

Ensino de biologia por investigação: caracterização das práticas epistêmicas no contexto de uma atividade investigativa de ecologia

Biology inquiry teaching: characterization of epistemic practices in the context of an ecology inquiry activity

Maíra Batistoni e Silva

Universidade Federal de São Paulo-UNIFESP Diadema
batistoni.maira@unifesp.br

Eloisa Cristina Gerolin

Programa Interunidades em Ensino de Ciências-USP
eloisa.gerolin@usp.br

Sílvia Luzia Frateschi Trivelato

Faculdade de Educação-USP
slftrive@usp.br

Resumo

Nos últimos anos diversas pesquisas em educação em Ciências apontam para a necessidade de um ensino que fomente a alfabetização científica dos estudantes. Nessa linha, muitos estudos têm defendido que uma das formas de promover a alfabetização científica consiste em possibilitar que os estudantes aprendam e se engajem com as práticas sociais da cultura científica. Denominadas práticas epistêmicas, estas dizem respeito às atividades sociais de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico. Uma estratégia didática que vem se mostrando capaz de promover a alfabetização científica é o ensino por investigação, visto que os processos de investigação constituem práticas centrais da cultura científica; essa estratégia didática pode ser vista como uma forma de promover a compreensão sobre o fazer científico. Nesse contexto acadêmico, o objetivo deste trabalho consistiu em caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas no contexto de sala de aula por sujeitos envolvidos em uma atividade investigativa sobre dinâmica populacional.

Palavras chave: ensino por investigação, práticas epistêmicas, ensino de ecologia.

Abstract

In the past years the studies in science education point to the necessity of an teaching that foment the scientific literacy of the students. Many studies has argued that one way to

promote the scientific literacy is engage students in the learning of the social practices of the scientific culture. Named epistemic practices, they refer to the social activities of proposition, communication, evaluation and legitimation of the scientific knowledge. One didactical approach that is showing be capable to promote the scientific literacy is the teaching by inquiry, since the inquiry process is a central practice in the scientific culture; this didactical approach can be seen as a form to promote a meaning construction about the scientific work. In this academic context, the goal of this work is characterize the epistemic practices developed in the classroom context by subjects involved in an inquiry activity about population dynamics.

Key words: inquiry teaching, epistemic practices, ecology teaching and learning.

Introdução

Nos últimos anos a pesquisa e os estudos em educação em Ciência apontam constantemente para a necessidade de um ensino de Ciências que fomente a alfabetização científica dos estudantes, ou seja, um ensino que propicie a formação de cidadãos conscientes e capazes de utilizar os saberes, conhecimentos e práticas científicas para modificar o mundo e intervir na sociedade, de modo a conscientizá-los sobre a ciência e seus desdobramentos em diversos âmbitos da vida (SASSERON; CARVALHO, 2011). Dessa forma, torna-se imprescindível que os contextos formativos em educação em ciências promovam atividades que garantam que os estudantes aprendam ciências para além dos termos, conceitos e teorias, mas também as formas de trabalho e de funcionamento dos empreendimentos científicos, a natureza do conhecimento científico, bem como as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (DEBOER, 2000).

Considerando a ciência como uma cultura que possui características singulares como regras, linguagem e práticas específicas que são construídas socialmente (KUHN, 2013), a educação em ciências pode ser entendida como um processo no qual o estudante é introduzido aos princípios, hábitos e formas de trabalho das ciências (CAPECCHI, 2004). Nesse sentido, muitas pesquisas (DUSCHL, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014; KELLY; LICONA, 2016; LIDAR; LUNDQVIST; OSTMAN, 2006) têm defendido que uma das formas de promover a alfabetização científica consiste em possibilitar que os estudantes aprendam e se engajem com as práticas sociais utilizadas no empreendimento científico. Essas práticas são denominadas práticas epistêmicas e dizem respeito a atividades sociais de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico.

Uma estratégia didática que vem ganhando destaque e se mostrando capaz de promover a alfabetização científica é o ensino por investigação. Para Carvalho (2013), essa abordagem didática refere-se à criação de um ambiente investigativo de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) de trabalho científico, para que possam, gradativamente, ampliar sua cultura científica. Sasseron (2013) defende que o ECI pode ocorrer de maneiras distintas a depender das condições disponibilizadas e das especificidades do que se investiga. A mesma autora propõe uma sequência de atividades-chaves para um ensino investigativo, a saber: um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a

construção de uma explicação (SASSERON, 2013). Como os processos de investigação constituem práticas centrais da cultura científica, essa estratégia didática pode ser vista como uma forma de promover a compreensão sobre o fazer científico (OSBORNE, 2016).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas no contexto de sala de aula por sujeitos envolvidos em uma atividade investigativa sobre dinâmica populacional.

Metodologia

Em nosso estudo o enfoque recai nas interações discursivas em um contexto de sala de aula no qual os sujeitos da pesquisa estão envolvidos com uma atividade investigativa que versa sobre a temática da dinâmica de populações. Como nosso trabalho procura compreender, interpretar e descrever fenômenos socioeducativos considerando o contexto em que esses acontecem, e pelos dados terem origem em contextos naturais e reais do cotidiano, nosso trabalho está em consonância com as metodologias qualitativas de pesquisa (ALVES, 1991; SANDÍN ESTEBAN, 2010). Dessa forma, assumimos como metodologia de pesquisa o estudo de caso, que se adéqua a campos de investigação reais, abertos e não controlados; o estudo de caso tem enfoque em situações, eventos ou fenômenos contextualizados espacialmente e temporalmente (LESSA DE OLIVEIRA, 2008; YIN, 2010).

A aula investigada neste trabalho inicia uma atividade investigativa que fora desenvolvida ao longo de seis aulas em duas classes de 30 estudantes do 1º ano do Ensino Médio (14 ou 15 anos de idade) de uma escola na cidade de São Paulo. Anteriormente, a professora introduziu os elementos conceituais relevantes para a compreensão da ideia de dinâmica populacional, tais como taxa de natalidade e mortalidade, imigração e emigração, capacidade suporte e competição intraespecífica através da leitura de um artigo científico sobre dinâmica populacional de elefantes marinhos (traduzido e adaptado de Cooper & Stewart, 1983). Na aula que inicia a atividade investigativa, a professora introduziu a questão de caráter científico: “O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?”. Em seguida apresentou o objeto de estudo: populações de *Lemna sp.*, diminuta planta aquática com alta capacidade de propagação vegetativa, que seriam cultivadas em recipientes no laboratório da escola (Figura 1). Posteriormente, professora e alunos discutiram sobre a metodologia adequada para a coleta dos dados relevantes para responder a questão de investigação.

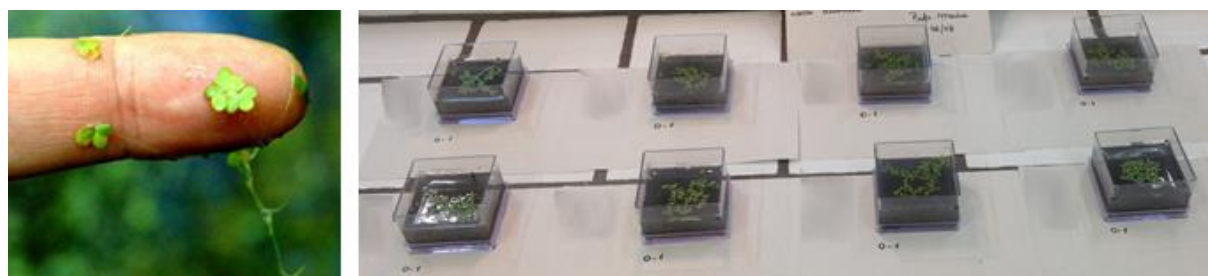


Figura 1: Esquerda) Detalhe de indivíduos de *Lemna sp.* Direita) Recipientes com populações de *Lemna sp.* no laboratório da escola.

As interações discursivas entre professora-alunos e alunos-alunos foram registradas com

filmagens do grupo sala e dos pequenos grupos de trabalho. Após transcrição dos áudios e vídeos, codificamos as interações utilizando como referência as práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (in press) acrescidas de três categorias constituídas a partir do nosso conjunto de dados (Quadro 1).

Práticas epistêmicas	Exemplos ilustrativos de práticas no ensino por investigação
Proposição	Elaborar questões científicas Planejar investigações científicas para responder questões Fazer observações Visualizar evidências relevantes na investigação <i>Construir dados</i>
Comunicação	Desenvolver linha de raciocínio científico Escrever um relatório científico Comunicar verbalmente uma explicação científica Construir uma explicação científica baseada em evidências e raciocínios <i>Construir inscrições literárias</i>
Avaliação	Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência ou um modelo científico Avaliar uma linha de raciocínio científico Avaliar uma explicação científica Considerar explicações alternativas
Legitimação	Construir consenso de grupo para explicações científicas Reconhecer o conhecimento relevante para a comunidade epistêmica <i>Construir consenso de grupo para procedimentos relevantes para a investigação</i>

Quadro 1: Exemplos ilustrativos de práticas epistêmicas no contexto do ensino por investigação (Adaptado de Kelly e Licona, in press). Em itálico as categorias constituídas a partir do nosso conjunto de dados.

Resultados e Discussão

Partindo das transcrições de todas as interações professora-alunos e alunos-alunos da aula que inicia a atividade investigativa, aqui iremos caracterizar e dar exemplos de parte das categorizações que fizemos em nosso *corpus* de dados.

No Quadro 2 temos exemplos de práticas de comunicação e avaliação do conhecimento. Esse conjunto de interações se inicia com a professora retomando uma sugestão feita por um aluno: pesar o recipiente com *Lemnas sp.* para avaliar o crescimento da população. Ao fazer isso a professora coloca a sugestão do estudante para avaliação por todos os membros do grupo sala (turno 1). No turno 5, ao explicar de que forma essa sugestão poderia ser trabalhada, a professora reforça a proposta do estudante (pesar o recipiente), mas nos turnos seguintes vai oferecendo subsídios para os estudantes avaliarem a sugestão, questionando se o

procedimento sugerido pelo mesmo seria adequado para a investigação (turnos 3 e 20).

Ainda nas interações reproduzidas no Quadro 2, podemos evidenciar o engajamento em práticas de comunicação do conhecimento. Entre os turnos 1 e 5 vemos que o grupo sala desenvolve uma linha de raciocínio científico sobre dados relevantes para a investigação e o procedimento adequado para obtê-los; já entre os turnos 7 e 20 podemos observar que o grupo está engajado na comunicação de uma explicação científica (o que as plantas utilizam para crescer e sua relação com a massa dos recipientes).

1	Prof.	Pesar... O que vocês acham de pesar?
2	Alunos	((os alunos conversam e discutem sobre a pergunta da professora))
3	Aluna A	Se você quer saber o número não adianta pesar
4	Alunos	((os alunos continuam a conversar e discutir a pergunta da professora))
5	Prof.	Mas aí você não usaria número, você usaria massa. E aí lá na descrição você vai trabalhar só com massa.
6	Aluno	((um aluno fala algo sobre a proposta de pesar))
7	Prof.	A questão é: de onde vem a massa, o material que essa planta vai usar para constituir o seu corpo?
8	Aluna A	Da água
9	Prof.	Da água, da terra que tem na água...
10	Aluno B	Do ar
11	Prof.	E do ar. Ou seja, você pesa as coisas que ela usa....
12	Aluno V	((o aluno fala algo para a professora))
13	Prof.	Não dá pra saber! ((inaudível)). Ô pessoal, o V. fez uma pergunta importante e é legal vocês entenderem porque que não serve. Porque que eu não posso pesar e ir acompanhando o aumento de massa dessa população aqui? Por que de onde a planta vai retirar material para se reproduzir?
14	Alunos	((os alunos respondem a pergunta da professora))

15	Prof.	Da água, da terra e do ar. Quando eu pesar isso aqui, eu peso água, terra e planta. Depois no outro dia vai ter mais planta e isso aqui vai estar mais pesado?
16	Aluna R	Não porque ela usou... A planta tirou da terra e da água.
17	Prof.	Porque ela tirou da terra e da água que eu já tinha pesado.
18	Aluno T	E também do ar.
19	Prof.	E do ar um pouco. Só que gente, olha o tamanho dessa planta. Se ela já vai usar a água...
20	Aluno V	Ah, não vai dar certo!

Quadro 2: Interações entre a professora e os alunos na aula 1

Na interação reproduzida no Quadro 3, professora e alunos estão engajados em processos de planejamento e de reconhecimento de evidências relevantes para a investigação. No início desta interação, após a professora enfatizar as dificuldades de contagem dos indivíduos, uma aluna propõe o registro fotográfico como meio de acompanhar a população e também sugere a comparação entre as fotografias para avaliar o crescimento ou decréscimo do número de indivíduos da população de *Lemna sp.* (turnos 6, 10 e 12). Esses turnos de fala evidenciam o engajamento em práticas de proposição do conhecimento científico, tais como planejar investigações para responder questões e visualizar evidências relevantes na investigação.

Ainda no Quadro 3, no final da interação, vemos práticas de avaliação, pois o grupo sala passa a avaliar os méritos das afirmações e evidências sugeridas pela aluna M nos turnos anteriores. Nesse conjunto de interações também fica evidente que o grupo sala procura construir um consenso procedimental para a condução da investigação, o que evidencia que o grupo está engajado em práticas de legitimação.

1	Prof.	Mas pessoal, vocês imaginam... Vamos voltar aqui ó, nessa foto ((professora aponta para o slide)). Imagina esse potinho com uma lâmina d'água lotada de Lemna, que é o que eu tenho aqui ((professora aponta para o pote com Lemnas)), que vocês podem levantar aqui e dar uma olhada. Não dá pra contar um a um. Não dá pra contar.
2	Alunos	((os alunos começam a fazer comentários e perguntas ao mesmo tempo))
3	Prof.	Então...
4	Alunos	((os alunos começam a fazer comentários e perguntas ao mesmo tempo))
5	Prof.	Então ó, pera aí. A M. fez uma pergunta importantíssima! Guarda ela pra daqui a pouco. Primeiro vamos pensar aí no um a um, que eu falei. Se eu for contar um a um, vão 50

		minutos da aula, acabou, não deu. Além disso, contei, aí meu colega aqui do lado espirrou, balançou, mudou tudo... Já perdi a conta, não sei se eu contei ou não contei mais aquele indivíduo. Então eu vou encostando neles! Encostei... Aí juntou na lapiseira! Tira do lápis, devolve. Esse indivíduo já era, não vai mais conseguir se reproduzir pra outro dia. Você tem que contar essa população sem danificar a população. O ideal é que ela fique aqui só... É... Sem muita interferência nossa.
6	Aluna M	Tirar foto?
7	Prof.	A M. deu uma sugestão interessante. E se a gente tirar foto?
8	Aluno P	Eu acho que não!
9	Aluno T	Lógico que dá!
10	Aluna	Mas professora, vai ter um pouco no começo, não vai?
11	Prof.	Vai!
12	Aluna M	Aí você tira foto, depois vai aumentar. Aí quando você tirar a foto você vai perceber a diferença.
13	Prof.	Interessante!

Quadro 3: Interações entre a professora e os alunos na aula 1

Conclusão

De forma geral podemos observar que a atividade investigativa proposta pela professora possibilitou o desenvolvimento de práticas epistêmicas da ciência no contexto da sala de aula. Nesse processo investigativo os alunos participaram ativamente da construção de conhecimento. Um aspecto importante que gostaríamos de ressaltar nesse trabalho diz respeito ao papel da professora na condução e fomento do engajamento com a atividade e, conseqüentemente com as práticas epistêmicas. Isso mostra que um dos aspectos importantes da aprendizagem em ciências compreende a participação em uma comunidade em que sujeitos com maior conhecimento epistêmico auxiliem os demais participantes no processo social de aquisição de conhecimento teórico e procedimental. A professora, ao retomar, fazer referência, avaliar e legitimar as afirmações dos estudantes possibilitou que os estudantes construíssem conhecimento sobre como utilizar conceitos e procedimentos para entender o fenômeno biológico do crescimento populacional.

Os dois trechos analisados neste trabalho mostram o engajamento em práticas de avaliação do conhecimento científico que foram conduzidos pela professora de maneiras distintas. Na primeira situação, a professora coloca a avaliação da proposta de um aluno a cargo do grupo,

fornecendo subsídios para que seja questionada e, ao fim, negada pelo grupo; já na segunda situação ela mesma, como membro da comunidade epistêmica constituída pelo grupo sala, avalia e legitima a proposta metodológica de uma das alunas. Nesse processo podemos observar que a professora direta e indiretamente reconhece os estudantes como sujeitos capazes de construir sentido, participar e desenvolver a atividade fomentando, assim, o engajamento desses com o processo investigativo (KELLY; LICONA, *in press*).

Referências

- ALVES, A. J. O planejamento das pesquisas qualitativas em educação. Cadernos de pesquisa, v. 77, p. 53-61, 1991.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Aspectos da cultura científica em atividade de experimentação nas aulas de física. 2004. (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In Carvalho, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- COOPER, C. F.; STEWART, B. S. Demography of Northern Elephant Seals, 1911-1982. Science, v. 219, n. 4587, p. 969-971, 1983.
- DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. Review of Research in Education, 32(1), 268-291, 2008.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. Science & Education, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.
- KELLY, G. J.; LICONA, P. (in press). Epistemic practices and science education, In Matthews, M. (Ed.), HPS&ST anthology.
- KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. 12ª edição. São Paulo: Editora Perspectiva, 2013.
- LESSA DE OLIVEIRA, C. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. Travessias, v. 2, n. 3, 2008.
- LIDAR, M.; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom - The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. Science Education, v. 90, n. 1, p. 148-163, 2006.
- OSBORNE, J. Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge. In Duschl, R. A., & Bismarck, A.S. (eds.) *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice*. New York: Routledge, 2016
- SANDÍN ESTEBAN, M. P. Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências, 16(1), 59-77, 2011.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. Porto Alegre: Bookman, 2010.