: **pragmáticas**, quando estão relacionadas aos constrangimentos de ordem prática para o desenvolvimento do projeto; **empíricas**, quando elas são resultados de uma observação ou uma conclusão originadas de uma prova experimental; **de senso comum**, quando fundamentadas em conhecimentos tradicionais; e **conceituais** quando se sustentam em dados ou informações conceituais.

Na próxima seção, descreveremos os processos de tomada de decisão relacionados aos procedimentos de captura e manipulação das formigas-fantasma, uma das primeiras situações problemáticas enfrentadas pelo grupo. Nessa apresentação de resultados as práticas epistêmicas serão evidenciadas por trechos em itálico e as justificativas em negrito.

Resultados

Antes de iniciar a análise dos processos de tomada de decisão, apresentaremos como os experimentos eram conduzidos pelo grupo de alunos. Eles usavam um pedaço de fórmica, na qual eram colocadas gotas da substância a ser pesquisada (extrato de cebolinha ou cravo da índia) em formato retangular ou elíptico. Feito esse procedimento, os membros do grupo colocavam as formigas no centro do halo. Na primeira aula no laboratório, eles utilizaram um aquário para transportar as formigas e esse equipamento foi colocado no centro da fórmica quando iniciaram o ensaio experimental. Nas outras aulas de laboratório, as formigas eram trazidas em embalagens plásticas pequenas que eram abertas e colocadas no centro da fórmica para o início da observação.

Eles observavam a movimentação das formigas e quando uma atravessava a barreira formada pelas gotas, era morta e contada. Ao final de um tempo definido pelo grupo, todas as formigas que ficavam no centro do halo eram mortas e contadas. Com isso, os alunos podiam estabelecer uma relação entre o número de formigas que saíram do halo e quantas ficaram, o que os permitia estabelecer um parâmetro para inferir sobre a eficiência da substância pesquisada quanto a sua capacidade de repelir essa espécie de formigas.

Iniciamos a nossa análise a partir do artigo “Avaliação da propriedade repelente de *Eugenia caryophyllata* em formigas *Tapinoma melanocephalum*”. Essa escolha baseia-se na constatação de que o artigo apaga as contradições que o grupo vivenciou ao tomar decisões em torno de uma série de questões que, no artigo, são descritas sem qualquer referência a

essas tomadas de decisão. Com relação aos procedimentos de captura e armazenamento, observa-se o texto apresentado no quadro 1.

1. Captura das formigas:
 As formigas *Tapinoma melanocephalum* foram coletadas em uma residência da região urbana de Belo Horizonte. Foi utilizada uma isca para a atração das mesmas. Toda a isca utilizada consistia em um pedaço de pão embebido em água com açúcar. Após aglomeração de formigas sobre o pão, este é transferido rapidamente para um recipiente que será lacrado, para que elas possam ser transportadas para o laboratório. As capturas foram todas realizadas algumas horas antes da realização dos experimentos.

Quadro 1: Trecho da seção Métodos e Procedimentos no artigo “Avaliação da propriedade repelente de *Eugenia caryophyllata* em formigas *Tapinoma melanocephalum*”, produzido pelo grupo investigado.

Como se espera de um produto destinado a instância de comunicação, a ser submetido a avaliação das autoridades do conhecimento científico, no caso os professores da disciplina, o texto do artigo está permeado de elementos que caracterizam a linguagem científica (HALLIDAY e MARTIN, 1992 e MORTIMER, 2010). Entre as características a serem destacadas ressalta-se o uso de grupos nominais com alta densidade léxica que qualificam os objetos descritos como por exemplo: “As formigas *Tapinoma melanocephalum*”, “em uma residência da região urbana de Belo Horizonte” e “pedaço de pão embebido em água com açúcar”. Além disso, percebe-se a ausência do sujeito, marcada por frases na voz passiva como: “Após aglomeração de formigas sobre o pão, este é transferido rapidamente para um recipiente que será lacrado, para que elas possam ser transportadas para o laboratório”.

Destaca-se que, como uma *descrição de procedimentos* em um texto científico, esse trecho prima pela ausência de referentes históricos, por exemplo as alternativas pensadas, discutidas ou experimentadas ao longo da investigação científica. Porém, antes de chegar a esse texto final, os alunos passaram por diferentes situações de discussão e tomadas de decisão sobre os procedimentos de captura e armazenamento das formigas. O conjunto das decisões analisado abrangeu três aulas, uma de apresentação (AULA 3) e duas aulas de experimentos (AULA 4 e AULA 5) e envolveu questões relacionadas à captura e manutenção das formigas, aos prazos para a captura, ao armazenamento das formigas e à temperatura para o teste.

Começaremos a apresentação de nossa análise, pela escolha da espécie de formiga. Provavelmente, a decisão sobre a espécie de formiga foi tomada no semestre anterior quando os alunos cursavam uma disciplina teórica no segundo período e precisaram entregar o projeto da investigação que seria realizado no semestre seguinte na disciplina de projetos. Esse processo de decisão está representado no quadro 2. Nesse tipo de quadro, identificamos a fonte da informação na qual obtemos os dados, a ação na qual os alunos estavam envolvidos e as práticas epistêmicas presentes nessas ações.

Problema	Fontes de informações	Ação	Práticas epistêmicas	Tipo de Justificativa
Escolha da espécie da formiga	Artigo		Descrição de características comportamentais Uso de informações conceituais	Conceitual
	Aula 3 (sala de aula)	Descrição das formigas	Descrição de características morfológicas e comportamentais	Pragmática

Quadro 2: Quadro-síntese do processo de tomada de decisão sobre a escolha da espécie de formiga investigada

Na introdução do artigo, por exemplo, observa-se a seguinte informação: “Na região de Belo Horizonte, Minas Gerais (Brasil), a formiga doceira mais relevante é a formiga fantasma (*Tapinoma melanocephalum*). Essa espécie tem como principal característica o hábito de se movimentar em fileiras perfeitas. Normalmente nidificam em gretas de portas, no teto de residências e próximas a fiações elétricas quando ocorrem no interior das residências (Hedges, 1992).”

Nesse trecho, observa-se uma *descrição de características comportamentais* e a *utilização de informações obtidas em fontes científicas*, sendo a última evidenciada pelo emprego de citação. Dessa forma, parece que a escolha do grupo se fundamenta apenas em uma **justificativa conceitual**. Entretanto, o discurso dos alunos¹ traz evidências de que a escolha dessa espécie de formiga se fundamentou também em uma **justificativa pragmática** relacionada à facilidade de obtenção desses insetos em boa quantidade na residência de uma integrante do grupo. Por exemplo, na terceira aula da disciplina (AULA 3), a primeira aula de apresentação de projetos, quando Juan encerrou uma breve *descrição dos procedimentos* pensados para a investigação, um dos professores presente questiona sobre o tipo de formiga que o grupo tem utilizado. Juan e Ana apresentaram uma *descrição de características morfológicas e comportamentais* que evidencia a ubiquidade dessa espécie. Juan informou que essa formiga pode ser encontrada na residência de Ana. Essa informação foi reforçada na primeira aula no laboratório (AULA 4). No episódio 25, uma aluna integrante de outro grupo, Romana, observou e questionou de quem partiu a ideia de trabalhar com essa espécie de formigas e Débora prontamente a atribuiu a Ana

O primeiro ponto de tomada de decisão do grupo, registrado em vídeo, está relacionado aos procedimentos de captura e obtenção das formigas (QUADRO 3). O grupo se questionava se poderia produzir um ninho em um aquário ou se as capturava com uma isca: um pedaço de pão embebido em água com açúcar.

No terceiro episódio da primeira aula de apresentação (AULA 3), o grupo menciona a tentativa de se produzir o ninho de formigas em um aquário. Esse episódio revela que, no momento dessa apresentação, o grupo *lida com uma situação problemática*, indeciso quanto à forma mais adequada de se obter as formigas. Eles mencionam a *busca por informações metodológicas na literatura* que sugere a possibilidade de produção do ninho e *descrevem o procedimento* encontrado pelo grupo para enfrentar o problema, que é a captura com a isca.

Problema	Fontes de informações	Ação	Práticas epistêmicas	Tipo de Justificativa
Captura e manipulação das formigas	Artigo		Descrição de procedimentos	Pragmática
	Aula 3 (sala de aula)	Descrição dos procedimentos	Busca por informações metodológicas Descrição de procedimentos Lidar com situação problemática	
	Aula 4 (lab.)	Relato a professora	Utilizando informações de especialistas Considerando as limitações de sua investigação Descrição de procedimentos	

¹ Optamos por não apresentar as nossas transcrições devido às limitações impostas pelo espaço desta publicação.

Quadro 3: Quadro-síntese do processo de tomada de decisão sobre captura e manipulação das formigas

Em outro episódio, o terceiro da próxima aula (AULA 4), que acontece no laboratório, essa questão já se encontra superada. Em relato feito à professora Vilma, Juan e Fabiana apresentaram os motivos que levaram ao grupo descartar da tentativa de montar o ninho. Nesse relato, eles ressaltam que *informações obtidas em consulta a especialistas e considerando as limitações de sua investigação*, o grupo se muniu de **justificativas pragmáticas** que sustentaram a decisão de não investir na produção do ninho. De acordo com as fontes consultadas, eles não estão em um período do ano propício para a produção do ninho, o ideal é o verão, e nesse momento no Brasil é inverno. Além disso, um grupo de pesquisadores, que informou já ter produzido um ninho de formigas, tentou novamente por três meses e não teve sucesso. Investir tanto tempo é inviável, pois grupo de alunos tem apenas 4 meses para fazer todo o projeto. Dessa forma, o grupo já tinha estabelecido que a obtenção das formigas se daria por meio da isca. Essa decisão foi comunicada à professora Vilma, no episódio 7. Ela observou o aquário sobre a bancada, se assustou com a quantidade de formigas e perguntou como elas foram obtidas. Ana *descreve o procedimento* de captura realizado com a isca, um guardanapo umedecido com água com açúcar, que repleto de formigas era colocado dentro do aquário.

Outra tomada de decisão do grupo, estava relacionada ao prazo de captura das formigas (QUADRO 4).

Problema	Fontes de informações	Ação	Práticas epistêmicas	Tipo de Justificativa
Prazos para a captura das formigas	Artigo		Descrição de procedimentos	
	Aula 4 (lab.)	Discussão sobre procedimentos da investigação	Proposição de procedimento Problematização Utilizando dados conceituais Utilizando dados do senso comum Proposição de controle de variáveis Estabelecimento de padrões Apresentação de hipótese Considerando os limites da investigação Estabelecimento de procedimento padrão	Senso comum Conceitual Pragmática

Quadro 4: Quadro-síntese do processo de tomada de decisão sobre os prazos de captura das formigas

Essa discussão ocorreu na AULA 4. Ela teve início, com a *proposição de procedimento* feita por Fabiana. Fundamentada em uma **justificativa de senso comum**, ela sugeriu deixar as formigas um período sem comer, retirando o guardanapo com açúcar do aquário utilizado para transportar as formigas, algo com que Ana concordou. Os integrantes do grupo passaram ao registro por escrito das informações e de forma quase consensual estabeleceram prazos de dois a três dias de antecedência para a captura das formigas e retirada das iscas do aquário para deixar as formigas com fome. Porém Juan *problematizou* essas definições do grupo. Diante do argumento de Fabiana, Juan *apresentou uma justificativa fundamentada em dados conceituais* de que as formigas não se alimentam do açúcar presente na isca, mas sim de um fungo que se desenvolve na colônia graças aos materiais coletados pelas operárias. Entretanto, essa afirmação de Juan não se mostrou suficientemente consistente para convencer Fabiana, que insistiu com sua proposta de procedimento.

Ana, que concordava inicialmente com Fabiana, aderiu à tese de Juan. Entretanto, Thiago trouxe outra **justificativa do senso comum** à discussão: mesmo não se alimentando de açúcar, esses animais tem instinto de coletá-lo. Fabiana reformulou a sua proposição inicial e sugeriu apenas a retirada do guardanapo do aquário, para verificar se essa variável tem alguma influência, o que evidenciava uma preocupação com *o controle de variáveis do experimento*. Ana refutou a sugestão e propôs *estabelecer um procedimento padrão*: capturar as formigas com o guardanapo, que seria retirado do aquário dois dias antes, pois *ela tem a hipótese* de que o contato prolongado pode influenciar na movimentação das formigas. Então, *considerando os objetivos propostos para a investigação*, Thiago relativizou a discussão, fundamentando a sua posição em uma **justificativa pragmática**. Ele afirmou que o efeito de deixar as formigas com fome não era algo que o grupo queria descobrir, portanto não seria motivo de uma discussão. Thiago *estabeleceu o procedimento* que deveria ser adotado: Ana deveria capturar as formigas e um ou dois antes do ensaio experimental, os guardanapos deveriam ser retirados do aquário. Com isso, optou-se por estipular um procedimento e mudar o foco do trabalho para não perder tempo.

Apresentando outro processo de tomada de decisão, temos a discussão sobre o armazenamento e transporte das formigas (QUADRO 5).

Problema	Fontes de informações	Ação	Práticas epistêmicas	Tipo de Justificativa
Armazenamento e transporte das formigas	Artigo		Descrição de procedimentos	
	Aula 4 (lab.)	Discussão sobre os procedimentos do experimento	Considerando as limitações do experimento Apresentação de hipótese Apresentação de dados empíricos Proposição de procedimentos Identificação de evidências Problematização Proposição de procedimentos	Pragmática Empírica
		Relato a professor	Apresentação de alternativas Descrição de procedimento	
Realização do primeiro ensaio experimental	Lidando com problemas Realizando observações Avaliando os resultados Usando dados da investigação Propondo procedimento Avaliando procedimento Definindo procedimento			

Quadro 5: Quadro-síntese do processo de tomada de decisão sobre o armazenamento e transporte das formigas

Essa discussão começou no episódio 11 da aula 4. O grupo ainda estava utilizando um aquário para armazenar as formigas. Nesse momento da aula, eles *consideravam as limitações desse artefato* e começaram a discutir a necessidade de tal equipamento. Primeiro, esse questionamento se origina na impossibilidade de se montar a colônia de formigas, uma **justificativa pragmática**, conforme discutimos anteriormente. Depois, os integrantes *discutem sobre os procedimentos* para a retirada das formigas do aquário para os ensaios experimentais.

Nessa discussão, observa-se que a ideia inicial do grupo, para a colocação das formigas sobre a fórmica onde ia ocorrer o experimento, consistia na seguinte estratégia: era retirado

o guardanapo com isca e colocado um guardanapo limpo, dentro do aquário. Como *hipótese inicial*, Ana esperava que as formigas aglomerariam no guardanapo limpo. Entretanto, nesse momento, *considerando dados empíricos*, Ana trouxe a observação conflitante de que as formigas não estavam se aglomerando nos guardanapos. Ela *propôs uma solução* para o problema, utilizar todo o aquário no ensaio experimental. Ele seria colocado no centro da fórmica, que já se encontrava sobre a bancada, e agitado para estimular a movimentação das formigas. Juan avalizou a ideia de Ana, sugerindo ainda a colocação de alguma substância repelente no interior do aquário para estimular a saída das formigas. *Em sua descrição do procedimento proposto*, Juan *apresentou também uma possível evidência que poderia suportar a hipótese* de que a cebolinha é repelente dessa espécie de formigas.

A ideia de Ana foi *problematizada* por Thiago, que apresentando uma **justificativa pragmática**, aponta uma importante limitação no procedimento: ele implica em realizar apenas um teste por dia. Então, Juan *propôs a utilização* de pequenas embalagens plásticas para armazenamento e transporte das formigas. Essa embalagem, trazida por Ana, contém formigas que foram resfriadas, resultado de um teste que foi proposto pela professora, na aula de apresentação. Essa ideia de Juan é aprovada por Thiago. Em episódio posterior, o décimo segundo, os integrantes do grupo *descrevem para a professora essa alternativa* criada pelo grupo.

Apesar da incerteza sobre o uso do aquário, o grupo optou pelo procedimento de colocá-lo no centro da fórmica para iniciar o ensaio experimental. Entretanto, durante *a realização do primeiro ensaio experimental*, no episódio 22, o procedimento trouxe *alguns problemas ao grupo*, que se constituem em **justificativas empíricas** para o abandono do uso do aquário. O primeiro problema do ensaio experimental é identificado pela professora: como saber qual era o número inicial de formigas para comparar com o número de formigas que atravessam o halo de cebolinha². Outro problema é que mesmo com toda agitação promovida pelos integrantes – eles balançaram o aquário, mexeram nos guardanapos, jogaram cebolinha dentro do aquário – mas *observaram* que muitas formigas continuam no aquário. Durante a realização desse ensaio experimental, Fabiana e Thiago já *avaliavam* negativamente o uso do aquário. Juan *apresentou uma proposta de procedimento* que é utilizar o peso do aquário antes e depois do experimento para fazer uma estimativa, mas essa sugestão foi refutada por Thiago. Na próxima aula, a AULA 5, a segunda aula no laboratório, o grupo já não traz o aquário, mas sim três embalagens contendo guardanapos e formigas. A cada ensaio experimental, os integrantes do grupo batem e agitam essas embalagens e as colocam abertas no centro da fórmica e iniciam a marcação do tempo.

A última tomada de decisão sobre captura e manipulação das formigas será apresentada de forma mais sucinta. Ela diz respeito ao resfriamento das formigas. Essa ideia foi proposta pela professora da disciplina, na aula de apresentação de projetos (AULA 3), que sugeriu que as formigas deveriam ser colocadas na geladeira para chegar ao laboratório “dormindo”. Na aula 5, a segunda realizada no laboratório, Ana trouxe embalagens

² Ao final da aula 4, a cebolinha será substituída pelo cravo da Índia. Essa substituição está relacionada a ausência de efeito repelente da cebolinha sobre a formiga fantasma e é objeto de um outro processo de tomada de decisão que acontece quase simultaneamente ao processo de discussão sobre os procedimentos de captura e armazenamento.

plásticas com formigas que ficaram algum tempo na geladeira. Na primeira *observação* do grupo, as formigas pareciam estar bem, se movimentando. Entretanto, durante a *realização do segundo ensaio experimental*, no episódio 17, o grupo *observou* e identificou certa letargia das formigas. Após alguns testes, o grupo observou que aos poucos as formigas começaram a se movimentar e se deslocar em direção as extremidades da fôrmica. Por meio de dados empíricos, isto é de **uma justificativa empírica**, o grupo *avaliou* e descartou o procedimento de resfriamento das formigas. Finalmente, no episódio 21, Ana *apresentou* ao professor que acompanhava a turma a decisão de utilizar as formigas em temperatura ambiente.

Discussão

Com essa decisão sobre a utilização das formigas em temperatura ambiente são encerrados os processos de tomada de decisões relacionadas aos procedimentos de captura e armazenamento das formigas. Esse conjunto de decisões foi tomado nas primeiras três aulas. Nas outras aulas, esses procedimentos não são mais objetos de discussão ou divergências. Eles estão definidos conforme apresentados no artigo (ver QUADRO 1) e são seguidos pelos membros do grupo no curso da investigação. Entretanto, em nossa análise podemos destacar que as trocas interativas e discursivas nos trouxeram elementos históricos e sociais que tem nos ajudado a entender esse ambiente de aprendizagem e a transformação na atividade realizada pelos alunos.

Em princípio, ressaltamos que a disciplina e o projeto de pesquisa sobre a propriedade repelente de uma substância vegetal (cebolinha ou cravo da índia) sobre a formiga fantasma proporcionou aos alunos a vivência de duas instâncias típicas da atividade científica, com todas as suas características bastante diferenciadas: o momento de produção e o momento de comunicação. Verificamos que as situações de produção do conhecimento científico analisadas, as aulas 4 e 5, são marcadas por uma maior diversidade de práticas epistêmicas do que os momentos de comunicação, a aula 3. Na aula 3, identificada como um contexto de socialização de informações sobre o andamento do projeto, verificamos práticas epistêmicas de descrição do objeto de pesquisa, descrição dos procedimentos da investigação, relato de busca de informações metodológicas e de enfrentamento de situações problemáticas. Já nas aulas 4 e 5 que foram realizadas no laboratório, observamos que os alunos levantavam hipóteses, lidavam com situações problemáticas, consideravam as limitações da investigação, problematizavam, propunham procedimentos, estabeleciam procedimentos, realizavam observações, avaliavam etc. Essa diversidade de práticas epistêmicas está diretamente relacionada às condições materiais presentes e ao enfrentamento das dificuldades para o desenvolvimento de uma metodologia adequada para a investigação.

Além disso, observamos que nos processos de tomada de decisões relacionados à captura e a manipulação das formigas puderam ser constatadas mais justificativas de natureza pragmática. Isso pode estar relacionado ao fato de que, no início da investigação, os alunos estão considerando as condições de produção, em termos materiais e do tempo disponível, oferecidas pela disciplina e também pelo reconhecimento das características das formigas. Contudo, ao longo da atividade de investigação, as justificativas empíricas passam a ficar

mais presentes, indicando a contribuição dos ensaios experimentais e das discussões que o acompanham para o desenvolvimento dos procedimentos da investigação.

Considerações Finais

Conforme apontado por Latour e Woolgar (1997) ao considerar os microprocessos do cotidiano da atividade científica podemos obter evidências de como os discursos sobre os procedimentos investigativos e os fatos científicos são construídos. Em nosso estudo, tomamos esse pressuposto como um referencial para a análise do desenvolvimento do grupo nessa atividade de investigação escolar. Nesse artigo apresentamos uma análise dos processos de tomada de decisão sobre a captura e manipulação das formigas, evidenciando as trocas interativas e discursivas em situações de produção e comunicação do conhecimento científico escolar.

A análise nos permitiu revelar quais foram as tensões, controvérsias e problemas que se apresentaram nesse processo de definição de procedimentos para investigação. Ressaltamos como essas situações problemáticas foram resolvidas, evidenciando as justificativas utilizadas pelo grupo para o estabelecimento dos procedimentos que foram adotados no andamento da investigação. Observamos que, no princípio da investigação, as justificativas pragmáticas eram as mais frequentes mas que, com a realização de experimentos, as justificativas empíricas passaram a ser consideradas nas definições do grupo.

Além disso, em nosso estudo trazemos como elemento de análise as práticas epistêmicas. Em nossos dados, identificamos que nos momentos de produção do conhecimento emergem uma maior diversidade de práticas epistêmicas, suscitadas pelo enfrentamento dos problemas imediatos que aparecem nas situações de trabalho envolvendo a utilização dos elementos materiais da investigação.

Referências

- HALLIDAY, M.A.K; MARTIN, J. R. Writing Science: Literacy e discursive power. London: The Falmer Press, 1992. cap.9, p.166-202
- KELLY, G. J.; DUSCHL, R A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. IN: Annual meeting of the National association for research in Science Education, abril de 2002, Nova Orleans, Louisiana, EUA.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. IN: Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda, 16-18 de fevereiro de 2005, New Brunswick, New Jersey, EUA.
- KELLY, G. J.; DUSCHL, R A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. IN: Annual meeting of the National association for research in Science Education, abril de 2002, Nova Orleans, Louisiana, EUA.
- LATOUR, B. Ciência em Ação. Editora Unesp, São Paulo, SP.; 2000.
- LATOUR, B., WOOLGAR, S., 1997. A vida de laboratório: a construção dos fatos científicos. Relume-Dumará. Rio de Janeiro, 310 p.

MAGNUSSON, S. J., PALINCSAR, A. S. Community, culture, and conversation in inquiry based science instruction. IN: FLICK, L.D., LEDERMAN, N. G. Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education. Netherlands: Springer, 2006. p. 17-36.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In: SANTOS; Wildson Luiz P. dos, MALDANER Otávio Aloisio. (Org.). Ensino de Química em Foco. 1 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, v. 1, p. 181-207.

MORTIMER, E MASSICAME, T BUTY, C & TIBERGHIE, A. 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 Ciências no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007. p.53 a 94.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their Influence on learning through inquiry. Science Education 89: p. 634– 656. 2005.