

Ensino de Biologia por investigação experimental: avaliação do entendimento da construção de conhecimento em Biologia por um grupo de alunos do ensino médio em uma sequência de atividades experimentais

Biology teaching by experimental investigation: knowledge construction understanding evaluation in Biology by a High School group of students in an experimental activities sequences

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar como um grupo de alunos do ensino médio desenvolveu investigações experimentais durante uma sequência de aulas. A proposta de pesquisa era de caráter qualitativo, com foco na caracterização das interações discursivas e das práticas epistêmicas identificadas nas falas de alunos e professores. A sequência analisada constituía parte do Projeto UFMG & Escolas, do Departamento de Bioquímica e Imunologia do ICB, UFMG. Os procedimentos de registro foram gravações em áudio e vídeo, e a análise de dados incluiu transcrições, construção de mapas de interações, construção e identificação de categorias epistêmicas. Nossos resultados mostraram que os alunos desenvolveram experimentos a partir da formulação de hipóteses e, testando-as com modelos experimentais, obtiveram resultados e conclusões. Na análise das categorias epistêmicas, observamos a maior aparição da categoria “*Questionamento*”, nas falas dos professores; já nas falas dos alunos, a categoria com maior aparição foi a de “*Explicação*”.

Palavras chave: ensino de biologia; ensino por experimento; ensino de ciências.

Abstract

This work had the aim of studying how a group of high school students developed experimental investigations during inquiry-based learning biology class. The research proposal was qualitative, focusing on the characterization of discursive interactions and epistemic practices identified in the statements of students and teachers. The sequence analyzed was part of the “UFMG & Schools Project” at Department of Biochemistry and

Immunology - ICB, UFMG. Registration procedures were recorded in audio and video, and data analysis included transcriptions, building interactions maps, construction and identification of epistemic categories. Our results showed that the students developed experiments from the formulation of hypotheses and testing them with experimental models, obtained results and conclusions. In the analysis of epistemic categories, we observed a greater appearance of the category "Questioning" in teacher speaking; already in the statements of the students, the category with the highest appearance was the "Explanation".

Key words: biology teaching; experiment teaching; sciences teaching.

Introdução

É reconhecido que todo conhecimento é resposta a uma questão (BACHELARD, 2001); e quando se consideram as disciplinas científicas, é importante levar em conta os modos e as formas empregadas para isso, correspondentes às práticas científicas (DE MEIS, 2002).

Araújo & Mortimer (2009), consideram que o processo de construção de significados origina-se nas interações que se estabelecem no plano social da sala de aula. Sendo assim, entendem a importância de avançarem na compreensão desses processos interativos. Acreditam que a análise das práticas epistêmicas e dos tipos de recursos utilizados pelos alunos podem ajudar a compreender como as atividades práticas são conduzidas nas salas de aula e, ainda, como o conhecimento é disponibilizado por professores e articulado pelos alunos.

Como argumentam MORTIMER e colaboradores (2007), o interesse crescente por essa noção de práticas epistêmicas na educação expressa a necessidade de caracterizar o discurso em sala de aula, buscando entender as suas relações com o processo de construção do conhecimento, enfocando as interações discursivas e os diferentes tipos de texto que circulam.

A compreensão da sala de aula é multifacetada. Nela há muitas relações sociais. A sala de aula de ciências é um fenômeno que pode ser estudado. Ela é um ambiente muito dinâmico. A pesquisa em sala de aula é feita com o sujeito em ação, ou seja, participando da aula. Por isso, não podemos considerar o aluno individualmente, pois ele está sempre interagindo com seus colegas de sala de aula. As relações entre os aprendizes estão para além do individual. Ninguém ensina para um indivíduo sozinho e o professor não pode trabalhar isoladamente. No trabalho em grupo há várias pessoas examinando os dados e é neste momento que as práticas epistêmicas podem ser mobilizadas pelos alunos. Na maior parte da situação de sala de aula o professor se manifesta por conceitos. E o conceito funciona só quando o propósito é adequado. O aluno não descobre sozinho, precisa de uma referência e esta referência é o professor ou o seu colega de sala de aula, mas ele sempre deverá ter um respaldo do professor. Ele gradualmente vai atingindo seus objetivos. A maioria das situações que o aluno vive na sala de aula são criadas para ele, não por ele. A função do professor é planejar as atividades da aula. A escola não é um espaço de apropriação, mas de dominação. Ela dirige o sujeito para o mundo do trabalho, para a autonomia. Trabalhar em grupo é um nível de organização da divisão do trabalho..

Segundo Kelly (2005), as práticas epistêmicas são formas específicas por meio das quais membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento em um determinado marco disciplinar. Elas são definidas como práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY; DUSCHL, 2002) e poderiam ser estudadas em situações de investigação durante as aulas. Estas práticas

são divididas em categorias epistêmicas, a saber: descrição, explicação, generalização, definição, analogia, comparação, classificação, exemplificação e cálculo.

Segundo Silva e Mortimer (2010), entende-se a descrição como uma abordagem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço temporais desses constituintes. A explicação, por sua vez, vai além da descrição ao estabelecer relações entre fenômenos e conceitos, importando algum modelo ou mecanismo causal para dar sentido a esses fenômenos. A generalização envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico. De certa forma relacionada à generalização, consideramos ainda a definição que, na ciência, são generalizações. Por meio da definição, busca-se de forma objetiva caracterizar uma classe de fenômenos ou objetos (ou referentes abstratos), de modo a estabelecer limites e, portanto, diferenciar tal classe das demais. A generalização, de um modo mais amplo, não se preocupa com tal diferenciação.

Ainda segundo estes autores, descrição, explicação, generalização e definição podem acontecer tanto no mundo dos objetos e eventos, quanto no mundo das teorias e dos modelos. Vale ressaltar ainda que descrições e explicações dizem respeito a um referente específico, ou seja, essas operações epistêmicas abordam um fenômeno em particular. Por sua vez, a generalização e a definição, de acordo com os critérios estabelecidos, dizem respeito a uma classe de referentes ou referentes abstratos. Portanto, é possível verificar um progressivo movimento de descontextualização ou recontextualização no discurso da ciência escolar, enquanto se avança da descrição para a explicação e, enfim, para a generalização e/ou definição. Além dessas categorias fundamentais, consideramos ainda: analogia, comparação, classificação, exemplificação e cálculo. Tais categorias foram percebidas como constituintes dos movimentos de explicação, descrição e generalização, sendo consideradas, nesse sentido, mais restritas que essas três primeiras apresentadas.

Para além de um estudo das crenças epistemológicas individuais, as pesquisas sobre práticas epistêmicas permitem a análise da construção do conhecimento *in situ*, evidenciando o papel de uma comunidade na decisão do que conta como conhecimento e como formas adequadas de construí-lo (KELLY; DUSCHL, 2002 e KELLY, 2005).

A linguagem está relacionada ao conhecimento e ao processo de ensino e aprendizagem de uma forma mais ampla. O raciocínio é mais linguístico que mental. Devemos saber usar a linguagem conforme a situação. As instruções de uma atividade na sala de aula são dadas no papel, mas a voz não deixa de ter uma grande importância. Pensamento e linguagem/fala se cruzam. A linguagem tem um papel na compreensão do mundo. É o fenômeno maior na interação discursiva, que é como se dá a aprendizagem. Toda interação pressupõe produção de características individuais e ações mediadas.

A investigação experimental é atividade fundamental no ensino de ciências, em especial de Biologia, e proporciona ao aluno espaço para que ele seja atuante e agente do próprio aprendizado. É uma das maneiras de atribuir ao aluno um papel que vai além do conhecimento de fatos e o coloca interagindo com suas próprias dúvidas, analisando evidências, aplicando conhecimentos e articulando conclusões. Assim, as atividades que demandam do estudante responder questões, formular hipóteses para resolver um problema, ou mesmo propor um problema, são consideradas como atividades investigativas. As temáticas ensinadas em Biologia exigem aulas práticas e vivenciadas, havendo, assim, a formação de uma atitude científica, a qual está ligada ao modo como se constrói o conhecimento.

O trabalho com investigações experimentais é vantajoso para que os estudantes possam aprender conhecimentos e métodos da ciência, adquirir habilidades específicas, serem motivados para estudar ciências e para desenvolver atitudes científicas (HODSON, 1990). Mas pode haver um conflito entre o professor e o aluno quando este último joga uma pergunta para o primeiro. O professor deve selecionar a melhor resposta do aluno e complementá-la/ampliá-la. Há dialogicidade no ambiente da sala de aula pela natureza das questões verbais. O que diferencia uma escola das outras são as interações. Quanto menos se explicita a interação, menos atenção se dá a ela e o professor controla a interação.

Essa estratégia pedagógica para a educação científica faz parte do projeto UFMG & Escolas. Este projeto consiste em receber no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG estudantes de ensino fundamental e médio das redes públicas da cidade de Belo Horizonte e, com uma série de perguntas de um tema escolhido, montar experimentos que possam responder as questões propostas.

Segundo Bueno e Kovaliczn (1999), o ensino de ciências requer uma relação constante entre teoria e prática, uma vez que a disciplina de Ciências tem um forte componente empírico e é articulada a pressupostos teóricos. Também se pode evidenciar a oportunidade de contraste entre conhecimentos científicos e de senso comum e, assim, explorar as investigações experimentais como estratégia didática para seu ensino e aprendizagem de ciências.

O curso adota como elemento essencial proporcionar condições para que alunos e professores perguntem, busquem e respondam seus questionamentos de Biologia de forma criativa e com instrumentos simples de laboratório, estimulando o prazer pelo conhecimento e o desenvolvimento da crítica em atividades que sejam próprias do fazer científico.

Uma das principais contribuições desse trabalho foi a metodologia envolvida, que guia um caminho para a percepção de um gênero do discurso das aulas de ciências, considerando as relações estabelecidas entre as estratégias discursivas e as oportunidades que elas geram para a aprendizagem do aluno. Entretanto, pouco se tem entendido sobre as questões enunciativas dos gêneros de discurso que aparecem em atividades práticas de biologia para os estudantes do ensino médio, como as que ocorrem em cursos de extensão de ciências oferecidos por universidades. Assim, nossas perguntas são: *i*) como um grupo de estudantes organiza experimentos a partir de uma pergunta geral em biologia celular e imunologia?; *ii*) quais são as interações epistêmicas aparentes, nesse grupo, no desenvolvimento de investigações experimentais?; e *iii*) como essa prática experimental ajuda esse grupo de estudantes a entender como o conhecimento em biologia é construído?

Desenvolvimento

A proposta é a caracterização qualitativa dos gêneros de discurso e das relações epistêmicas de um grupo de alunos do ensino médio na realização dos experimentos propostos por eles mesmos em uma edição do projeto ‘UFMG & Escolas’, com objetivos de avaliar como essas interações discursivas, ocorridas nas falas de alunos e entre eles e seus professores, auxiliam no entendimento da construção do conhecimento em biologia em investigações experimentais.

Para avaliar a construção do conhecimento biológico, por meio de investigações experimentais com alunos do ensino médio, selecionamos um grupo de estudantes (n=8

alunos totais no grupo [três meninas e cinco meninos de idade entre 14-15 anos, estudantes de diferentes escolas públicas de diversos pontos da cidade de Belo Horizonte, MG]).

Estes alunos foram orientados por três professores de biologia (dois mestrandos [biologia celular e biologia vegetal] e um doutorando [microbiologia] do ICB/UFMG) e os acompanhamos por quatro dias nas realizações das investigações experimentais no laboratório de aula prática do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG no curso “Projeto UFMG & Escolas”.

Como o tema abordado estava enquadrado na temática de biologia celular e de bioquímica, os professores orientadores precisavam saber os principais pontos de base conceitual que os alunos do grupo tinham sobre células e tecidos.

Para isso, no início das atividades com o tema, os professores orientadores fizeram um levantamento dos conhecimentos dos alunos a respeito de biologia celular. Três conceitos básicos sobre células foram abordados pelos professores na conversa inicial com o grupo de alunos e que, após a análise do material coletado das observações e do áudio e vídeo, enumeramos como: 1) *o que é uma célula?* 2) *quais são as partes que compõem uma célula?* 3) *o que é um tecido?*

Dos oito alunos do grupo, dois responderam às questões com conhecimentos científico-escolares (uma aluna que classificamos como [A2] e um aluno que classificamos como [A1], ambos de colégios diferentes).

Dentre as respostas deles, destacamos as seguintes: 1) as células são unidades fisiológicas básicas do organismo; 2) as células eucariontes são compostas de três partes: membrana plasmática, citoplasma e núcleo; 3) os tecidos são formados por conjuntos de células.

Percebemos que, de forma geral, o grupo não apresentava os conceitos básicos de biologia celular para o início das atividades. Nesse momento, o receio dos professores orientadores era propor experimentos com essa temática sem que os alunos apresentassem os conceitos sólidos sobre células.

Assim, os professores orientadores propuseram que os alunos escolhessem um tema de seu interesse dentro da biologia, com o qual pudessem fazer experimentos durante os quatro dias.

Entre alguns dos temas levantados, prevaleceu o tema do câncer, relacionado à curiosidade e problemas do cotidiano dos estudantes, como por exemplo, o citado pelo aluno 7 (A7) “que havia um parente morto recentemente vítima de câncer e gostaria de entender a doença”, ou do aluno 6 (A6), “o que era o câncer?”, ou da aluna 2 (A2), “por que a luz do sol causava o câncer na pele?”.

Assim, baseados na pergunta da aluna A2, o grupo propôs investigar em um modelo de experimento, se as plantas que ficavam expostas à luz solar constante desenvolviam tumores/câncer como ocorria com os seres humanos.

Avaliamos a sequência dos experimentos desenvolvidos durante os quatro dias do curso (nos dois períodos do dia de curso com duração de oito horas/dia). Encontramos nos registros em áudio e vídeo evidências de que os alunos formulavam hipóteses, testavam suas hipóteses com a realização de experimentos, coletavam dados e os analisavam, formulavam conclusões a partir da obtenção e análise de dados para a obtenção das respostas para as questões científicas levantadas. Em outras palavras, eles demonstravam vários dos procedimentos que são próprios da atividade científica.

Porém, não demonstraram claramente o entendimento desse percurso de pensamento. Esse fato é de interesse, pois nos mostra que estes alunos apresentavam pontos importantes dos critérios propostos sobre a alfabetização científica. Baseados no desenvolvimento e condução das investigações experimentais pelos alunos do grupo e pelos professores orientadores, nós formulamos categorias de análises das aulas práticas e dividimos nossas análises das sequências experimentais em quatro blocos, associados à prática científica: 1) Hipóteses; 2) Experimentos; 3) Resultados; e 4) Conclusões.

A primeira parte das análises chamamos de “Hipóteses”. Nesse conjunto de acontecimentos estavam as interações, discussões dos alunos do grupo com os professores sobre os dados teóricos e conhecimentos que os alunos dispunham sobre o tema câncer e a formulação de uma pergunta com cunho de hipótese a ser testada. A segunda parte das análises, chamamos de “Experimentos”. Nessa parte, estavam concentradas as interações, discussões entre os estudantes do grupo e com os professores orientadores, além dos momentos de execução dos experimentos. A terceira parte nós chamamos de “Resultados”. Nessa fase estavam concentrados os momentos em que os alunos já obtiveram os resultados das investigações experimentais e analisavam os mesmos, por meio de cálculos, confecção de tabelas e gráficos. A quarta parte chamamos de “Conclusões”. Essa parte consistia de afirmações formuladas a partir da análise dos resultados obtidos nas investigações experimentais.

Os mapas de interações para posterior análise foram construídos com base na proposta apresentada por Mortimer & Scott (2002, 2003), e considera os seguintes aspectos: tempos de fala da professora, iniciativa do professor, resposta dos alunos, iniciativa dos alunos, respostas do professor, avaliação do professor, troca verbal, padrões de interações de escolha, de produto, de processo, de metaprocesso e tipos de iniciativa da professora.

Na constituição dos mapas, nos baseamos também nos trabalhos de modelagem, no modelo de Tiberghien (1994) e no conjunto de níveis de referencialidade, compostos pelo mundo dos objetos, das teorias e modelos e das relações entre os dois mundos; e nas categorias epistêmicas (generalização, explicação, descrição, definição, exemplificação, classificação, analogia, cálculo e comparação) propostas por Silva & Mortimer (2010).

Esse sistema de análise foi voltado para a caracterização do gênero do discurso na sala de aula de ciências, possibilitando a identificação de estratégias enunciativas típicas destas aulas. Trabalhamos, também, com conjuntos de categorias propostas por nós de acordo com a necessidade apresentada no decorrer das análises.

Resultados

Seguem abaixo alguns resultados demonstrados por meio do gráfico:

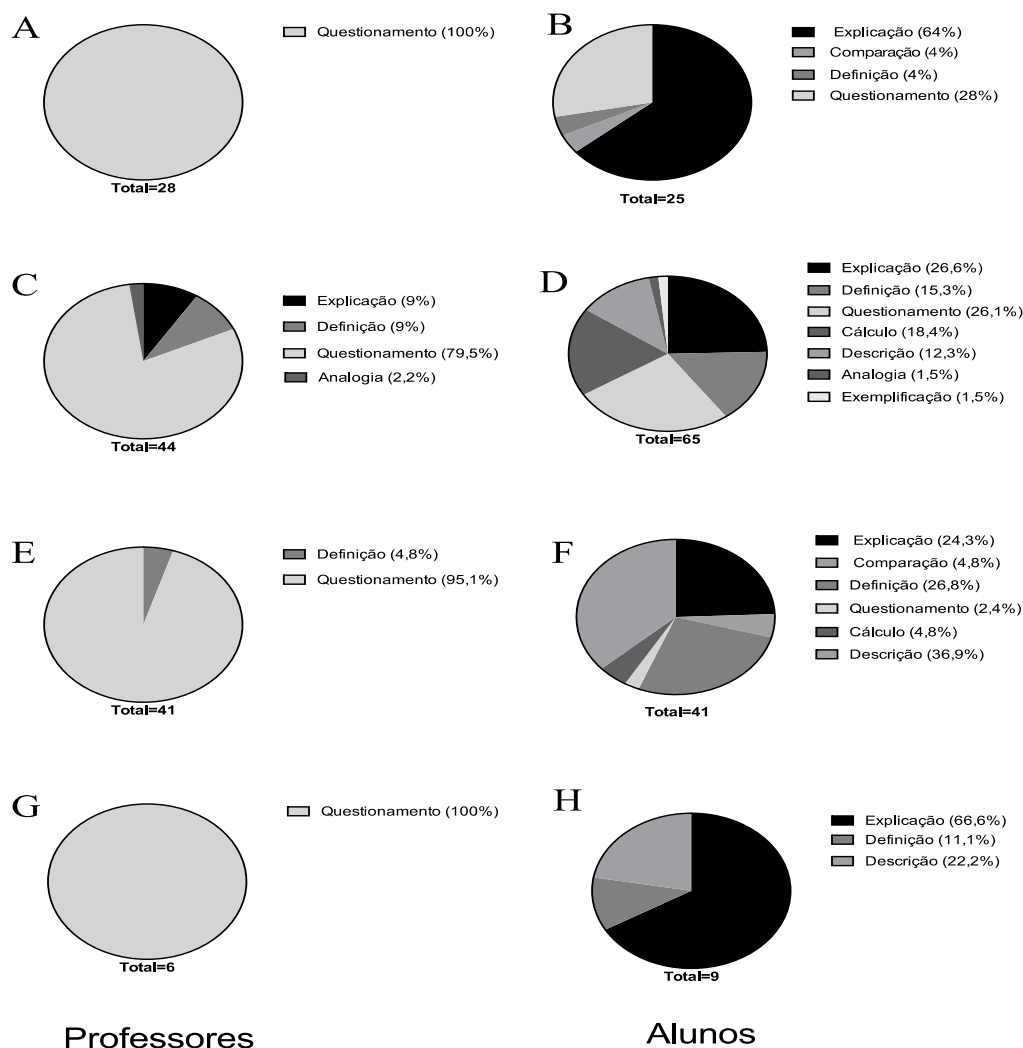


Figura 1: As operações epistêmicas encontradas nas falas de professores e alunos durante a construção do conhecimento sobre a questão “As plantas desenvolvem câncer como os seres humanos?”. Os dados coletados, em áudio e vídeo dos 4 dias de atividades no laboratório, foram analisados e separados em quatro momentos: hipóteses, experimentos, resultados e conclusões. Para cada uma dessas partes, as falas (para cada momento foram subdivididas e estão representadas em [total n=x]) dos professores (n=3) e dos alunos (n=8), foram transcritas e analisadas seguindo os padrões de categorias epistêmicas definidas por Silva & Mortimer (2010). Em **A** (professores) e **B** (alunos) é mostrada a porcentagem das categorias epistêmicas encontradas na parte das *Hipóteses*; em **C** (professores) e **D** (alunos) é mostrada a porcentagem das categorias epistêmicas encontradas na parte de *Experimentos*; em **E** (professores) e **F** (alunos) são as porcentagens das categorias epistêmicas encontradas na parte de *Resultados*; **G** (professores) e **H** (alunos) são as porcentagens das categorias epistêmicas encontradas na parte de *Conclusões*.

Nossos resultados mostraram que a categoria epistêmica mais utilizada (com maior porcentagem de aparição nos diálogos) pelos professores, em todas as etapas das aulas práticas, foi a de *Questionamento*, que levantavam dúvidas sobre os procedimentos experimentais adotados pelos alunos e induziam o questionamento dos próprios integrantes do grupo de aluno na tomada de decisão para o encaminhamento das atividades.

Esta categoria foi baseada em outra com a mesma nomenclatura da dissertação de mestrado de Ricci (2014). Neste trabalho, a categoria *Questionamento* se referia a segmentos que foram desenvolvidos a partir de indagações em que se esperava obter uma resposta do interlocutor. Podia compreender uma pergunta ou uma sequência de perguntas e respostas.

Nos períodos analisados, no tempo correspondente que os professores se utilizaram de falas que auxiliassem o levantamento de hipóteses e a elaboração de conclusões pelos alunos, 100 % deles se utilizaram da categoria “Questionamento” em suas falas.

Em outros períodos analisados, correspondentes ao tempo que os professores interagiram com os alunos para que eles realizassem o levantamento de resultados, 95,1% dos professores usaram o “Questionamento” como sua categoria principal de fala e durante as investigações experimentais, 79,5 % do discurso feito pelos alunos foi de “Questionamento”.

Entretanto, quando avaliamos as transcrições das falas dos alunos, observamos que houve um panorama mais diverso com relação às operações epistêmicas, apresentando diferentes porcentagens das categorias analisadas em cada fase das investigações experimentais.

Na parte correspondente às Hipóteses, observamos a maior porcentagem do aparecimento nas falas dos alunos da operação epistêmica *Explicação* (64%) acompanhada de outras como *Questionamento* (28%), *Comparação* (4%) e *Definição* (4%), sugerindo que os alunos desse grupo formularam sua hipótese experimental – *as plantas podem desenvolver câncer, assim como os humanos, após interferência ambiental* – baseados nas formulações de explicações como respostas aos questionamentos lançados pelo grupo de professores orientadores.

Para a parte que chamamos de Experimentos, observamos que os alunos do grupo utilizaram operadores epistêmicos diversos e uma porcentagem similar entre a operação epistêmica de *Questionamento* (26%) e *Explicação* (26%), acompanhadas de *Definição* (15,3%), *Cálculo* (18,4%), *Descrição* (12,3%), *Analogia* (1,5%) e *Exemplificação* (1,5%), sugerindo que os alunos desse grupo dispuseram de diversos recursos para elaboração e execução das investigações experimentais.

Na parte de análise dos Resultados obtidos na experimentação, os alunos utilizaram em maior número a operação epistêmica *Descrição* (36%), acompanhada de *Explicação* (24,3%), *Definição* (26%), *Comparação* (4,8%) e *Cálculo* (4,8%), sugerindo que, ao contrário das outras fases, os alunos dispuseram de operações epistêmicas ligadas ao relato e à interpretação dos dados obtidos para a formulação dos resultados das investigações experimentais.

Para a parte de Conclusão, os alunos utilizaram maior porcentagem de *Explicação* (66,6%), *Descrição* (22,2%) e *Definição* (11%), sugerindo que para elaborar conclusões sobre a investigação realizada, os alunos desse grupo estabeleceram relações entre o que observaram e os conceitos apropriados, utilizando nesse processo modelos ou mecanismos causais que dão sentido ao fenômeno observado.

Em conclusão, nossos resultados mostraram que o questionamento, por parte dos professores no desenvolvimento de um experimento, foi um fator importante para construção do entendimento da construção do conhecimento de biologia para esse grupo de alunos.

Para estudar essa questão, avaliamos as operações epistêmicas presentes nas falas dos alunos do grupo e do grupo de professores seguindo os padrões de categorias epistêmicas definidas por Silva & Mortimer (2010).

Conclusões

Nossos resultados mostraram que: i) os alunos desenvolveram as investigações experimentais utilizando várias práticas comuns à atividade científica; b) a categoria epistêmica que mais apareceu na fala dos professores foi a de “*Questionamento*”, baseada em

Ricci (2014), enquanto que nas falas dos alunos, a categoria com maior ocorrência foi a de “*Explicação*”.

Nossos resultados mostraram também que o *Questionamento*, no desenvolvimento de investigações experimentais, é importante para levar o aluno a utilizar modelos explicativos, estabelecer relações causais que articulem os fenômenos observados com os conceitos trabalhados.

Dessa maneira, se promove o entendimento da construção do conhecimento em biologia por parte dos alunos e por meio do ensino por investigação, estes passam a ser protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, pois, por meio de materiais simples que lhes foram fornecidos em aula, eles foram capazes de levantar hipóteses, chegar aos resultados, analisar dados e tirar conclusões. Diferentemente do que ocorreria em uma aula expositiva, onde o professor transmite os conhecimentos passivamente e o aluno os recebe também deste modo, sem ter nem oportunidade de discutir com o professor e seus colegas, na maioria das vezes.

Agradecimentos e apoios

Agradeço o Dr. Daniel Manzoni de Almeida, meu orientador de Iniciação Científica, pela sua brilhante orientação neste trabalho, a Dra. Silvia Luzia Frateschi Trivelato, que o orientou também brilhantemente em seu pós doutorado e que me permitiu fazer parte de seu Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Biologia durante minha Iniciação Científica.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, A. O. & MORTIMER, E. F. *As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de química*. VII Enpec. Florianópolis- SC. 2009.

BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2001.

BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. (1999). *O ensino de Ciências e as dificuldades das atividades experimentais*.

DECCACHE - MAIA et al. Aulas práticas como estímulo ao ensino de Ciências: relato de uma experiência de formação de professores In: *Estudos IAT*, Salvador, v.2, n.2, p.24-38, jul./dez., 2012.

DE MEIS, L. *Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico*. 2. ed. rev. e ampl., São Paulo: SENAC, 2002.

HODSON, D. *A critical look at practical work in school science*. *School Science Review*, 70, 33-40, 1990.

KELLY, Gregory. 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, Gregory; DUSCHL, Richard 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.

MORTIMER, E.F.; 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.

MORTIMER, E. F., SCOTT, P. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003. P.141.

MORTIMER, E.F., & SCOTT, P. *Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*. Investigações em Ensino de Ciências – V7(3), pp. 283-306, 2002.

RICCI, F. P. *As operações epistêmicas na aula de campo de ciências: caminhos entre o mundo material, os modelos e a teoria*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Orientação: Silvia Luzia Frateschi Trivelato. São Paulo: s.n., 2014. 152 p.

SILVA, A.C.T., MORTIMER, E.F. *Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero discursivo*. Investigações em Ciências, v.15, 121-153, 2010.

TIBERGHIE, A (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4(1): 71-87, 1994.