UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ELOISA CRISTINA GEROLIN

**Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico:
análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional**

São Paulo

2017

ELOISA CRISTINA GEROLIN

**Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico:
análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Instituto de Física,
ao Instituto de Química, ao Instituto de
Biociências e à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Sílvia Luzia Frateschi
Trivelato

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Gerolin, Eloisa Cristina

Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional. São Paulo, 2017.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador(a): Profa. Dra. Sílvia Luzia Frateschi Trivelato
Área de Concentração: Ensino de Biologia.

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Ecologia – Estudo e ensino; 3. Ensino de ciências; 4. Ensino e aprendizagem; 5. Práticas científicas; 6. Educação escolar básica.

USP/IF/SBI-084/2017

GEROLIN, E. C. **Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional.** 2017. 304f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Área de Concentração: Ensino de Biologia) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Aprovado em: 17/11/2017

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Sílvia Luzia Frateschi Trivelato (orientadora)

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Julgamento: Aprovada

Prof^a. Dr^a. Rosária da Silvia Justi

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Julgamento: Aprovada

Prof^a. Dr^a. Danusa Munford

Instituição: Universidade Federal do ABC (UFABC)

Julgamento: Aprovada

*À Norma Cristina Silva Machado, minha mãe, minha maior educadora, minha amiga
e alma gêmea, que sempre me ensinou o valor de lutar pelo o que acreditamos.*

*Ao meu marido Renato, que sonha esse sonho comigo. Obrigada por essa vida
maravilhosa que construímos juntos.*

AGRADECIMENTOS

À minha querida orientadora e amiga, Sílvia Trivelato, por ter me orientado durante o percurso desta pesquisa sendo mais que uma orientadora, e sim uma verdadeira companheira. Nossa convivência foi um dos maiores presentes que essa pós-graduação me deu. Obrigada pela paciência, por todos os conselhos valiosos, pelo carinho, por todo o aprendizado, pela amizade, pelos almoços deliciosos e por lidar com maestria com a minha ansiedade.

Ao meu “chefe” e amigo, José Trivellato, pelas oportunidades, pelo aprendizado e pelos conselhos sensatos e acertados que só a voz da experiência pode fazer!

À minha mãe, meus irmãos e minha família pela descontração, companhia e leveza quando eu achava que não ia dar conta. Mãe, não consigo colocar em palavras o quanto você foi importante nesse processo. Acho que a palavra que melhor define nossa trajetória juntas, como almas gêmeas, é gratidão. Amo você.

Ao meu marido Renato, pelo amor, pelo respeito, pela sintonia e por seu meu contrabalanço, sem o qual eu jamais me sentiria tão em harmonia e equilíbrio. Pela parceria e por esse infinito particular que construímos juntos. Por ser meu companheiro em toda essa trajetória, sempre me incentivando e acompanhando por meus sonhos e aspirações profissionais. E, acima de tudo, por partilhar comigo a convicção freireana de que a educação liberta e transforma as pessoas e o mundo.

Aos queridos colegas do GEPEB que deram suas contribuições durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho: Thiago, Rodrigo, Marsílvio, Daniel, Henrique, João e Nedir.

À minha grande parceira de trabalho e amiga Maíra Batistoni e Silva, por toda a gentileza, humanidade e por me inspirar como professora, como pesquisadora e como militante da educação e das causas sociais.

Ao amigo querido que me fez entender plenamente o sentido da palavra afinidade, Bruno Cerqueira. Obrigada por essa amizade maravilhosa que me contagia e pela descontração e diversão nos momentos de tensão. Que continuemos a “chutar o pau da barraca”!

A todos os professores queridos de toda a minha trajetória sem os quais eu não seria quem eu sou hoje. Em especial aos professores queridos da Licenciatura em Ciências da UNIFESP Diadema. Obrigada, mestres!

À Lucia Sasseron, Marcelo Motokane e Rosária Justi pela atenção, contribuições e apontamentos acertados e valiosos feitos em meu exame de qualificação. Obrigada.

A todos os amigos e colegas queridos que a vida acadêmica me deu: Eloisa, Rafaella, Marcelo, Renato, Cibele, Iara, Marcos, Samuca, Ana Lu, Oscar, Grazi, Fernanda, Fausto, Adriano, Raquel, Paula, Camila, Bruna, Marthuda Marandino, Marcelo Motokane, Lucia, Dani, Alessandra, Maria Elena, Mari, e muitos outros que fizeram essa trajetória ainda mais valiosa e significativa.

Às minhas queridas amigas da minha vida paulista que me inspiram como mulher e me mostram o valor da diversidade: Carolina Romano, Michelle Kodama, Carla Paredes, Giuliana Castro, Susana Souza, Carina Costa e Isis Matsusaki.

A todos que de alguma forma contribuíram com esse trabalho. Obrigada.

“Existir ultrapassa viver porque é mais do que estar no mundo. É estar nele e com ele. E é essa capacidade ou possibilidade de ligação comunicativa do existente com o mundo objetivo, contida na própria etimologia da palavra, que incorpora ao existir o sentido de criticidade que não há no simples viver. Transcender, discernir, dialogar (comunicar e participar), são exclusividades do existir. O existir é individual, contudo só se realiza em relação com outros existires. Em comunicação com eles.”

Karl Jaspers citado por Paulo Freire no livro Educação como Prática de Liberdade.

RESUMO

GEROLIN, Eloisa Cristina. **Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional.** 2017. 304f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Área de Concentração: Ensino de Biologia) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Com base nos pressupostos da psicologia sociocultural, da alfabetização científica, da antropologia social e dos estudos de sociologia e filosofia da Ciência, nesta dissertação buscamos analisar como as práticas epistêmicas da ciência mobilizadas no ensino e na aprendizagem de ecologia se relacionam com as práticas epistêmicas comumente utilizadas nos estudos científicos desenvolvidos nesse campo do conhecimento; e como o engajamento com tais práticas proporcionou aos estudantes a oportunidade de se apropriar de aspectos da cultura científica. Neste trabalho também procuramos compreender como o envolvimento em uma atividade investigativa sobre dinâmica populacional propiciou a formação de uma comunidade epistêmica de práticas, na qual estudantes e professora trabalharam de maneira coletiva e colaborativa, por meio do compartilhamento e validação de práticas socioculturais (as práticas epistêmicas), valores, critérios, procedimentos, explicações, ideias, argumentos, etc. Esta pesquisa foi conduzida como um estudo de caso qualitativo. Os dados analisados nesta pesquisa foram coletados por meio de gravações audiovisuais durante as aulas de biologia do primeiro ano do ensino médio (alunos com idades entre 15 e 16 anos) de uma escola pública estadual da cidade de São Paulo. As gravações audiovisuais foram transcritas, organizadas em unidades de análise e interpretadas por meio de rubricas/descriptores das categorias de análise. Nossos resultados indicam que o compartilhamento de um objetivo em comum (responder à pergunta de investigação da atividade investigativa), o engajamento com as práticas epistêmicas e os processos de validação e legitimação de técnicas, ferramentas, conhecimentos, procedimentos e evidências, conduziram o grupo sala a um processo de constituir-se como uma comunidade epistêmica de práticas. Nesse processo destaca-se o papel da professora na avaliação e legitimação das proposições dos estudantes, promovendo a consolidação da comunidade e o estabelecimento de critérios para julgamento do que conta como dado, evidência e justificativa na atividade investigativa. Este estudo também trouxe evidências de como a natureza do conhecimento que tematiza a atividade didática influenciou na mobilização de práticas

epistêmicas similares às empregadas nos estudos científicos sobre dinâmica de populações. As interações discursivas dos estudantes e da professora evidenciaram um engajamento com práticas epistêmicas muito similares às dos estudos ecológicos de dinâmica de populações, como a utilização e construção de gráficos que expressam a dinâmica da população ao longo do tempo e o estabelecimento de metodologias e técnicas de contagem e amostragem de indivíduos.

Palavras-chave: Perspectiva Sociocultural. Alfabetização Científica. Práticas epistêmicas. Comunidades epistêmicas de práticas. Conhecimento disciplinar. *Continuum* evidência-explicação. Inscrições literárias.

ABSTRACT

GEROLIN, Eloisa Cristina. **Epistemic practices, epistemic communities of practices and biological knowledge: analysis of a didactic activity on population growth dynamics**. 2017. 304f. Dissertation (Masters in Science Teaching – Concentration Area: Biology Teaching) - Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biosciences, Faculty of Education, University of São Paulo, São Paulo, 2017.

Based on the assumptions of sociocultural psychology, scientific literacy, social anthropology and the studies of sociology and philosophy of science, in this dissertation we seek to analyze how the epistemic practices of science mobilized in the teaching and learning of ecology are related to the epistemic practices commonly used in the scientific studies developed in this field of knowledge; and how engaging with such practices has given students the opportunity to appropriate aspects of the scientific culture. In this work we also try to understand how the involvement in a inquiry activity about population dynamics led to the formation of an epistemic community of practices, in which students and teachers worked in a collective and collaborative way, through the sharing and validation of sociocultural practices (epistemic practices), values, criteria, procedures, explanations, ideas, arguments, etc. This research was conducted as a qualitative case study. The data analyzed in this research were collected through audiovisual recordings during biology classes of high school (students aged 15 to 16 years) of a state public school in the city of São Paulo. Audio-visual recordings were transcribed, organized into units of analysis and interpreted through descriptors of analysis categories. Our results indicate that the sharing of a common objective (answering the research question of the inquiry activity), the engagement with epistemic practices and the validation and legitimation processes of techniques, tools, knowledge, procedures and evidence led the group to a process of establishing itself as an epistemic community of practices. In this process, the role of the teacher in the evaluation and legitimation of the students' proposals is highlighted, promoting the consolidation of the community and establishing criteria for judging what counts as data, evidence and justification in the inquiry activity. This study also provided evidence of how the nature of the knowledge that thematized the didactic activity influenced the expression of epistemic practices similar to those used in scientific studies on population dynamics. The discursive interactions of the students and the teacher showed an engagement with epistemic practices very similar to those of the ecological studies of population dynamics, such as the use

and construction of graphs that express the dynamics of the population over time and the establishment of methodologies and techniques of counting and sampling of individuals.

Keywords: Sociocultural Perspective. Scientific Literacy. Epistemic practices. Epistemic communities of practices. Disciplinary knowledge. Continuum evidence-explanation. Literary inscriptions.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Os objetivos do ensino de Ciências.....	20
1.2 As práticas epistêmicas da Ciência no contexto escolar: promovendo a alfabetização científica.....	23
1.2.1 A formação de comunidades epistêmicas de práticas: as práticas epistêmicas como práticas socioculturais e os processos de tomada de decisão, de estabelecimento de critérios e de legitimação.....	26
1.2.2 As práticas epistêmicas nas diferentes áreas do conhecimento: a influência do conhecimento disciplinar.....	29
1.3 Fomentando o engajamento com práticas epistêmicas no contexto escolar: o ensino por investigação e o <i>continuum</i> evidência-explicação.....	32
2 OBJETIVOS.....	41
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	43
3.1 A professora, a escola e a turma.....	44
3.2 A atividade didática: planejamento e temática.....	45
3.3 O <i>corpus</i> de dados deste estudo.....	49
3.4 Tratamento dos dados e unidades de análise.....	51
3.5 As categorias de análise.....	57
3.6 Validação dos resultados.....	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65

4.1 Proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento: as práticas epistêmicas em nosso contexto de pesquisa e como evidência da consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas.....	65
4.2 Caracterizando o grupo sala como uma comunidade epistêmica de práticas.....	93
4.3 Relações entre práticas epistêmicas e conhecimento disciplinar.....	104
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
5.1 Respondendo nossas perguntas de pesquisa.....	120
5.2 Possíveis desdobramentos desta pesquisa.....	123
REFERÊNCIAS.....	125
ANEXOS.....	133
APÊNDICE.....	151

APRESENTAÇÃO

Acho que me apaixonei pela escola e pela educação ainda criança, ao acompanhar minha mãe, professora de História, em suas aulas quando ela não tinha com quem me deixar. Lembro-me que adorava (e continuo amando) o espaço da escola, estar ali com todas aquelas pessoas tão diferentes que se unem em um espaço comum partilhando de um mesmo objetivo: ensinar e aprender. Da minha experiência escolar guardo muitas memórias felizes e nomes de muitos professores queridos que marcaram, cada um de um jeito muito particular, minha trajetória escolar. Gostava da escola e, principalmente, das aulas onde havia liberdade intelectual e espaço para discussão de ideias. Roberley, Adalberto, Sonia, Piva, Augusto (em memória), Donizete, Luísa... Nomes de alguns dos professores que marcaram na minha trajetória pelo Ensino Fundamental II e Médio.

Aos 15 anos decidi que queria ser a terceira geração de professoras da família. Inspirada por professores e pelo meu tio Jorge Machado, hoje professor na EACH-USP, tracei o projeto de seguir carreira acadêmica para um dia poder ajudar na superação dos problemas da educação pública que, àquela altura, já me eram muito evidentes. Decidi que iria fazer licenciatura, só não sabia do que. “Flertei” com as Ciências Humanas e com o curso de História e de Ciências Sociais, mas no cursinho descobri minha paixão pelas Ciências da Natureza, sobretudo pelas particularidades da Biologia e seus eventos aleatórios.

Entrei na segunda turma do curso de Licenciatura em Ciências da UNIFESP. Comecei a lecionar logo no início do segundo ano de faculdade. Dei aulas particulares de reforço escolar para dois alunos do Ensino Fundamental II, os quais eu acompanhei até o Ensino Médio e que me ensinaram muito sobre a docência quando eu ainda estava me constituindo como educadora. Depois veio uma outra grande paixão: o Programa de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O PIBID e as experiências que vivenciei nele são parte do que sou como profissional até hoje; foi uma experiência formativa única. Em 2014 cheguei ao meu último ano de graduação carregando muitas inquietações... Como ensinar Ciências? Como possibilitar um engajamento real com as práticas epistêmicas da ciência no contexto escolar? Como a cultura científica e a cultura escolar “se encontram”? Como ensinar ciências visando a formação de cidadãos? Essas perguntas amplas (e talvez um pouco ingênuas) e o projeto feito lá aos meus 15 anos me moviam para a minha próxima etapa: a pós-graduação. E cá estou eu...

Essa paixão pela Biologia e suas particularidades inspirou esse trabalho, que tem por objetivo analisar como as práticas epistêmicas mobilizadas no ensino e na aprendizagem de ecologia se relacionam com as práticas epistêmicas comumente utilizadas nos estudos desse campo do conhecimento, e como o engajamento com tais práticas proporciona aos estudantes a oportunidade de se apropriar de aspectos da cultura científica. Nossa análise das práticas epistêmicas, que aqui nesse trabalho são entendidas como “as formas com que os membros de um determinado grupo social propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento científico em uma determinada estrutura disciplinar” (KELLY, 2008, p. 99, tradução nossa), também procurou compreender como o envolvimento em uma atividade investigativa sobre dinâmica populacional propiciou aos estudantes a oportunidade de aprender e fazer ciência de maneira coletiva e colaborativa, por meio do compartilhamento de valores, critérios, procedimentos, explicações e pela validação das ideias, argumentos e demais práticas socioculturais desenvolvidas pelo grupo da sala de aula.

Um dos pilares teóricos de nosso trabalho se apresenta em nossa introdução: a perspectiva sociocultural. Os dados e evidências analisados neste estudo têm origem na linguagem verbal oral das interações discursivas desenvolvidas em sala de aula e na linguagem verbal escrita e representacional presente em produções dos estudantes. Dessa forma, nós nos apoiamos nos conceitos e ideias que assumem a linguagem como mediadora dos processos de construção do conhecimento.

Em seguida apresentamos uma literatura que versa sobre os objetivos do ensino de Ciências, justificando a importância de uma educação científica que vá além da transmissão e da memorização de leis e conceitos, e que permita que os estudantes se apropriem de aspectos da cultura científica, sobretudo, de suas práticas epistêmicas, utilizando-as na resolução de situações-problema e em seu cotidiano.

Esse preceito de uma educação científica que instrumentalize o estudante para analisar e projetar soluções e intervir em sua realidade pode se concretizar por meio de situações de ensino que promovam oportunidades de engajamento com as práticas epistêmicas. O engajamento com as práticas epistêmicas pode proporcionar ao estudante uma compreensão sobre como o conhecimento científico é construído de maneira coletiva por meio de processos de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento. Isso pode propiciar uma aprendizagem sobre a Natureza das Ciências, fomentando, assim, a apropriação das formas de raciocínio e de análise da realidade que se pautam nas maneiras de pensar, agir e construir conhecimento que são empregadas no empreendimento científico.

As características de uma comunidade de práticas e os aspectos que levam à formação de tal comunidade são discutidos nesse trabalho. “Emprestamos” dos estudos antropológicos esse conceito e aqui o transpomos para a análise da sala de aula de ciências, relacionando-o com as práticas epistêmicas, com os processos de estabelecimento de critérios, de legitimação e de tomada de decisão que ocorreram nas situações de sala de aula analisadas neste trabalho. Essas relações possibilitaram a constituição da ideia de “comunidades epistêmicas de práticas”, que é abordada e aprofundada na seção 1.2.1.

O diagnóstico de problemas, o planejamento de investigações, a comunicação dos conhecimentos construídos e o estabelecimento de procedimentos padronizados são exemplos de práticas epistêmicas que estão presentes em todos os campos do conhecimento. Porém, considerando que as práticas de construção do conhecimento científico são influenciadas pelos objetos de estudo, pelos tipos de perguntas e metodologias de pesquisa e pelas ferramentas de coleta, análise e interpretação de dados, podemos afirmar que os diferentes campos do conhecimento também possuem particularidades que se expressam por meio de suas práticas epistêmicas. Nesse contexto apresentamos na seção 1.2.2 algumas das particularidades do campo da Biologia; tais particularidades fazem dessa ciência uma ciência única, como nas palavras de Ernst Mayr, e que possui práticas epistêmicas e formas peculiares de construir seu conhecimento, que se pautam na análise do mundo vivo.

Na seção 1.3 apresentamos duas abordagens didáticas que focalizam a promoção do engajamento com as práticas epistêmicas nas aulas de Ciências da Natureza: o Ensino por Investigação e o *Continuum* Evidência-Explicação. Ambas abordagens didáticas compartilham a ideia de proporcionar aos alunos uma vivência autêntica da investigação científica por meio da proposição de atividades e momentos didáticos-pedagógicos em que esses tenham de trabalhar e/ou coletar dados e evidências para a formulação de explicações e argumentos que possibilitem a interpretação e a compreensão de um conceito/objeto/fenômeno científico. Em tais abordagens os estudantes deparam-se com situações em que têm liberdade intelectual para tomar decisões metodológicas e construir critérios para definir os aspectos relevantes e fundamentais para que alcancem o objetivo proposto pela atividade.

Na seção 2 apresentamos detalhadamente os objetivos gerais e específicos, bem como as perguntas de pesquisa que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

Na seção 3 apresentamos os pressupostos metodológicos em que nos pautamos na condução deste estudo. Essa seção apresenta o contexto de coleta dos dados da pesquisa, caracterizando a temática da sequência didática que possibilitou a coleta de tais dados e

apresentando brevemente o perfil da escola e dos participantes (a professora e a turma). Também abordamos o processo de tratamento dos dados; explicitamos e explicamos nossas unidades de análise; discutimos o processo de concepção das categorias analíticas; e o processo de validação das nossas análises.

Na seção 4 apresentamos os resultados provenientes de nossas análises, utilizando-os como evidências que dão suporte às discussões que desenvolvemos com base nos pressupostos teóricos apresentados ao longo da seção 1.

Por fim, na seção 5, fazemos uma recapitulação dos principais argumentos e conclusões construídos na seção 4, apontando as possíveis contribuições deste estudo para o ensino e para as pesquisas na área de Ensino em Ciências e de Biologia.

Assim, resumidamente, este trabalho é constituído por 5 seções. Nesta primeira seção, além desta apresentação, introduzimos nossos referenciais teóricos e os conceitos e ideias dos estudos que embasaram esta pesquisa. Na seção 2, abordamos nossos objetivos e as perguntas de pesquisa. Na seção 3, discutimos a abordagem metodológica deste estudo, a sequência didática que possibilitou a coleta de dados, o *corpus* de dados objeto deste estudo e nossas unidades e categorias de análise. Na seção 4 apresentamos nossos resultados e fazemos a discussão desses a luz de nossos referenciais teóricos. Nossas conclusões e considerações finais podem ser encontradas na seção 5. E, por fim, nossas referências, anexos e apêndice.

1 INTRODUÇÃO

A psicologia sociocultural tem influenciado pesquisas em Educação em Ciências, direcionando os estudos a buscar compreender as relações entre a construção de conhecimento e as interações sociais. Na perspectiva sociocultural, a sala de aula representa um espaço histórico-cultural-social em que as interações sociais compõem os principais mecanismos de condução dos processos de ensino e aprendizagem; compreender como essas interações na sala de aula de ciências relacionam-se com a construção do conhecimento e a produção de significados representa novos caminhos e novas perspectivas para o trabalho pedagógico e para o aprimoramento das atividades escolares.

A teoria sociocultural indica que as ações e processos mentais são diretamente relacionados e influenciados pelo contexto histórico-cultural-institucional em que o sujeito está inserido (MORTIMER; SCOTT, 2003) e, de acordo com a psicologia vygotskyana, a linguagem representa o principal meio de mediação para a aprendizagem. Nessa perspectiva, a construção do conhecimento e o desenvolvimento cultural humano são vistos como um processo que se origina no meio social (interpessoal) e passa por transformações e reconstruções no nível individual (intrapsicológico) (VYGOTSKY, 1998). Conforme explicam Mortimer e Scott (2003), a influência da teoria sociocultural leva-nos a uma compreensão de que os processos de ensino e aprendizagem ocorrem por meio da conversação e discussão de ideias de forma contínua em contextos sociais. A partir disso, os sujeitos passam a atribuir um sentido para tais ideias, ou seja, atribuem significado para o que está sendo discutido. Outra questão importante dentro do paradigma sociocultural reside na concepção de que o processo de aprendizagem não pode ser entendido como uma substituição de velhas concepções do indivíduo por novos conceitos de cunho científico, mas sim uma negociação de novos significados em um espaço de interação no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais. Dessa forma, o desenvolvimento cognitivo pode ser entendido como uma apropriação da cultura humana por meio das relações sociais que ocorrem no decorrer dos processos de ensino e aprendizagem (FREITAS, 1994).

Para Vygostky, a linguagem desempenha uma função de organização e planejamento do pensamento e, numa dimensão social, ela possibilita que o sujeito entre em contato com o conhecimento produzido pela humanidade permitindo que este se aproprie de conceitos sobre o mundo em que vive (FREITAS, 1994). O processo de significação tendo a linguagem como mediadora compreende vários meios de comunicação, como o uso de sinais, linguagem verbal

oral, linguagem verbal escrita e diferentes modos de representação. Nesse sentido, a linguagem assume um papel fundamental na mediação do processo de construção do conhecimento no contexto de sala de aula. Jay Lemke (1997) afirma que aprender ciências compreende a apropriação da linguagem social desse campo, e ressalta a importância de examinar as práticas discursivas do cotidiano de sala de aula de ciências para investigar como tais interações sociais contribuem na construção do conhecimento sobre o mundo natural.

Outro fato importante que deve ser levado em consideração neste trabalho reside na influência dos estudos de filosofia da Ciência (por exemplo, LONGINO, 1990, 2002) e de sociologia da Ciência (por exemplo, LATOUR; WOOLGAR, 1997) na formação de um campo de estudo com enfoque epistemológico na área de ensino de ciências; tal campo busca “investigar os aspectos sociais associados às formas com que o conhecimento se estabelece no contexto escolar, ou seja, uma epistemologia social da sala de aula” (SACA, 2017, p. 37). Tais estudos da filosofia e sociologia da Ciência reforçaram a importância do aspecto social no empreendimento científico, mostrando os cientistas como atores sociais e a ciência como uma prática social historicamente, culturalmente e geograficamente localizada que se consolida nas interações sociais dentro e entre as comunidades científicas (LONGINO, 2016). Essa compreensão do papel das interações discursivas e da ciência então como um empreendimento de bases sociais promoveu no campo da pesquisa sobre educação científica uma mudança do foco de análise das situações de construção do conhecimento em sala de aula: o foco em um sujeito epistêmico no nível individual muda para um enfoque no qual o sujeito epistêmico passa a ser coletivo e encarado como uma comunidade, que se representa no grupo da sala de aula como um todo e nas interações que ali acontecem (KELLY, 2011).

Tais referenciais sociointeracionistas e da filosofia e sociologia da Ciência têm grande importância neste trabalho, visto que aqui buscamos investigar aspectos da educação em ciências usando como objeto de estudo as interações sociais consolidadas por meio da linguagem desenvolvida em sala de aula. Dessa forma, nos ancoramos nas perspectivas apresentadas nesta introdução para analisar as interações discursivas, a linguagem verbal escrita e outros modos de representação utilizados pela professora e pelos estudantes durante uma atividade investigativa para o ensino de Biologia.

1.1 OS OBJETIVOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS

A ciência e seus adventos estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Seja na compra de um eletrodoméstico, com relação ao uso de células-tronco embrionárias ou no desenvolvimento de uma nova terapia para o tratamento do câncer, o conhecimento científico torna-se mais do que necessário na formação do sujeito como consumidor, como trabalhador, como cidadão e na sua formação em muitas outras instâncias. Também é necessário discutir o quanto a sociedade atual espera da ciência: novas tecnologias de comunicação, de transporte e aparatos que facilitem a vida humana. Essa grande presença da ciência na sociedade atual traz à tona a importância do ensino de ciências em âmbitos formativos, visto que uma compreensão adequada da ciência, seus processos e construções está diretamente relacionada com a formação educacional advinda, principalmente, dos contextos e instituições formais de ensino, ou seja, as escolas, as universidades, etc. Espera-se que a educação em ciências em tais instituições forme sujeitos que compreendam a ciência e a tecnologia e suas relações com a sociedade, a política e o meio ambiente como condição para que estes se tornem cidadãos capazes de atuar no mundo atual (CAZELLI; FRANCO, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2008). Podemos afirmar que compreender o empreendimento científico é um requisito para uma vida social e política plena e consciente, tornando necessária a compreensão do papel da educação em ciências, conforme afirma Alves da Silva (2013, p. 815):

[...] ensinar Ciência não é somente trabalhar com a informação científica (os antigos conteúdos programáticos). É, pois, ensinar como é construída, produzida e difundida, como é utilizada socialmente, seus riscos e benefícios, quanto – e como – é necessário controlá-la socialmente, entre outros aspectos.

Esses ideais de um ensino de ciências que conscientize sobre a ciência e seus desdobramentos em diversos âmbitos da vida e que transcenda os muros da escola vêm sendo objeto de estudo e têm sido defendidos por diversos autores (AULER; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2000; SASSERON, 2010; SASSERON; CARVALHO, 2011). Tais ideais constituem a raiz da concepção de alfabetização científica (AC), que tem como principal propósito a formação de cidadãos conscientes e capazes de utilizar os saberes, conhecimentos e práticas da cultura científica para modificar o mundo e intervir na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011). No contexto da alfabetização científica, o objetivo central da educação em ciências recai sobre a necessidade de que os estudantes não se limitem apenas a entender os conteúdos, procedimentos e experimentos, mas sim que estes entendam a própria natureza das Ciências e das suas práticas de construção do conhecimento, como forma de se inserir e estar

apto a tomar decisões numa sociedade cada vez mais pautada nos avanços científicos e tecnológicos.

A ideia de que a educação em ciências deve formar cidadãos que participem nas discussões científico-tecnológicas também é defendida por Pereira dos Santos (2007) que argumenta a favor de uma educação científica que contextualize o conhecimento científico de forma que os estudantes o compreendam como um repertório de conhecimentos que podem ser utilizados no campo social para a participação política na tomada de decisões e nos juízos de valor sobre as questões científico-tecnológicas de nossa atualidade. Além disso, o autor defende que a educação em ciências não deve apenas propiciar a leitura de textos e informações científicas, mas sim a conscientização do papel social, político e econômico dos saberes científicos.

Fourez (1994) afirma que determinadas habilidades caracterizam a alfabetização científica e que aprender tais habilidades é algo necessário para que um sujeito seja considerado alfabetizado cientificamente. Em sua revisão bibliográfica, Sasseron e Carvalho (2011) agruparam essas habilidades em três grandes blocos, os quais as autoras denominaram “Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica”. Para as autoras, tais eixos fornecem subsídios para a construção e concepção de aulas e sequências didáticas que visem promover a alfabetização científica. O primeiro eixo estruturante diz respeito à habilidade de “compreender termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75); esse eixo preocupa-se com abordagens que permitam aos alunos construir conhecimentos científicos que possibilitem a compreensão do mundo atual, de modo a serem utilizados no entendimento de informações e em situações cotidianas. O entendimento da ciência como um empreendimento dinâmico que se desenvolve e se aprimora constantemente por meio de processos sociais de produção de conhecimento se reflete no segundo eixo, que “preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75); tal eixo busca levar para a sala de aula a compreensão do caráter social e humano presente no empreendimento científico, procurando fomentar reflexões e análises acerca da ciência. Por fim, o terceiro eixo estruturante remete ao “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 76); esse eixo busca suscitar reflexões sobre o uso dos conhecimentos científicos, de forma a conscientizar sobre a responsabilidade social necessária para avaliar os riscos e benefícios de tais conhecimentos.

Voltando nossos olhares especificamente para o segundo eixo estruturante devido à sua relevância para as questões que serão tratadas neste trabalho, retomamos a ideia de levar para a

sala de aula atividades que permitam aos alunos compreender como a ciência se desenvolve, de forma a conduzir o estudante a se apropriar da cultura científica. Uma das questões a serem trabalhadas em sala para que os aspectos do segundo eixo estruturante e, consequentemente, da AC se concretizem está em fomentar que os estudantes aprendam como as investigações científicas são realizadas, de forma que passem a compreender a “ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75). Assim, partindo desse eixo estruturante da AC, devemos conceber a ciência como uma cultura que possui características singulares como crenças, regras, linguagem e práticas específicas. Nesse sentido, aprender ciências é entendido como um processo de introdução dos alunos nos princípios, hábitos e formas de trabalho das ciências; em outras palavras, o estudante tem que se familiarizar com componentes de uma cultura que possui suas próprias maneiras de pensar e encarar o mundo (CAPECCHI, 2004).

Devemos assim considerar como parte do processo de AC e da educação em ciências o processo de aprendizagem das formas de trabalho das ciências. Recentemente muitos autores têm defendido que a compreensão e a aquisição de conhecimentos sobre o “fazer ciência” podem ser promovidas por meio de atividades didáticas que fomentem o engajamento com as práticas da cultura científica, que na literatura têm sido chamadas de práticas epistêmicas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014; KELLY; DUSCHL, 2002; KELLY; LICONA, 2018; SILVA, 2015). As pesquisas sobre as práticas epistêmicas, sua definição e demais aspectos serão discutidos e aprofundados na próxima seção.

1.2 AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS DA CIÊNCIA NO CONTEXTO ESCOLAR: PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Pensando em uma educação científica que ensine ciências para além dos termos, conceitos e teorias, o engajamento com as práticas e procedimentos empregados na construção do conhecimento científico consiste em uma oportunidade para que os estudantes compreendam o funcionamento do empreendimento científico e se apropriem das formas de trabalho da ciência. Kuhn e colegas (2017) apontam que a prática científica engloba uma série de atividades, procedimentos e práticas (por exemplo, propor questões, elaborar hipóteses, planejar e conduzir experimentos, examinar e interpretar dados, argumentar e debater etc.) e que engajar os estudantes em tais atividades mostrando que essas não são simples

procedimentos isolados, mas sim aspectos interconectados da investigação científica consiste na melhor forma de conscientizá-los sobre os valores, objetivos e normas que regem o empreendimento científico. Ainda de acordo com esses autores, o engajamento em práticas epistêmicas é algo de grande importância visto que essas promovem o desenvolvimento de uma compreensão das bases epistemológicas da ciência. Sob essa perspectiva, devemos possibilitar que os estudantes conheçam e se apropriem das práticas sociais da comunidade científica; tais práticas são denominadas práticas epistêmicas (DUSCHL, 2008; KELLY; DUSCHL, 2002). Kelly (2008) argumenta que participar efetivamente da ciência envolve a aprendizagem das práticas epistêmicas associadas à produção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento e, dessa forma, o engajamento com tais práticas deve ser incluído nos objetivos do ensino de ciências e nos contextos de aprendizagem. Ao propor uma ferramenta para análise das práticas epistêmicas nas aulas de Ciências, Jiménez-Aleixandre e colaboradores (2008) defendem a ideia de que engajar os estudantes nas práticas epistêmicas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento representa um aspecto importante da aprendizagem em ciências.

Para Sandoval e Reiser (2004) as práticas epistêmicas podem ser definidas como as práticas discursivas e de raciocínio envolvidas na produção e avaliação do conhecimento científico. Considerando o contexto do ensino de ciências, Sandoval (2005) define as práticas epistêmicas como ideias epistêmicas desenvolvidas através de atividades cognitivas e discursivas que os alunos aplicam na construção de seu conhecimento científico. Para Jiménez-Aleixandre e Crujeiras (2017, p. 69, tradução nossa), “o propósito das práticas epistêmicas é gerar conhecimento sobre o mundo”. Neste trabalho pactuamos com Kelly (2008, p. 99, tradução nossa), que define as práticas epistêmicas como “as formas com que os membros de um determinado grupo social propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento científico em uma determinada estrutura disciplinar”. O conceito de práticas epistêmicas proposto por Kelly (2008) baseia-se nas ideias dos estudos de filosofia e sociologia da Ciência de Helen Longino (1990, 2002) e Karen Knorr Cetina (2009) que apontam para o caráter social da Ciência e para o papel das comunidades científicas na institucionalização e legitimação das práticas de produção do conhecimento (SACA, 2017).

As práticas epistêmicas são organizadas socialmente, desenvolvidas em um determinado contexto cultural e expressas em processos comunicativos que fazem uso de diversas formas de linguagem (KELLY; LICONA, 2018). As práticas epistêmicas podem ser entendidas como práticas socioculturais que se consolidam em contextos culturais e sociais por

meio da interação entre os sujeitos; nesses contextos as práticas epistêmicas são fundamentadas, comunicadas, apropriadas, interpretadas e aplicadas (KELLY, 2008).

Os trabalhos sobre as práticas epistêmicas na educação em Ciências ganharam destaque nas pesquisas e estudos nos últimos anos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et. al., 2008; KELLY; DUSCHL, 2002; LIDAR; LUNDQVIST; ÖSTMAN, 2006; MORTIMER; ARAÚJO, 2014; SANDOVAL, 2005; SILVA, 2015); muitos desses trabalhos têm como principal objetivo caracterizar as práticas epistêmicas nas ações e discursos dos estudantes no decorrer de atividades investigativas, reforçando a ideia da importância de analisar as práticas epistêmicas e a construção do conhecimento *in situ*, ou seja, nos contextos e espaços educacionais (KELLY; DUSCHL, 2002). Östman e Wickman (2014) argumentam sobre a importância de analisar as práticas epistêmicas nos processos de atribuição de sentido e de construção do conhecimento por meio da linguagem (discursiva, escrita, signos, símbolos etc.) e das ações de professores e estudantes na rotina da sala de aula.

O papel do professor no fomento e na promoção de oportunidades que levem os estudantes a se engajarem em práticas epistêmicas é fundamental, visto que suas intervenções direcionam a atenção dos estudantes para aspectos relevantes da atividade, bem como os auxilia no processo de construção do conhecimento (LIDAR; LUDQUIST; ÖSTMAN, 2006; NASCIMENTO; SILVA; FRANÇA, 2012). Com relação ao papel do professor, Kelly (2008, p. 104, tradução nossa) afirma que esse representa uma autoridade epistêmica em sala de aula:

[...] um professor pode servir como uma autoridade epistêmica – autoridade derivada de conhecimento e experiência, e, presumivelmente, capaz de ser usada para ajudar os aprendizes. A autoridade dos professores precisa ser moderada para apoiar discussões abertas de questões relevantes. Os alunos podem desenvolver a confiança e responsabilidade e aprender os objetivos cognitivos da ciência por meio de experiências com a autoridade compartilhada.

Ainda sobre o papel do professor, Kelly e Licona (2018) ressaltam o papel do meta-discurso, que consiste nos momentos em que o professor faz uso do discurso construído pelo grupo sala e/ou da fala de um aluno em específico para construir o discurso científico e promover entendimento sobre um fenômeno. Os autores argumentam que a prática do meta-discurso consiste em um processo de legitimação do discurso dos estudantes que fomenta a participação e engajamento desses com as práticas epistêmicas. O meta-discurso também é uma forma de empoderamento e incentivo para a participação na medida em que essa prática

reconhece a relevância da fala dos estudantes mostrando-lhes que são capazes de participar e atribuir sentido às discussões desenvolvidas na sala de aula.

Kelly (2008) ressalta que ao longo do tempo as práticas epistêmicas podem formar um conjunto padronizado de ações realizadas por sujeitos que compartilham propósitos e expectativas comuns, valores, ferramentas e significados. Longino (2002) aponta para a importância dos processos de legitimação e revisão pelos pares na validação das práticas de construção do conhecimento, visto que o que é válido como conhecimento é determinado por cada comunidade científica. Conforme citado anteriormente na introdução deste trabalho, as comunidades científicas são de natureza local na medida em que se situam em um determinado contexto sócio-histórico-cultural-geográfico. Dessa forma, cada comunidade estabelece e legitima o que é considerado válido como conhecimento, procedimento, ferramenta, evidência etc. São esses processos intracomunitários de determinação do que é autêntico na construção do conhecimento que consolidam e integram os membros na comunidade, fazendo com que esses partilhem dos critérios, práticas, objetivos e valores acordados e corroborados. Na próxima seção discutimos esses processos de formação de comunidades epistêmicas de práticas por meio da legitimação e institucionalização de critérios, técnicas, padrões e normas na construção do conhecimento.

1.2.1 A formação de comunidades epistêmicas de prática: as práticas epistêmicas como práticas socioculturais e os processos de tomada de decisão, de estabelecimento de critérios e de legitimação

Entendendo a aprendizagem científica como um processo de socialização e participação nas práticas socioculturais de uma comunidade na qual os critérios do que conta como ciência são construídos e legitimados de forma interacional entre os membros de tal comunidade (KELLY; CHEN, 1999), nesta seção discutimos a importância do compartilhamento de práticas socioculturais, dos processos de tomada de decisão, da legitimação e do estabelecimento coletivo de critérios para que a sala de aula se constitua em uma *comunidade epistêmica de práticas* (DUSCHL, 2008).

As ideias de aprendizagem como participação em práticas socioculturais de um determinado grupo têm sido usadas em alguns estudos que assumem a sala de aula de ciências como uma comunidade de práticas (FORBES; SKAMP, 2003; GONZÁLEZ-HOWARD; MCNEILL, 2016; STROUPE, 2014). Neste trabalho utilizamos os estudos de antropologia

social de Jean Lave e Etienne Wenger para nos aprofundar nas ideias de aprendizagem como participação em uma comunidade de práticas; os estudos de tais autores começaram a ser utilizados em pesquisas sobre a educação escolar com o intuito de explorar os processos de formação de comunidades de prática na escola, bem como seu aprimoramento (SMITH, 2003). Barab e Duffy (2012) apontam as semelhanças entre as teorias da psicologia sociointeracionista e as teorias antropológicas sociais sobre aprendizagem, visto que ambas ressaltam o papel das práticas sociais e culturais na construção de conhecimento.

Wenger (1998) estabelece a ideia de comunidade de práticas como um grupo de pessoas que aprendem coletivamente e que compartilham um objetivo em comum e práticas socioculturais criadas ao longo do tempo. Ainda de acordo com esse autor, uma comunidade de práticas possui três dimensões: os objetivos compartilhados e constantemente negociados pelos membros da comunidade; como a comunidade engaja e vincula seus diferentes membros; e os recursos que são produzidos coletivamente e compartilhados (por exemplo, ferramentas, vocabulário, estilos, etc.). Utilizando essa ideia no contexto da sala de aula de ciências, aprender significa se engajar e contribuir com as práticas socioculturais da comunidade de sala de aula; sobre a conceitualização de uma sala de aula como uma comunidade de prática, González-Howard e McNeill (2016, p. 531, tradução nossa) afirmam:

Sugerimos que a conceitualização de uma sala de aula como uma comunidade de práticas oferece uma lente poderosa para explorar a aprendizagem dos alunos à medida que esses se envolvem nas práticas de uma sala de aula de ciências. [...] Essa conceitualização permite uma investigação da aprendizagem através de certas formas de coparticipação entre os membros da sala de aula (ou seja, o professor, os alunos, bem como entre os alunos).

Lave e Wenger (1991) argumentam que participar em comunidades de práticas implica aprender as práticas socioculturais utilizadas em uma comunidade; tal aprendizagem se dá por um processo de coparticipação entre os membros. Para Kuhn e colaboradores (2017), participar em uma comunidade epistêmica de práticas¹ possibilita que os estudantes se apropriem das práticas epistêmicas da ciência e que compreendam os aspectos técnicos, valores e propósitos que regem a ciência. Kelly e Licona (2018) argumentam que aprender ciência exige a participação em uma comunidade na qual há a interação com outros sujeitos mais experientes e já familiarizados com as práticas e critérios válidos para tal comunidade. Tal argumento de Kelly e Licona (2018) é reforçado pelo conceito de *participação periférica legitimada* (LAVE;

¹ No original, “communities of scientific inquiry”

WENGER, 1991), processo no qual novos membros começam a participar da comunidade de práticas até que se tornem participantes experientes. Tomando as ideias de Lave e Wenger, González e McNeill (2016, p. 530) afirmam que “[...] em uma sala de aula de ciências (que pode ser caracterizada como uma comunidade de práticas), o ato de aprender está situado em certas formas de coparticipação entre estudantes e seu professor”. Para Stroupe (2014, p. 488, tradução nossa) “os estudantes, para além da aprendizagem de conceitos e métodos, devem ser considerados legítimos participantes dos âmbitos social, epistêmico e material da Ciência”.

Os processos de coparticipação que legitimam e consolidam uma comunidade de práticas consistem em atividades nas quais os membros da comunidade constroem consenso e tomam decisões coletivas sobre práticas, ferramentas, procedimentos, conhecimentos etc. que serão considerados válidos e pertinentes para alcançar o objetivo compartilhado pelos membros da comunidade. Essa ideia combina-se com o processo de construção de conhecimento que acontece nas aulas de ciências, conferindo a esses produtos do processo de coparticipação e legitimação (práticas, ferramentas, procedimentos, conhecimentos) um caráter epistêmico.

Dessa forma, podemos entender que os sujeitos epistêmicos do contexto escolar (estudantes e professores) participam de um processo de socialização das formas de ser, conhecer e interagir que se dá por meio da participação e engajamento em uma comunidade que possui suas próprias formas de produzir e justificar o conhecimento (KELLY, 2008) e que a definição dos conhecimentos e procedimentos considerados válidos depende de processos de negociação e legitimação entre os membros dessa comunidade. Assim, uma *comunidade epistêmica de práticas* (DUSCHL, 2008) pode ser definida como uma comunidade de sujeitos epistêmicos que compartilham as práticas socioculturais de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento (KELLY, 2008); os critérios do que conta como dado, conhecimento, evidência e explicação; e que coparticipam em processos de tomada de decisão.

A ciência constitui-se de inúmeras comunidades epistêmicas de práticas que desenvolvem o conhecimento científico de diferentes formas de acordo com as práticas, normas e critérios estabelecidos para o empreendimento científico em uma determinada área do conhecimento (CETINA, 2009). Assim, o contexto disciplinar e as particularidades de cada campo/disciplina da ciência são fatores que influenciam nas práticas epistêmicas que serão válidas e consolidadas no processo de construção do conhecimento (AULT, 1998); em alguns campos há práticas que são recorrentes e legitimadas como padrões (por exemplo, os protocolos de laboratório) e há práticas que transcendem os diferentes campos do conhecimento estando presentes em diversas áreas e disciplinas (por exemplo, proposição de questões científicas). A

influência da natureza das disciplinas científicas nas práticas epistêmicas que emergem e são consolidadas na comunidade epistêmica de práticas é discutida na próxima seção.

1.2.2 As práticas epistêmicas nas diferentes áreas do conhecimento: a influência do conhecimento disciplinar

Os diferentes campos de investigação possuem diferentes formas de fazer questões, de lidar com os dados, de trabalhar com evidências etc. (AULT, 1998). Ou seja, cada disciplina científica possui suas próprias formas de construir, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento científico e seus critérios do que conta como dado, evidência, explicação, procedimento etc. Dessa forma, o conjunto de práticas epistêmicas empregadas em cada domínio do conhecimento é variável. Para Kelly e Licona (2018), as práticas epistêmicas são dependentes do campo de estudo e mutáveis devido ao processo de aprimoramento do conhecimento; os autores consideram que não há um conjunto limitado e estrito de práticas epistêmicas, visto que o método científico não pode ser interpretado como um passo-a-passo linear. Esses autores também argumentam que embora algumas práticas epistêmicas, como a argumentação e a construção de explicações atravessem os limites dos domínios científicos, é importante que pesquisadores e educadores reconheçam as práticas específicas de cada campo das ciências naturais (ciências biológicas, físicas e da terra) e das disciplinas específicas de cada campo (por exemplo, botânica, zoologia, ecologia). Dessa maneira, embora existam similaridades entre as diversas áreas do conhecimento, encontramos também variações nas práticas das diferentes disciplinas; o que conta como pergunta, evidência e raciocínio varia de acordo com a área de investigação, assim como as formas de trabalho empregadas em cada uma delas (GEROLIN; SILVA, TRIVELATO, no prelo).

As práticas epistêmicas são construídas, ampliadas, modificadas, definidas e reconhecidas conforme a ontologia de uma disciplina científica. As comunidades epistêmicas de práticas podem ser muito localizadas e mutáveis, e ao longo do processo de construção do conhecimento negociam valores e critérios que definem o que é válido como prática epistêmica (KELLY; LICONA, 2018). Kelly (2011) ressalta que há muitas particularidades no modo como o conhecimento científico é construído nas comunidades epistêmicas de práticas, fazendo com que as práticas epistêmicas sejam muito peculiares e subordinadas a um contexto.

Jiménez-Aleixandre (2014) também considera que a natureza do conhecimento, ou seja, as características específicas de um domínio da ciência influenciam e determinam as formas de

se construir conhecimento nas diferentes disciplinas científicas. No caso da Genética, a autora afirma que práticas epistêmicas como a identificação de padrões nos dados, uso e avaliação de evidências e a argumentação são proeminentes. Ainda de acordo com a autora, o engajamento com tais práticas epistêmicas possibilita aos estudantes aprender e debater questões sócio científicas, o que promove o desenvolvimento da capacidade de avaliar criticamente as afirmações acerca de questões dessa natureza.

Hodson (2014) afirma que há diferenças significantes nas formas de trabalho das diferentes disciplinas da ciência; cada campo do conhecimento possui tipos específicos de perguntas, de métodos e tecnologias utilizadas para responde-las, de metodologias específicas de coleta de dados, etc. Assim, o autor argumenta que cada campo disciplinar possui suas próprias atividades científicas, na medida em que investigam diferentes aspectos do mundo natural com o uso de diferentes técnicas, equipamentos e teorias.

Em outras palavras, as especificidades da racionalidade científica mudam entre as subdisciplinas, com cada subdisciplina jogando o jogo da ciência de acordo com suas próprias regras [...]. O ponto chave é que os procedimentos de investigação em uma subdisciplina específica da ciência estão profundamente fundamentados nos aspectos substantivos do campo, os objetivos específicos da investigação e as tecnologias disponíveis para a coleta e manipulação de dados. Em consequência, devemos construir uma compreensão da investigação científica a partir de exemplos da prática diária dos diversos grupos de cientistas engajados em diversas práticas e devemos criar oportunidades para os alunos experimentarem, explorarem e discutirem as diferenças de conhecimento e sua elaboração em múltiplos contextos. (HODSON, 2014, p. 2543, tradução nossa)

Dando enfoque ao caso da Biologia, disciplina que embasa a atividade didática objeto de estudo desta pesquisa, aqui consideraremos as ideias de Ernst Mayr (2005), que em seu livro “Biologia, ciência única” aponta diversas particularidades desse campo do conhecimento. Mayr aponta a Biologia como uma ciência única que possui características particulares, como o fato de lidar com a complexidade dos seres vivos e dos processos biológicos. Para o autor, a diferença entre a vida e o inanimado faz com que as leis básicas da física não deem conta de explicar os fenômenos biológicos, visto que esses são regidos por leis naturais e programas genéticos, o que impossibilita que os processos biológicos possam ser generalizados em leis naturais universais (POLISELI; OLIVEIRA; CHRISTOFFERSEN, 2013).

A razão principal dessa menor importância das leis na formulação de teorias biológicas talvez seja o papel principal do acaso e da aleatoriedade em

sistemas biológicos. Outras razões para o pequeno papel das leis são o caráter único de um alto percentual dos fenômenos em sistemas vivos e também a natureza histórica dos eventos. [...] A maioria das teorias em biologia não se baseia em leis, mas em conceitos. Exemplos de tais conceitos são seleção, especiação, filogenia, competição, população, estampagem [*imprinting*], adaptação [*adaptedness*], biodiversidade, desenvolvimento, ecossistema e função. (MAYR, 2005, p. 44)

Dentre as particularidades da Biologia enumeradas por Mayr, nesse trabalho discutimos duas principais: o conceito de biopopulação e a causalidade dual. O conceito de biopopulação basicamente se refere à idiosincrasia dos indivíduos biológicos, que reagem de maneira diferente à influência de fatores externos. Por exemplo, um indivíduo pode compartilhar as mesmas características físicas, ambiente e boa parte de seu material genético com outros indivíduos (ou seja, membros da mesma espécie), porém é impossível determinar se seu comportamento em determinadas condições será o mesmo que o de outros indivíduos de sua espécie. Mayr (2005) afirma que os organismos são distintos uns dos outros e que carregam características que se modificam a cada geração devido à ação das leis naturais e da expressão de seu material genético.

A unicidade é a propriedade de um evento único, ou de uma entidade única. Na física não existe essa individualidade tão característica do mundo orgânico, no qual cada indivíduo é único. Cada ciclo de vida, cada espécie, cada população, cada contato interespecífico e cada evento evolutivo é ímpar. (POLISELI; OLIVEIRA; CHRISTOFFERSEN, 2013, p. 112).

A causalidade dual refere-se ao fato de que todos os processos biológicos são regidos por duas causalidades: as leis naturais e os programas genéticos. Ambas causalidades que regem as entidades biológicas são compostas por eventos aleatórios, tornando-as indetermináveis e não passíveis de serem generalizadas na forma de leis (MAYR, 2005). Mayr ressalta que o programa genético é uma característica singular do mundo vivo que o distingue completamente do mundo inanimado.

Não há um único fenômeno nem um único processo no mundo vivo que não sejam parcialmente controlados por um programa genético contido no genoma. Não há uma única atividade, em qualquer organismo, que não seja afetada por tal programa. Não existe nada comparável a isso no mundo inanimado. (MAYR, 2005, p. 46)

Todas as particularidades discutidas aqui sobre o conhecimento biológico apontam para as características únicas que esse campo do conhecimento/disciplina possui; tais particularidades levam a diferentes interpretações e práticas de construção do conhecimento. As propriedades dos objetos de estudo de cada disciplina científica também são fatores que influenciam os padrões, condutas e técnicas empregadas nos estudos e pesquisas. Dentro da própria biologia há divisões de campos de conhecimento cujas normas e a *práxis* científica são diferentes devido a suas perguntas de pesquisa, metodologias/objetos de estudo, ferramentas utilizadas etc. Na ecologia de populações, por exemplo, há um grande apelo para conhecimentos de estatística (são realizadas extrapolações, estimativas, etc.) enquanto que fisiologia vegetal conhecimentos sobre morfologia e anatomia de órgãos vegetais são mais relevantes.

1.3 FOMENTANDO O ENGAJAMENTO COM AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS NO CONTEXTO ESCOLAR: O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O *CONTINUUM* EVIDÊNCIA-EXPLICAÇÃO

Posta a relevância da promoção das práticas epistêmicas na Educação em Ciências, nesta seção nos aprofundaremos nas características de algumas das abordagens didáticas que vêm ganhando destaque na promoção de oportunidades para a aprendizagem das práticas epistêmicas; entre elas está o ensino por investigação e o *continuum* evidência-explicação.

O ensino por investigação se baseia em aspectos da investigação científica possibilitando que os estudantes tenham a oportunidade de participar em atividades similares às desenvolvidas nos processos de trabalho da ciência (CARVALHO, 2013). Sasseron e Carvalho (2008, p. 338) defendem a ideia “de que o ensino de Ciências deve ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores”.

As atividades investigativas podem desenvolver nos alunos uma compreensão conceitual, procedimental e atitudinal da ciência, que remetem, respectivamente, ao conhecimento científico construído pela humanidade (fatos, teorias, modelos, leis, etc.), aos procedimentos que a ciência adota na construção de tais conhecimentos e aos valores éticos e morais no campo social e com relação ao uso da ciência (BRASIL, 1997; CAMPOS; NIGRO, 1999).

Sobre o processo investigativo na ciência, Sasseron (2013, p. 43) afirma que “toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e

conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação”. De acordo com a mesma autora, no contexto da sala aula todos os processos anteriores podem ser ocorrer, independentemente da natureza da atividade a ser realizada; o essencial para uma investigação em sala de aula é o problema gerador e, claro, condições favoráveis para a resolução do mesmo.

Por meio de uma revisão da literatura, Pedaste e colaboradores (2015) identificaram e resumiram as principais características do ensino por investigação, o que resultou na síntese de uma proposta de ciclo investigativo que engloba os principais aspectos do ensino por investigação propostos em outros estudos. Na concepção desses autores, o ensino por investigação busca envolver os alunos em um processo autêntico de investigação científica; pedagogicamente, para a implementação do ensino por investigação, o processo científico é dividido em partes que são conectadas logicamente, que orientam os alunos e que apontam para características importantes do pensamento científico. Nesse trabalho os autores identificaram cinco fases investigativas principais do processo investigativo que foram organizadas por esses na forma de um ciclo (Figura 1).

Figura 1 – Fases e subfases do ciclo investigativo propostas

Fonte: Pedaste et. al. (2015, p. 56, tradução nossa)

É interessante notar na Figura 1 que as ações e interações discursivas representadas pela fase “Discussão” permeiam todo o processo investigativo, perpassando todas as suas fases e subfases; as ações e interações discursivas também estão no cerne do *continuum* evidência-explicação que será abordado adiante. De acordo com Pedaste e colaboradores (2015), a fase de “Discussão” materializa-se através da apresentação dos resultados parciais ou totais por meio da comunicação e, subsequentemente, ao envolvimento com atividades reflexivas que conduzam a um processo avaliativo realizado junto aos pares e ao professor. Ainda de acordo com os autores, a fase da “Orientação” consiste no estímulo inicial para a investigação, podendo ser estruturada por meio de um desafio de aprendizagem ou uma questão problema. A

“Conceituação” diz respeito ao processo de elaborar questões/hipóteses baseadas em teorias; a fase de Investigação se representa no processo de planejar e desenvolver experimentos com base em uma pergunta de investigação ou explorar situações visando a coleta e análise de dados. Por fim, a “Conclusão” refere-se ao processo de fazer inferências com base nos dados e compará-las com as hipóteses prévias.

O engajamento com processos e práticas comuns da cultura científica (como a investigação) podem ser fomentados por meio de atividades que proporcionem uma vivência autêntica das práticas de construção do conhecimento empregadas na Ciência (CARVALHO, 2013). Assim, no processo de participação em atividades didáticas planejadas com base no ensino por investigação, os estudantes podem ter oportunidades de engajamento nas práticas epistêmicas, na medida em que esses participam do processo de proposição de problemas e hipóteses, em atividades de exploração de fenômenos científicos e de planejamento e desenvolvimento de experimentos práticos para coletar dados, na busca por padrões e evidências no processo de análise desses dados, na construção de inferências e explicações baseadas em conhecimentos científicos e em evidências, etc. (CRAWFORD, 2007).

Osborne (2014, 2016) aponta para a importância de distinguir os objetivos da Ciência dos objetivos de aprender sobre Ciência durante atividades investigativas; de acordo com o autor o objetivo da Ciência é construir novos conhecimentos enquanto que o do ensino de ciências é ajudar os estudantes a entender os conhecimentos existentes e já estabelecidos produzidos pela ciência. O autor também ressalta que o ensino por investigação não pode ser confundido com uma simples abordagem que proporciona a aquisição de habilidades manipulativas e procedimentais, mas sim deve ser encarado como uma ferramenta que proporcione aos estudantes a oportunidade de desenvolvimento de um entendimento profundo sobre a natureza do trabalho científico.

[...] os objetivos do ensino por investigação foram combinados com os objetivos do trabalho de laboratório, de modo que, aos olhos de muitos professores, o principal objetivo de se engajar na investigação não é desenvolver uma compreensão mais profunda de todo o seu processo, mas sim o de proporcionar um meio de apoiar sua tarefa retórica de persuadir seus alunos [...]. Se houver um foco alternativo, ele tende a estar no desempenho das habilidades necessárias para fazer investigações - e, em seguida, predominantemente nas habilidades manipulativas de experimentação (saber como) - e não na análise e interpretação dos dados ou um entendimento sobre a investigação e seu papel na ciência (saber algo ou saber o porquê). Na pior das hipóteses, o produto disso acaba sendo um livro de receitas de exercícios de laboratório nos quais os alunos simplesmente seguem uma série de instruções para replicar o fenômeno. (OSBORNE, 2014, p. 178, tradução nossa).

O *continuum* evidência-explicação (EE) proposta por Kelly e Duschl (2002, p. 25, tradução nossa) objetiva que os estudantes desenvolvam uma compreensão dos critérios que definem 'o que conta' como evidência e explicação” e baseia-se nas seguintes etapas: coleta de dados, transformação de dados em evidência, transformação das evidências em padrões e, por fim, transformação dos padrões em explicações (Figura 2). As transformações do *continuum* fomentam processos de tomada de decisão e o desenvolvimento de critérios epistêmicos que determinam o que é válido na investigação; tais processos exigem que os estudantes construam consenso sobre que será considerado como dado, evidência, procedimento e explicação. Durante a formação de critérios epistêmicos nos pontos de tomada de decisão há a promoção de oportunidades de engajamento em ações discursivas/diálogos que refletem práticas epistêmicas (KELLY; DUSCHL, 2002); tal processo, neste trabalho, também é considerado evidência do processo de formação/consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas (DUSCHL, 2017)².

Figura 2 – Transformações e etapas do *continuum* evidência-explicação

Fonte: Kelly e Duschl (2002, p. 51, tradução nossa).

² Informação fornecida por Richard Duschl durante a disciplina de pós-graduação “Perspectivas no Ensino de Ciências” ministrada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Conforme a Figura 2, há três transformações no *continuum* que fomentam o engajamento com ações discursivas/diálogo epistêmico e o desenvolvimento de critérios epistêmicos: a transformação dos dados em evidências (T1), a transformação de evidências em padrões e modelos (T2) e a transformação de padrões e modelos em explicações (T3). A transformação dos dados em evidências (T1) compreende a construção de um critério que definirá o que será considerado como evidência relevante no conjunto de dados coletados no processo investigativo. A transformação de evidências em padrões e modelos (T2) compreende um tratamento das evidências para que essas possam ser interpretadas e forneçam informações sobre o fenômeno em estudo; muitas vezes esse processo se consolida na construção de representações como as inscrições literárias (LATOUR, WOOLGAR; 1997), que consistem em artefatos (por exemplo, os traços, pontos, gráficos, mapas, espectros, histogramas, fotografias, equações, desenhos ou tabelas) que são produzidos para representar e concretizar os objetos, entidades, processos e fenômenos estudados pela Ciência. Em seu estudo etnográfico sobre a vida de laboratório, Latour e Woolgar (1997) apontam a importância das inscrições literárias na construção do conhecimento científico, visto que essas são utilizadas como ferramentas do pensamento científico devido ao seu papel de representar dados, evidências, explicações, teorias, leis, hipóteses etc. (WU; KRAJCIK, 2006).

Kelly e Licon (2018), ressaltam que a aprendizagem epistêmica compreende o uso de linguagem característica de uma cultura. Em seu livro “Aprender a hablar ciencia: language, aprendizaje y valores” Jay Lemke (1997) considera que aprender ciência compreende incorporar a linguagem social desse campo do conhecimento, e, portanto, apropriar-se de suas diferentes formas linguísticas. Sobre o uso de inscrições literárias, Kelly e Duschl (2002, p. 28, tradução nossa) argumentam que “o uso de diferentes inscrições que representam e comunicam informações e padrões nos dados consiste em um aspecto central e importante para o planejamento de ambientes de aprendizagem”. Prain e Tytler (2012) apontam que a construção de inscrições literárias³ apoia a aprendizagem sobre ciência na medida em que os estudantes desenvolvem a habilidade de projetar e utilizar ferramentas simbólicas e materiais na construção de significados sobre essa. Tal processo promove uma aprendizagem epistêmica

³ Alguns trabalhos discutidos nesta seção utilizam o termo representação com um significado consonante com a ideia de inscrição literária, visto que os autores dos desses trabalhos também entendem o processo de construir representações como o ato de construir artefatos para representar e concretizar objetos, processos e fenômenos científicos. Prain e Tyler (2012, p. 2755, tradução nossa), por exemplo, apontam como exemplos específicos de representações “tabelas, diagramas, desenhos de observações empíricas e conceituais, gráficos, auto explicações anotadas, resumos visuais, produções em vídeo, animações e modelos tridimensionais.”

sobre as práticas e o processo de construção do conhecimento em um determinado campo do conhecimento. Ou seja, para esses autores, quando os estudantes se envolvem na atividade de construir inscrições literárias, esses se engajam em práticas autênticas da construção do conhecimento na medida em que desenvolvem representações que dão sentido ao fenômeno que está sendo investigado.

No livro “Constructing Representations to Learn in Science”, Prain e Tytler (2013) afirmam que a educação em ciências precisa levar em consideração e enfatizar processos em que os estudantes construam, negociem e refinem suas próprias representações. Os autores ressaltam que historicamente a construção de representações é reconhecida como um aspecto central das descobertas científicas devido ao seu papel central no processo de gerar, integrar e justificar ideias. Prain e Tytler ainda reconhecem que existem diferenças entre os objetivos, conhecimentos, recursos e métodos utilizados pelos pesquisadores em grupos de pesquisa e pelos estudantes em sala de aula, mas argumentam que pode ser estabelecido um paralelo entre as atividades, práticas e processos que ocorrem nas aulas de Ciências e o processo de investigação e construção de representações realizados nos laboratórios de pesquisa; para os autores esse paralelo existe na medida em que os estudantes são desafiados a visualizar, desenvolver e justificar explicações para fenômenos ou padrões observados com base em seus conhecimentos conceituais e representacionais e com o auxílio do professor e de seus pares.

Roth e Pozzer-Ardenghi (2013) incluem nas inscrições literárias todas as formas de representação de informações além da linguagem verbal; as inscrições literárias existem ao longo de um *continuum* (Figura 3) de representações que se diferenciam pelo grau de abstração e pela natureza das informações que essas oferecem sobre o fenômeno que representam. Esses autores argumentam que a semelhança entre um fenômeno e suas representações varia dependendo da inscrição literária utilizada para representá-lo; enquanto fotografias possuem mais detalhes e representam o fenômeno de maneira mais concreta, diagramas e gráficos contém informações de natureza mais abstrata.

Figura 3 – *Continuum* de abstração das diferentes inscrições literárias que podem ser utilizadas para representar uma flor de lótus.

Fonte: Roth e Pozzer-Ardenghi (2013, p. 41, tradução nossa).

De acordo com Roth e Pozzer-Ardenghi (2013, p. 41, tradução nossa):

[...] a fotografia de uma flor de lótus tem uma forte semelhança com a flor original. [...]. Por outro lado, um diagrama de uma flor de lótus mantém apenas as características mais destacadas e, portanto, pode representar qualquer flor de lótus generalizada de uma determinada espécie. Uma equação que mostra o auge de uma flor de lótus ao longo do tempo não tem nenhuma relação icônica com a flor de lótus mesmo que exprima uma característica de uma flor ou - se muitas flores foram amostradas - a altura média.

Posta a importância das inscrições literárias na construção do conhecimento científico, a transformação de padrões e modelos em explicações (T3) perpassa o processo de interpretar tais inscrições literárias produzidas, com o intuito de gerar explicações científicas para o objeto/entidade/fenômeno em estudo. Norris e Phillips (2003) argumentam que uma verdadeira compreensão da ciência se constrói por meio da capacidade de interpretar, representar e avaliar afirmações científicas em diferentes tipos de inscrições, apontando para o papel fundamental das representações na construção do conhecimento científico.

[...] cientistas lêem e interpretam inscrições. Se a construção de inscrições é vista como uma transformação do fenômeno ou conceito em outra forma, interpretar uma inscrição pode ser entendido como o inverso do processo de construção. Interpretar é o processo de atribuir sentido e reconstruir o fenômeno ou conceito representado pela inscrição. [...] [Os cientistas] usam inscrições para gerar hipóteses, fazer previsões, elaborar ideias, construir evidências, justificar argumentos e formular conclusões (WU; KRAJCIK, 2006, p. 855, tradução nossa).

As discussões desta seção ressaltam as características do ensino por investigação e a estrutura do *continuum* evidência-explicação como promotoras de oportunidades para o engajamento dos estudantes com ações discursivas que caracterizam as práticas epistêmicas.

Tais abordagens didáticas fomentam a “ciência-em-ação” em sala de aula, fazendo com que os estudantes se comprometam com atividades que proporcionam uma vivência autêntica da cultura científica.

2 OBJETIVOS

Considerando o contexto teórico apresentado anteriormente, o principal objetivo desta pesquisa consiste em investigar o engajamento dos estudantes e da professora em práticas epistêmicas. A partir da análise das práticas epistêmicas mobilizadas pela professora e pelos estudantes, procuraremos responder as seguintes questões de investigação:

- a) Como a participação na atividade didática objeto de nossa investigação contribuiu para que o grupo de estudantes e a professora (grupo sala) constituíssem uma comunidade epistêmica de práticas?
- b) Quais as relações entre as práticas epistêmicas em que os estudantes e a professora se engajam/participam e o conhecimento disciplinar abordado na atividade didática?

Para concretizar nosso objetivo principal e responder nossas questões de pesquisa, estabelecemos os seguintes objetivos específicos:

- a) Construir categorias, com base na literatura e nos dados, para análise das práticas epistêmicas;
- b) Construir descritores/rubricas baseados na literatura e nos dados que permitam a identificação das práticas epistêmicas;
- c) Estabelecer e/ou conceber, a partir da literatura, unidades de análise para a categorização das práticas epistêmicas;
- d) Identificar a ocorrência das práticas epistêmicas ao longo das interações discursivas;
- e) Estabelecer, a partir da literatura, que características/aspectos marcam a constituição de uma comunidade epistêmica de práticas;
- f) Caracterizar as práticas epistêmicas proeminentes dos estudos do campo disciplinar (ecologia) abordado na atividade didática.
- g) Caracterizar as transformações do *continuum* evidência-explicação no contexto da atividade didática analisada (utilizando evidências e análises dos nossos dados)

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este 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; LÜDKE; ANDRÉ, 2014; SANDÍN ESTEBAN, 2010). A abordagem qualitativa e, sobretudo, a pesquisa qualitativa em Educação compreende uma série de paradigmas (KUHN, 2013) que podem ser entendidos como as diferentes formas de interpretação e compreensão do mundo que se relacionam com ferramentas metodológicas e aspectos procedimentais compartilhados por uma comunidade científica (CHIZZOTTI, 2006; KUHN, 2013). Tais paradigmas são constituídos por diferentes visões epistemológicas, metodológicas e técnicas de pesquisa que norteiam e orientam a investigação científica (LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005; SANDÍN ESTEBAN, 2010). Neste item buscamos discutir e explicitar as concepções metodológicas e técnicas, com o intuito de estabelecer relações entre nossos referenciais, nosso *corpus* de dados e nossa abordagem metodológica.

Os aspectos metodológicos e técnicos dizem respeito aos modos (ou metodologias) de pesquisa e ao estabelecimento dos procedimentos de coleta e de registro dos dados. Conforme mencionado anteriormente, neste estudo adotamos a observação dos fenômenos educacionais por meio de dados registrados através de filmagens. A interpretação dos dados consistiu em um processo de codificação das transcrições das filmagens de acordo com nossas categorias de análise; tais categorias foram concebidas *a priori*, mas sofreram alterações *a posteriori*.

Em nosso estudo, o enfoque recai exclusivamente no processo de ensino e aprendizagem de uma sala de aula na qual os sujeitos da pesquisa estão envolvidos com uma atividade investigativa que versa sobre um tema específico da Biologia. A sala de aula como um todo faz parte de nossa análise, porém focamos nosso estudo em três grupos de estudantes (constituindo um total de 10 estudantes) que trabalharam em conjunto na atividade analisada. Assumimos como metodologia de pesquisa o estudo de caso, que se adequa a campos de investigação reais, abertos e não controlados, tendo enfoque em objetos inseridos em fenômenos contemporâneos situados no contexto da vida real e cotidiana (YIN, 2010). O estudo de caso caracteriza-se por ser particularista, ou seja, por focar em uma situação, evento ou fenômeno em particular, contextualizado espacialmente e temporalmente, e por considerar diversas fontes de dados (no caso deste trabalho, as interações discursivas e as produções dos estudantes) que são coletados

em diferentes momentos e com diversos sujeitos (LESSA DE OLIVEIRA, 2008). Neste estudo esses dados se materializam nas filmagens das interações discursivas que ocorreram nas aulas selecionadas como objeto de estudo e nos relatórios produzidos pelos estudantes (ANEXO A); esses dados ilustram nosso trabalho na forma de transcrições do conteúdo conversacional e nas inscrições literárias produzidas pelos estudantes, explicitando o conteúdo produzido pelos sujeitos no contexto de coleta dos dados (GODOY, 1995).

É importante ressaltar que nossa análise parte de dados previamente registrados (filmagens e relatórios), ou seja, não houve contato da pesquisadora com o ambiente e sujeitos envolvidos no contexto de interesse de nosso estudo, pois tais dados faziam parte do acervo do grupo de pesquisa; apesar de não termos tido contato com o campo, Godoy (1995, p. 27) ressalta que as diferentes formas de observação assumem um papel central nos estudos de caso:

Quando observamos, estamos procurando apreender aparências, eventos e/ou comportamentos. A observação pode ser de caráter participante ou não-participante. Quando o pesquisador atua apenas como espectador atento, temos o que se convencionou chamar de observação não-participante.

Com relação aos procedimentos do nosso levantamento bibliográfico, adotamos os seguintes métodos:

- a) Pesquisa de trabalhos por meio do banco de dados da plataforma Web Of Science usando as expressões/palavras-chave “*inquiry science education*”, “*continuum evidence-explanation*”, “*scientific literacy*”, “*disciplinary knowledge*” e “*epistemic practices*” com espaço temporal de 5 anos. Adotamos o procedimento de leitura dos resumos como forma de selecionar os trabalhos que dialogavam com nossos objetivos de pesquisa.
- b) Utilização de referenciais compartilhados e adotados em outros trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa.
- c) Utilização de referenciais citados nos trabalhos selecionados e lidos.

3.1 A PROFESSORA, A ESCOLA E A TURMA

A sequência didática que possibilitou a coleta dos dados foi desenvolvida no decorrer de 14 aulas, que foram ministradas entre o final do 1º semestre e o início do 2º semestre de 2013 para duas turmas de estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da região oeste da cidade de São Paulo. A professora é também pesquisadora e autora da sequência

didática geradora dos dados empíricos que servem de objeto para este estudo. Esses dados foram utilizados em sua pesquisa de doutoramento (SILVA, 2015) e também já foram utilizados em investigações e análises realizadas por Del-Corso (2014) e Rezende (2015).

3.2 A ATIVIDADE DIDÁTICA: PLANEJAMENTO E TEMÁTICA

A atividade didática objeto de estudo deste trabalho intitula-se “Investigação sobre o crescimento populacional de *Lemna sp.*” e foi concebida com base no *continuum* evidência-explicação proposto por Kelly e Duschl (2002), já discutido e apresentado na seção 1.3.

A atividade em questão tinha como objetivo central engajar os estudantes em uma atividade de caráter investigativo cuja pergunta de investigação era “O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?”. Para responder à pergunta, os estudantes foram organizados em grupos que registraram e acompanharam uma população biológica de *Lemna sp.* (Figura 4) durante 15 dias, sendo desses 11 dias úteis (aos finais de semana o registro e acompanhamento não era realizado). Ao final do período de registro e acompanhamento da população, a professora orientou cada grupo de estudantes a confeccionar um relatório científico contendo os itens “pergunta”, “metodologia”, “resultados” e “interpretação”. No decorrer dos dias de registro e acompanhamento de suas populações biológicas os estudantes participaram de outras atividades relacionadas à investigação, como exercícios de amostragem para estimar tamanho populacional, aulas expositivas dialogadas e resolução de exercícios sobre dinâmica populacional.

Figura 4 – População de *Lemna sp.*

Fonte: Fotografia feita pela própria autora.

A temática da atividade didática compreende o ensino de conceitos de ecologia, destacando-se o conceito de dinâmica populacional e os modelos de crescimento populacional. Nos estudos ecológicos, a dinâmica populacional preocupa-se com o estudo da variação da quantidade de indivíduos de uma determinada população; uma das formas de medir a dinâmica de uma população consiste no estudo dessa ao longo do tempo (ODUM, 1997). As taxas de crescimento de uma população podem ser expressas na forma de gráficos, obtendo-se uma curva de crescimento; tais curvas expressam fenômenos ao longo do tempo e podem dar informações sobre os processos que regulam e que geram alterações na população (ODUM, 1997). As curvas de crescimento populacional podem ser generalizadas e expressas na forma de modelos matemáticos, que são usados para descrever matematicamente um fenômeno, com a finalidade de compreender, gerar previsões, hipóteses e explicações sobre o mesmo (BASSANEZI, 2002).

No estudo das dinâmicas populacionais, dois modelos de crescimento se destacam: o crescimento exponencial e o crescimento logístico. No crescimento exponencial, uma determinada população cresce rapidamente e de forma contínua, como se estivesse em um ambiente com condições ideais (recursos ilimitados) e sem qualquer ação limitante de crescimento, ou seja, nesse modelo a taxa ou índice de crescimento da população por indivíduo torna-se constante e máxima. De acordo com Odum (1997, p. 289), “na natureza as populações

apresentam com frequência crescimento exponencial durante períodos curtos de tempo, quando há alimento abundante e não ocorrem efeitos de densidade excessiva, inimigos, entre outros”. O crescimento populacional exponencial assume o modelo matemático expresso na equação (1) e a sua curva caracteriza-se por assumir um formato em “J”, conforme observamos na Figura 5:

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad (1)$$

Com um limite definido em N, sendo N = tamanho da população, t = tempo e r = taxa ou índice específico de crescimento da população.

Figura 5 – Gráfico que caracteriza a curva em “J” do crescimento populacional exponencial

Fonte: Gontijo (2009, p. 33).

No crescimento populacional logístico, assume-se que há um fator ambiental limitante, como por exemplo interações no interior da população e a capacidade suporte do ambiente, que está relacionada com a disponibilidade de recursos para a manutenção da vida. Nesse modelo, o crescimento populacional apresenta três fases: crescimento lento (fase de estabelecimento), crescimento rápido (fase logarítmica) e uma fase de desaceleração do crescimento (fase de aceleração negativa), imposta pela resistência ambiental (ODUM, 1997). O crescimento populacional logístico assume o modelo matemático expresso na equação (2) e a sua curva caracteriza-se por assumir um formato em “S”, conforme observamos na Figura 6:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{(K - N)}{K} \quad (2)$$

Em que N = tamanho da população, t = tempo, r = taxa ou índice de crescimento da população e K = capacidade de sustentação.

Figura 6 – Gráfico que caracteriza a curva em “S” do crescimento populacional logístico

Fonte: Gontijo (2009, p. 35).

Esses modelos dizem respeito a conceitos e constructos que descrevem generalizações de fenômenos biológicos que ocorrem na natureza numa relação de fatores bióticos e abióticos; com esses modelos matemáticos é possível fazer previsões e gerar explicações sobre o comportamento da demografia de populações biológicas ao longo de um determinado período de tempo.

O material biológico utilizado pelos estudantes na atividade experimental de crescimento populacional são plantas do gênero *Lemna sp.* As lemnas caracterizam-se por serem diminutas plantas classificadas como macrófitas aquáticas que flutuam na superfície d'água. De acordo com Vieira (2016, p. 18), as macrófitas aquáticas são “vegetais que devido ao seu processo evolutivo possuem capacidade de adaptação tanto em ambientes terrestres como aquáticos estando presentes desde lagos e represas a ambientes salobros e salgados”. As plantas do gênero *Lemna sp.* são conhecidas popularmente como “lentilhas d'água” ou *duckweed*; tais plantas são consideradas as menores plantas vasculares do mundo, ou seja, as

menores plantas que possuem vasos condutores de seiva (VIEIRA, 2016). As lemnas possuem folhas muito pequenas e raízes pouco desenvolvidas (HENRY-SILVA; CAMARGO⁴, 2006 *apud* VIEIRA, 2016); seu pequeno corpo talóide é denominado fronde (POTT, 2002). A reprodução das Lemnas é vegetativa, sendo que uma fronde dá origem a outra; de acordo com Tavares (2008, p. 49) a reprodução vegetativa pode “ocorrer cerca de vinte vezes em um período que varia de 10 dias a algumas semanas, até que a planta entre em seu período de senescência, resultando em um crescimento exponencial”. De acordo com Skillicorn e colaboradores⁵ (1993 *apud* TAVARES, 2008) as lemnas costumam ser confundidas com algas.

3.3 O *CORPUS* DE DADOS DESTE ESTUDO

Os dados que serviram de objeto para esta investigação compreendem gravações em áudio e vídeo de interações discursivas e produções dos estudantes coletadas no mês de agosto do ano de 2013. Seguindo as normas éticas para pesquisas envolvendo seres humanos, esses dados serão utilizados sem a sua identificação de autoria, preservando o anonimato dos estudantes. O consentimento de participação na pesquisa está documentado em TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) assinado pelos responsáveis dos estudantes.

Os dados que são objeto de estudo desta investigação, destacados em negrito no Quadro 1, foram gerados durante as aulas da terceira atividade da sequência didática: “Investigação sobre o crescimento populacional de *Lemna sp.*”. A atividade objeto deste estudo está inserida em um contexto didático mais amplo, sendo essa uma parte de uma sequência didática extensa; assim, consideramos importante apresentar um breve resumo das demais atividades que constituem tal sequência (Quadro 1).

Quadro 1 – Atividades e objetivos didáticos que constituem a sequência didática

<u>Atividades</u>	<u>Objetivos didáticos</u>
Atividade I: Leitura e interpretação do artigo “Demografia de Elefantes Marinhos” adaptado de Demography of Northern	Definir conceitos de dinâmica populacional, de natalidade, mortalidade, imigração, emigração, capacidade suporte

⁴ HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. Planta Daninha, p. 21-28, 2006. ISSN 0100-8358.

⁵ SKILLICORN, P.; SPIRA, W.; JOURNEY, W. Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. World Bank, 1993. ISBN 082132067X.

Elephant Seals, 1911 – 1982 (COOPER; STEWART, 1983)	
Atividade II: Produção de argumentos a partir de dados do artigo “Demografia de elefantes marinhos”; Construção de gráfico de crescimento populacional	Argumentar com justificativas extraídas de dados fornecidos aos alunos.
Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>	Produzir inscrições para materializar um fenômeno biológico. Usar evidências empíricas para justificar conclusões Argumentar com seus pares sobre quais explicações adotar Comunicar resultados da investigação na forma de relatório científico
Atividade IV: Exercício de amostragem para estimar tamanho populacional	Utilizar diferentes métodos de amostragem populacional
Atividade V: Aula teórica expositiva dialogada sobre dinâmica populacional	Definir os conceitos de natalidade, imigração, mortalidade, emigração, potencial biótico, resistência do meio, capacidade de carga ou capacidade biótica máxima, curva padrão do crescimento populacional e suas respectivas fases (crescimento lento, crescimento exponencial e estabilização).
Atividade VI: Resolução de exercícios sobre dinâmica populacional	Revisar e sistematizar os conceitos referentes ao tema “Dinâmica populacional”

Fonte: Adaptado de Silva (2015, p. 66).

No Quadro 2 apresentamos a sequência temporal de desenvolvimento de cada atividade didática da sequência, destacando em negrito as aulas que constituem nosso *corpus* de dados.

Quadro 2 – Cronologia de ocorrência de cada atividade da sequência didática. Em negrito as aulas que constituem o corpus de dados desta pesquisa.

<u>Aula</u>	<u>Atividade didática</u>
-------------	---------------------------

01	Atividade I: Leitura e interpretação do artigo “Demografia de Elefantes Marinhos” adaptado de <i>Demography of Northern Elephant Seals</i> , 1911 – 1982 (COOPER; STEWART, 1983)
02	Atividade I: Leitura e interpretação do artigo “Demografia de Elefantes Marinhos” adaptado de <i>Demography of Northern Elephant Seals</i> , 1911 – 1982 (COOPER; STEWART, 1983)
03	Atividade I: Leitura e interpretação do artigo “Demografia de Elefantes Marinhos” adaptado de <i>Demography of Northern Elephant Seals</i> , 1911 – 1982 (COOPER; STEWART, 1983)
04	Atividade II: Produção de argumentos a partir de dados do artigo “Demografia de elefantes marinhos”; Construção de gráfico de crescimento populacional
05	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>
06	Atividade IV: Exercício de amostragem para estimar tamanho populacional
07	Atividade IV: Exercício de amostragem para estimar tamanho populacional
08	Atividade V: Aula teórica expositiva dialogada sobre dinâmica populacional
09	Atividade VI: Resolução de exercícios sobre dinâmica populacional
10	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>
11	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>
12	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>
13	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>
14	Atividade III: Investigação sobre o crescimento populacional de <i>Lemna sp.</i>

Fonte: Produção da própria autora.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS E UNIDADES DE ANÁLISE

O tratamento dos dados iniciou-se com essa pesquisadora assistindo a todas as vídeo-gravações das seis aulas objeto de nosso estudo. Após esse processo, que foi executado duas vezes, fizemos um mapeamento dos principais eventos de cada aula; tais eventos são chamados neste trabalho de fases didáticas, que podem ser entendidas como as fases que compõem o desenvolvimento de uma atividade didática (MORTIMER et al., 2007). Também fizemos uma

descrição detalhada de todas as aulas analisadas neste trabalho; tais descrições podem ser encontradas no APÊNDICE A.

Durante o processo de observação das aulas por meio das vídeo-gravações, notamos que durante as interações discursivas os sujeitos envolvidos na dinâmica de sala de aula transitavam entre diferentes temas, assuntos, tarefas ou ações, sendo que alguns desses não tinham relação com a atividade didática. Tal fato nos levou a agrupar as interações discursivas em episódios. Os episódios se caracterizam por constituir um extrato do discurso da sala de aula que tem limites claros em função de temas/conceitos ou tarefas que constituem a dinâmica das atividades escolares (SILVA; MORTIMER, 2005). Com a adoção da unidade de episódio, pudemos separar as interações discursivas que estavam relacionadas ao foco da atividade didática das interações discursivas que tratavam de outros assuntos e temas (p.e conversas pessoais, brincadeiras entre os estudantes, etc.).

No Quadro 3 é possível encontrar um resumo das fases didáticas de cada aula e seus respectivos episódios. As fases didáticas que não apresentaram episódios, ou seja, interações discursivas relacionadas com a atividade didática, estão sinalizadas com um traço simples (-). Os episódios relativos ao trabalho dos grupos de alunos foram identificados com números e letras correspondentes a cada grupo; tal notação será apresentada e explicada detalhadamente ao longo desta seção.

Quadro 3 – Aulas, fases didáticas e episódios analisados

AULA	FASES DIDÁTICAS	EPISÓDIOS
05	F1 - A professora informa sobre a dinâmica do bimestre, passa orientações sobre a organização da atividade investigativa (composição dos grupos, datas de realização da atividade, avaliação, etc.) e introduz a comanda da atividade investigativa.	1 2
	F2 - Os grupos de estudantes montam o experimento (cubas com indivíduos de <i>Lemna sp.</i>) com o auxílio da professora.	-
	F3 - A professora ministra uma aula expositiva dialogada sobre dinâmica populacional e discute os conceitos de natalidade, mortalidade, imigração, emigração, potencial biótico, fatores que limitam o crescimento populacional, curva de crescimento real e capacidade suporte.	-
10	F1 - A professora inicia aula recolhendo uma tarefa sobre métodos de amostragem	-
	F2 - A professora questiona se os grupos estão com os registros (fotografias) de suas populações e orienta os grupos a iniciarem a contagem dos indivíduos de sua população a partir dos registros feitos. A professora também recomenda que os grupos já iniciem uma análise para determinar e explicar o que está acontecendo nas	-

populações.

	F3 - Os estudantes se reúnem em grupos e começam a atividade.	1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A	1B 2B 3B 4B 5B 6B	1C 2C 3C 4C 5C 6C
	F4 - A professora determina que os estudantes têm que entregar um registro do resultado do trabalho desenvolvido por cada grupo na aula.		-	
11	F1 - A professora inicia a aula retomando a atividade realizada na última aula e fazendo a devolutiva da tarefa sobre métodos de amostragem.		-	
	F2 - A professora orienta os estudantes sobre os itens que devem constituir o relatório final da atividade investigativa. Como atividade do dia, ela determina que os grupos devem iniciar a análise dos registros de suas populações e começar a elaboração do relatório final.		1	
	F3 - Os estudantes se reúnem em grupos e começam a atividade.	1A 2A 3A	1B 2B 3B 4B 5B	1C 2C
	F4 - Durante a atividade alguns estudantes apresentam dúvidas na construção dos gráficos que descrevem a dinâmica de sua população e a professora interrompe a tarefa para dar orientações gerais para toda a sala.		2	
	F5 - Os estudantes retomam a tarefa	4A 5A	6B	3C 4C
	F6 - A professora solicita que os estudantes entreguem a atividade		-	
12	F1 - A professora inicia a aula orientando os grupos a continuar com a análise dos registros de suas populações e a elaboração do relatório final.		-	
	F2 - Os estudantes se reúnem em grupos e começam a atividade.	1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A 8A 9A 10A 11A	1B 2B 3B 4B 5B 6B 7B 8B	1C 2C 3C 4C 5C 6C 7C 8C 9C 10C 11C

		12A	12C 13C 14C
13	F1 - A professora inicia a aula dizendo que essa será destinada para a finalização do relatório.	-	
	F2 - Os estudantes se reúnem em grupos e iniciam a atividade.	1A 1B 2A 2B 3A 3B 1C 4A 4B 2C 5A 5B 3C 6A 6B 4C 7A 7B 5C 8A 8B 6C 9A 9B 10A 10B 11A 11B	
14	F1 - A professora orienta os grupos a finalizarem os relatórios, dando prioridade para a construção do item “interpretação”	-	
	F2 - Os estudantes se reúnem em grupos e começam a atividade.	1A 2A 3A 1B 1C 4A 2B 2C 5A 3B 3C 6A 4B 4C 7A 5B 5C 8A 6B 6C 9A 7B 7C 10A 8B 8C 11A 9B 9C 12A 13A	

Fonte: Produção da própria autora.

Após a delimitação dos episódios de análise, iniciamos o processo de transcrição das vídeo-gravações das interações discursivas. As transcrições das vídeo-gravações foram feitas com a utilização do *software* V-Note que possui ferramentas que auxiliam no processo de transcrição. Para transcrever a conversação, dividimos essas em turnos de fala, que representam os momentos nos quais os participantes de uma interação discursiva se alternam entre os papéis de falante e ouvinte; assim, o turno de fala caracteriza as intervenções dos interlocutores que participam de um diálogo (GALEMBECK, 2010). Ao transcrever interações discursivas e conversacionais, torna-se necessário a adoção de alguns sinais que são empregados para registrar as características orais presentes nos turnos de fala. Esses sinais e seus significados

resultam de uma adaptação das normas para transcrição propostas por Preti (2010) e estão resumidos no Quadro 4.

Quadro 4 – Sinais adotados para caracterizar textos orais.

OCORRÊNCIA	SINAIS
Incompreensão de palavras ou segmentos em uma frase	()
Hipótese do que se ouvia	(hipótese)
Entonação enfática	maiúscula
Silabação	-
Interrogação	?
Pausas	...
Comentários descritivos do transcritor	((minúscula))
Citações literais ou leituras de textos, durante a gravação	“ ”
Fáticos	ah, éh, ahn, ehn, uhn, tá, né

Fonte: Adaptado de Preti (2010).

É importante mencionar que dentre os dados selecionados há interações discursivas que acontecem entre a professora e o grupo sala, entre a professora e os pequenos grupos de alunos que foram formados para a atividade investigativa e entre os alunos desses pequenos grupos. Para nossa análise, selecionados três grupos de alunos (um total de 10 alunos). O critério para seleção desses três grupos consistiu na integridade e disponibilidade dos dados, ou seja, nosso estudo incidiu sobre os grupos que possuíam vídeo-gravações em todas as aulas da atividade didática objeto de interesse desta pesquisa. Esses três grupos de estudantes são representados pelas letras maiúsculas A, B e C. Portanto, há, de forma resumida, duas formas de interações: interações entre a professora e o grupo sala e interações nos pequenos grupos de alunos (que a professora pode ou não vir a participar). Essas diferentes formas de interação exigiram diferentes notações para expressar quem são os interlocutores dos turnos de fala. Tais notações estão resumidas no Quadro 5.

Quadro 5 – Formas de interação presentes na atividade didática objeto de estudo.

	Interações entre a professora e o grupo sala		Interações entre a professora e os pequenos grupos de alunos e interações entre os alunos desses pequenos grupos			
Sujeito(s)	Professora	Estudante	Professora	Estudantes	Estudantes	Estudantes

				Grupo A	Grupo B	Grupo C
Notação	Prof ^a .	Aluno	Prof ^a .	Aluna C.	Aluna F.	Aluna L.
		Aluna		Aluna A.	Aluna M.	Aluna G.
		Alunos		Aluna J.	Aluna R.	Aluno B.
		Alunas				Aluno V.

Fonte: Produção da própria autora.

Para organizar nossa análise, optamos por fazê-la na forma de quadros compostos pelos seguintes itens: aula, fase didática, episódio, forma de interação, turno de fala, locutor, transcrição das falas e a categorização dos dados. Os episódios receberam títulos e foram numerados de acordo com sua sequência de ocorrência nas aulas; além disso, os episódios com interações na forma “Professora-grupo sala” receberam apenas um número, enquanto que os episódios com a interações na forma “Interações nos pequenos grupos” receberam um número e a adição da letra correspondente ao grupo de estudantes no qual a interação está acontecendo. Os turnos de fala também foram numerados com o intuito de facilitar a menção aos mesmos durante a discussão de nossas análises.

Partindo dos pressupostos sociointeracionistas apresentados em nossa introdução, criamos a unidade “movimento de interação” para o processo de categorização. O movimento de interação consiste em um excerto de uma sequência de turnos conversacionais que se enquadram em nossas rubricas e, portanto, representa ao menos uma de nossas categorias de análise.

Na coluna “Categorização” de nossos quadros de análise foram utilizadas duas notações: linhas contínuas, que denotam que a categorização se refere a todo o movimento de interação; e linhas tracejadas, que denotam que a categorização diz respeito apenas a determinados turnos de fala dentro do movimento de interação.

Dessa forma, nosso quadro de análise se constitui dos elementos discutidos anteriormente e expostos no exemplo de Quadro de Análise abaixo (Quadro 6).

Quadro 6 – Constituição dos Quadros de Análise

<p>Aula X –Fase didática FX</p> <p>Episódio X</p> <p>Interações Professora-Grupo Sala OU Interações GRUPO X</p>

Turno de fala	Locutor	Transcrição	Categorização	
Nº do turno	Identificação do locutor	Conteúdo conversacional transcrito	Categorização referente apenas à alguns turnos de fala	Categorização referente a todo o movimento de interação

Fonte: Produção da própria autora.

3.5 AS CATEGORIAS DE ANÁLISE

Nossas categorias de análise foram concebidas por meio de um ciclo dinâmico de interlocução entre nossos referenciais teóricos e nossos dados. *A priori* partimos das categorias de práticas epistêmicas para o ensino por investigação apresentadas pelos autores Gregory Kelly e Peter Licona (2018) (Quadro 7).

Quadro 7 – Exemplos de práticas epistêmicas no ensino por investigação.

Práticas epistêmicas	Ensino por Investigação
Proposição	Elaborar questões científicas Planejar investigações científicas para responder questões Fazer observações Visualizar evidências relevantes na investigação Construir e refinar modelos
Comunicação	Desenvolver linha de raciocínio científico Escrever um relatório científico Comunicar verbalmente uma explicação científica Construir uma explicação científica baseada em evidências e raciocínios
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
	Construir consenso sobre a explicação que mais se aproxima das teorias preexistentes cientificamente aceitas
	Reconhecer o conhecimento relevante para a comunidade epistêmica

Fonte: Adaptado e traduzido de Kelly e Licona (2018, p. 156)

Ao iniciarmos o processo de análise dos dados, percebemos que tais categorias não eram suficientes para lidar com a natureza de nosso corpus de dados. Retomando parte de nossa discussão na seção 1.2, na constituição de nossas categorias consideramos fortemente os apontamentos de Kelly e Licona (2018) que ressaltam que as práticas epistêmicas são desenvolvidas de forma interacional em um determinado contexto cultural e, assim, podem ser mutáveis e dependentes das concepções epistêmicas de uma determinada comunidade epistêmica de práticas, o que nos leva a compreensão de que não há um conjunto limitado e estático de práticas epistêmicas. Outro fator a ser considerado e que foi discutido na seção 1.2.2, diz respeito à dependência e às particularidades de cada campo e disciplina das Ciências nas formas de se construir conhecimento. Dessa forma, parte de nossas categorias emergiram diretamente do contexto, das interações e das particularidades do conhecimento em estudo na atividade investigativa analisada (categorias destacadas em *itálico* no Quadro 10). Além disso, algumas categorias *a priori* foram suprimidas e outras adaptadas; tais supressões e adaptações e suas respectivas justificativas serão listadas no Quadro 8 e no Quadro 9.

Quadro 8 – Categorias do nosso referencial *a priori* que foram suprimidas.

Categorias suprimidas

Categoria	Justificativa
Construir e refinar modelos	Essa categoria foi retirada pois ela não ocorreu em nossas análises.
Construir consenso sobre a explicação que mais se aproxima das teorias preexistentes cientificamente aceitas	Essa categoria foi retirada por considerarmos que ela se sobrepõe a categoria “Construir consenso de grupo sobre explicações científicas”.
Considerar explicações alternativas	Essa categoria foi retirada pois ela não ocorreu em nossas análises.

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 9 – Categorias do nosso referencial *a priori* que foram adaptadas

Categorias adaptadas	
Categoria	Justificativa
Comunicar verbalmente uma explicação científica	Tais categorias foram fusionadas e deram origem a categoria “Construir uma explicação científica baseada em raciocínios, conhecimentos já estabelecidos ou em evidências”. Fizemos tal fusão pois nossos dados consistem em interações discursivas, portanto somente temos evidência se uma explicação foi construída se essa for comunicada.
Construir uma explicação científica baseada em evidências e raciocínios	
Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência ou um modelo científico	Tais categorias foram fusionadas e deram origem a categoria “Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência, explicação ou um modelo científico”. Tais categorias foram fusionadas pois em nossas análises explicitamos sobre o que está incidindo a prática de avaliação (afirmação, evidência, modelo científico ou explicação). Dessa forma consideramos desnecessário ter uma categoria somente para avaliação de explicações.
Avaliar uma explicação científica	

Fonte: Produção da própria autora.

Após os processos citados anteriormente, constituímos nossas categorias de análise e seus respectivos descritores, que consistem em rubricas que nos permitem identificar tais categorias. As categorias destacadas em *itálicos* correspondem às categorias que foram criadas por nós e adicionadas à ferramenta de análise. Cada categoria é denotada em nossas análises por meio de um código (Quadro 10).

Quadro 10 – Nossas categorias de análise e seus respectivos descritores (rubricas).

Práticas epistêmicas	Rubrica	Código
----------------------	---------	--------

Proposição	Elaborar questões científicas	Definir, discutir ou retomar a questão de investigação	P1
	Planejar investigações científicas para responder questões	Definir instrumentos, procedimentos e tarefas a serem desenvolvidas na investigação	P2
	Fazer observações	Observar características e evidências no plano empírico	P3
	Visualizar evidências relevantes na investigação	Definir ou discutir o que conta como dado e evidência para a investigação	P4
	<i>Construir dados</i>	Contar, amostrar e ordenar cronologicamente os dados	P5
	<i>Lidar com problemas e situações anômalas</i>	Enfrentar erros, problemas, dificuldades e lidar com dados anômalos durante a investigação	P6
Comunicação	Desenvolver um raciocínio científico	Relacionar ideias logicamente (Se... Então... Portanto)	C1
	Construir uma explicação científica	Utilizar evidências, raciocínios, e conhecimentos prévios ou já estabelecidos na construção de relações causais.	C2
	<i>Construir inscrições literárias</i>	Produzir fotografias, desenhos, esquemas, tabelas, gráficos e/ou equações para representar fenômenos.	C3
	<i>Utilizar inscrições literárias</i>	Ler, interpretar e/ou discutir informações presentes em fotografias, desenhos, esquemas, tabelas, gráficos e/ou equações que representam fenômenos.	C4
	Escrever um relatório científico	Escrever, elaborar, ditar e/ou discutir o texto científico.	C5
Avali	Avaliar uma linha de raciocínio científico	Fazer juízo sobre a relevância, coerência e/ou qualidade de um raciocínio científico	A1

	Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência, explicação ou inscrição literária	Fazer juízo sobre a relevância, coerência e/ou qualidade de uma afirmação, evidência, explicação, inscrição literária, ou ainda seus processos de construção.	A2
Legitimação	<i>Construir consenso de grupo sobre procedimentos</i>	Decidir coletivamente os procedimentos que serão adotados na investigação, na construção de dados ou ainda na construção do relatório científico e das inscrições literárias	L1
	Construir consenso de grupo para explicações científicas	Decidir coletivamente a explicação que será adotada pelo grupo	L2
	Reconhecer conhecimentos relevantes na comunidade epistêmica	Identificar e aceitar os procedimentos, conhecimentos e ideias que são importantes e válidos na comunidade epistêmica de práticas	L3

Fonte: Produção da própria autora.

3.6 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Uma das formas de conferir credibilidade e confiabilidade para as investigações qualitativas consiste no processo de “verificação por membros”, que ocorre por meio da “validação comunicativa dos dados e das interpretações com membros do campo em estudo” (ULLRICH et al., 2012, p. 23). Essa “verificação por membros” pode ser feita por meio do processo de triangulação, que diz respeito à utilização de diferentes estratégias de coleta e de análise de dados (utilização de múltiplas e diferentes fontes de dados, análise por parte de diferentes pesquisadores, utilização de diferentes métodos de coleta de dados e de teorias) (ULLRICH et al., 2012). Nesse caso adotamos a triangulação investigativa na qual diferentes pesquisadores analisam os resultados da pesquisa por meio da triangulação das técnicas e das inferências ou conclusões de vários investigadores (DENZIN, 2009; LESSÁRD-HEBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005).

O processo de triangulação de nossas análises foi realizado no contexto do grupo de pesquisa da qual a autora deste trabalho faz parte. Participaram seis investigadores, os quais foram divididos e organizados em três duplas que trabalharam independentemente no processo

de categorização. Uma amostra de 14 episódios, que corresponde a cerca de 10,6% do número total de episódios (131 episódios), foi selecionada para esse processo.

A seleção dos episódios da amostra para triangulação foi feita seguindo um critério de proporcionalidade em relação ao número total de episódios por aula (Quadro 11).

Quadro 11 – Número de episódios por aula e forma de interação

	Aula 5	Aula 10	Aula 11	Aula 12	Aula 13	Aula 14
Prof^a.-Grupo Sala	2	0	2	0	0	0
Grupo A	0	7	5	12	11	13
Grupo B	0	6	6	8	11	9
Grupo C	0	6	4	14	6	9
Total por aula	2	19	17	34	28	31

Fonte: Produção da própria autora.

Assim, os 14 episódios de nossa amostra foram selecionados seguindo a distribuição apresentada no Quadro 12.

Quadro 12 – Distribuição dos episódios da amostra de validação.

Número de episódios de cada aula selecionados para validação					
Aula 05	Aula 10	Aula 11	Aula 12	Aula 13	Aula 14
1 episódio	2 episódios	2 episódios	3 episódios	3 episódios	3 episódios

Fonte: Produção da própria autora.

Posteriormente fizemos o processo de comparação da categorização feita pelos seis investigadores com as categorizações feitas por esta pesquisadora. Dos 14 episódios comparados, apenas 2 episódios (aproximadamente 14% da amostra) tinham divergência significativa de categorização, ou seja, as categorizações em tais episódios eram dissonantes. Em outros 3 episódios (aproximadamente 21% da amostra) encontramos divergências parciais, ou seja, as categorizações tinham pontos com comum e pontos dissonantes. No restante da amostra (9 episódios, que correspondem a aproximadamente 64% da amostra) as categorizações foram convergentes.

Após essa primeira etapa de validações, houve um segundo processo de revisão de nossas categorizações que ocorreu entre esta pesquisadora e a orientadora desta pesquisa.

Ambas debruçaram-se sobre as análises, discutindo a pertinência e adequação de cada categorização, procurando fazer uma nova validação das análises.

É importante comentar que após o trabalho individualizado de cada dupla no processo de categorização, foi disponibilizado um momento para que os seis investigadores fizessem ponderações e comentários. Uma das ponderações que foi consenso entre os investigadores diz respeito à dificuldade de categorizar os episódios sem ter maior repertório contextual da situação de ensino e aprendizagem; os comentários foram em direção a uma necessidade de acesso às vídeo-gravações e a outros episódios para que fosse possível entender trechos e falas dos episódios apresentados na amostra. Nesse sentido, podemos argumentar que possivelmente parte das divergências nas categorizações esteja diretamente relacionada a essa falta de repertório contextual e de aprofundamento no *corpus* de dados, o que permite ao investigador conhecer melhor o contexto e o processo de ensino e de aprendizagem, bem como o desenrolar das atividades desenvolvidas pelo grupo sala e em cada grupo de estudantes analisado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROPOSIÇÃO, COMUNICAÇÃO, AVALIAÇÃO E LEGITIMAÇÃO DO CONHECIMENTO: AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS EM NOSSO CONTEXTO DE PESQUISA E COMO EVIDÊNCIA DA CONSOLIDAÇÃO DE UMA COMUNIDADE EPISTÊMICA DE PRÁTICAS

O compartilhamento e a institucionalização de procedimentos, valores, formas de pensar e agir ou quaisquer outras práticas socioculturais em uma comunidade que compartilha objetivos e propósitos é, conforme discutido na seção 1.2.1, um dos fatores que contribuem para a formação de uma comunidade de práticas. Assumindo as práticas epistêmicas como práticas socioculturais, o compartilhamento e a institucionalização de tais práticas por uma comunidade que objetiva responder uma pergunta de investigação evidencia que esse grupo se constitui como comunidade epistêmica de práticas. Assim, nesta seção procuraremos analisar a ocorrência das diferentes práticas epistêmicas ao longo dos movimentos de interação para analisar se há ou não o compartilhamento de tais práticas epistêmicas pelo grupo sala.

Além disso, aqui visamos justificar nossas categorias de análise e suas respectivas rubricas exemplificando, com movimentos de interação, cada prática epistêmica com as quais os estudantes e a professora se engajaram. Nosso argumento é que o sistema de categorias proposto e utilizado neste estudo consiste também em um dos resultados desse trabalho, pois tais categorias foram construídas em um longo processo de interação da literatura com os dados empíricos. A apresentação de exemplos acompanhada de uma discussão de nossas rubricas possibilitará um maior entendimento de nossas análises bem como contribuirá para a pesquisa e desenvolvimento de outros estudos na medida em que possibilitará a constituição de repertório interpretativo para que outros autores utilizem o sistema de categorias proposto neste trabalho.

Dividimos nossa análise de acordo com os quatro grandes grupos de práticas epistêmicas (proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento), exemplificaremos as categorias que constituem cada grande grupo e fazemos uma breve discussão de nossas análises e rubricas:

a) Práticas epistêmicas de proposição do conhecimento

– *Elaborar questões científicas (P1)*

No excerto de nossos dados a seguir (Quadro 13) vemos que a professora define a pergunta de investigação que os estudantes deverão responder ao final da atividade investigativa. É importante aqui mencionar que a professora não se restringe a apenas apresentar a pergunta de investigação, mas sim esclarece diversos pontos importantes da mesma retomando conceitos abordados com os estudantes nas aulas 01, 02 e 03 (Atividade I) da sequência didática, nas quais a professora e os estudantes trabalharam na leitura e interpretação de uma versão adaptada do artigo *Demography of Northern Elephant Seals, 1911 – 1982* (COOPER; STEWART, 1983) (ANEXO B). Ao trabalhar esse artigo previamente à atividade investigativa, a professora possibilitou que os estudantes construíssem repertório sobre os conceitos de dinâmica populacional, de natalidade, mortalidade, imigração, emigração e capacidade suporte; a constituição de tal repertório foi fundamental para que os estudantes interpretassem as evidências e padrões que iriam encontrar na dinâmica de suas populações de *Lemna sp.* e as utilizassem na construção de explicações.

Quadro 13 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 05 - Fase Didática 1 - Episódio 1

Aula 05 –F1				
Episódio 1 - Conhecendo o material de estudo				
Interações Professora-Grupo Sala				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Prof ^a .	06:28	Esse é o principal: a pergunta de investigação de vocês, ou seja, que vocês vão ter que responder depois no relatório, é essa que tá aí (). ((A professora lê a pergunta no slide)) “O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?”	P1
9	Prof ^a .	08:25	Então a pergunta assim, vocês vão me descrever a população, então vocês vão falar sobre o número de indivíduos, se a taxa de crescimento é grande, se a taxa de crescimento é pequena, se tem mortalidade, se tem muita reprodução, se tá aumentando número de indivíduos, se tá constante o número de indivíduos. ((A professora lê uma parte da pergunta de investigação)) “Após a colonização de alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para o desenvolvimento da espécie”, ou seja, é uma situação como a do elefante marinho lá. Imagina uma ilha, daquelas, que estava vazia e aí ela foi povoada com alguns indivíduos. O	

			que aconteceu naquele caso com a população?	
10	Alunos	09:10	((os alunos ficam em silêncio, conversam e depois riem)) ()	
11	Prof ^a .	09:19	No caso dos elefantes marinhos tinham ilhas em que tinha sido extinta a população por causa da caça, lembram disso? Mas depois de um tempo elas foram repovoadas, elas foram recolonizadas. Então, a colonização é a chegada de alguns indivíduos para aquele local... Então tinham dias que não tinha nada, e aí chegaram alguns indivíduos de elefante marinho. O que aconteceu naquele caso com a população?	
12	Aluna	09:49	Ela fica mudando ()	

Fonte: Produção da própria autora.

Em nosso conjunto de análises, o engajamento com essa prática epistêmica não ocorreu novamente e se restringiu ao movimento de interação mostrado no Quadro 13, em que a professora introduz e faz o delineamento da questão de investigação.

– *Planejar investigações científicas para responder questões (P2)*

No Quadro 14 podemos observar que as estudantes definem a contagem dos indivíduos nos registros fotográficos como *tarefa* a ser feita pelo grupo, pois os dados que resultarão desse processo são fundamentais para a investigação. Podemos ver também nesse excerto que as alunas *planejam* o procedimento de contagem na medida em que estabelecem que cada estudante deve contar os indivíduos de cada dia de registro fotográfico (Turno 26 e Turno 27).

Quadro 14 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 1A

Aula 10 – F3 Episódio 1A – Definindo metodologias Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
25	Aluna A.	04:25	Tanto faz... Não importa... Então vamos contar...	P2 L1
26	Aluna C.	04:32	Cada uma conta um dia	
27	Aluna A.	04:35	Tá bom... Vou contar...	

Fonte: Produção da própria autora.

Já no Quadro 15 a categoria em questão apresenta apenas na fala da Aluna F. (Turno 4) na qual a estudante ressaltava que o grupo deve explicar a dinâmica da população. Nesse turno evidencia-se o estabelecimento de um procedimento/processo a ser feito pelo grupo, o que caracteriza o planejamento de ações futuras para a execução de uma tarefa importante para responder à questão de investigação.

Quadro 15 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 1B

Aula 10 – F3 Episódio 1B – Cresceu ou espalhou? Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna R.	05:33	Olha cresceu mesmo gente! Ou só se espalhou? Aqui...	C4
2	Aluna M.	05:36	Parece que só se espalhou...	
3	Aluna R.	05:38	Aqui... Aqui já cresceu... Aqui espalhou...	
4	Aluna F.	05:43	Tem que falar o que tá acontecendo, explicar ()	
				P2

Fonte: Produção da própria autora.

Essa prática epistêmica ocorreu ao longo de todas as nossas análises, e se caracteriza principalmente nos momentos em que os estudantes estabelecem e dividem as tarefas que precisam ser realizadas. Tais tarefas às vezes têm uma natureza mais pedagógica, indo além da necessidade de delinear procedimentos necessários à investigação, e envolvendo o cumprimento de atribuições presentes na comanda enunciada pela professora ou para o cumprimento de requisitos avaliativos, como por exemplo a entrega de um relatório parcial que registre e represente o trabalho do grupo até um determinado momento da atividade didática.

– *Fazer observações (P3)*

Nos excertos apresentados nos Quadros 16 e 17 podemos ver que os estudantes discutem aspectos do plano empírico que são relevantes para a investigação na medida em que esses influenciam o fenômeno estudado. No Quadro 16 vemos que o Grupo B se preocupa em retratar no relatório a luz proveniente da luminária que ficava acesa sob os recipientes com a população de Lemnas.

Quadro 16 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 13 - Fase Didática 2 - Episódio 7B

Aula 13 – F2 Episódio 7B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna R.	01:52	Tenho que ver como eu posso colocar a luz ((no relatório))... Porque a luz não tá direta no nosso potinho... No nosso potinho não tá... Preciso ver como que explica porque...	P3 C5
2	Aluna M.	02:14	Pergunta, metodologia...	
3	Aluna R.	02:16	Professora, como a gente pode falar da luz? Porque a luz não ficou direta no nosso potinho... Direta no nosso potinho...	
4	Prof ^a .	02:22	Então você fala que estava próximo...	
5	Aluna R.	02:25	Deixamos a população...	
6	Prof ^a .	02:29	Próxima...	
7	Aluna R.	02:32	É próxima mesmo?	
8	Prof ^a .	02:33	É, próxima...	

Fonte: Produção da própria autora.

Já no Quadro 17 vemos que o Grupo C tem a intenção de utilizar observações de fatores do plano empírico (a presença de luz incidindo diretamente ou indiretamente sobre os recipientes com as populações de Lemna) na construção de uma relação causal que explique a dinâmica de sua população.

Quadro 17 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 3C

Aula 14 – F2 Episódio 3C – Conversa com o monitor Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
4	Aluna L.	12:57	Eu pensei assim ó... Eu coloquei: "Acompanhamos o crescimento das lemnas e vimos que a população cresceu pelos tais fatores"...	C5
5	Aluno V.	13:09	Tá, mas eles querem colocar como fator a luz ()... Mas isso não poderia levar em conta porque a gente tem que (ver os outros grupos)...	C1
6	Aluna L.	13:20	Mas era só pra dizer que a luz influenciou, não é? Não precisa (dizer) o dos outros...	A1
7	Aluno V.	13:24	()	
8	Aluna L.	13:27	Isso eu ainda (penso)...	

9	Aluna G.	13:29	Só que os outros ((grupos)) ficaram com luz indireta e a gente ficou direto, entendeu?	P3
10	Aluno B.	13:33	Mas o fato não é que a gente tava com luz ou não... É que tinha menos luz no ambiente todo...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria também ocorreu ao longo de todas as nossas análises, porém ganhou destaque nos momentos em que os estudantes tinham de explicar, com base em seus dados e evidências, o comportamento demográfico de sua população. Fatores do plano empírico como clima e luminosidade do ambiente foram considerado pelos estudantes durante o processo de elaboração de explicações e argumentos coerentes com a dinâmica populacional observada no gráfico construído pelos estudantes.

– *Visualizar evidências relevantes na investigação (P4)*

Nos turnos 85, 87 e 89 do Quadro 18 vemos que a Aluna R. estabelece com as colegas do grupo quais características e aspectos da população de Lemnas serão considerados como dado e evidência na investigação. No caso desse grupo, vemos que para além de contabilizar o número de indivíduos vivos, fica estabelecido que a aparência das plantas, bem como o número de indivíduos mortos são fatores que devem ser considerados na investigação. Vemos que a Aluna R. se preocupa em compartilhar e estabelecer isso com as demais colegas para que fique claro para o grupo quais são as tarefas e procedimentos a serem realizados para a obtenção desses dados e evidências.

Quadro 18 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 4B

Aula 10 – F3 Episódio 4B – Professora, ficou mais esverdeado? Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
85	Aluna R.	20:13	Já sei gente... A gente coloca a cor... A cor que tá a planta e o número ((de indivíduos))...	P4
86	Aluna M.	20:19	Dá pra contar ()...	L1
87	Aluna R.	20:20	A gente tenta contar os indivíduos vivos e os mortos... Não conta os mortos... Conta só depois... Eu conto os mortos... Entendeu?	

88	Aluna F.	20:28	Você conta o mais fácil...	P4
89	Aluna R.	20:30	Não, mas ela falou que ia contar... Ela conta e eu conto os mortos... Aí a gente coloca o número de vivos... Desculpa... O número de vivos, de mortos e depois a cor... Depois é só fazer uma conclusão... Divide M., em três...	

Fonte: Produção da própria autora.

No movimento de interação do Quadro 19 vemos que a Aluna C. constrói parte dos resultados da investigação ao organizar os registros fotográficos que serão colocados no relatório. A lógica da estudante nesse processo é interessante, pois ela seleciona apenas algumas fotografias da coleta de dados para colocar no relatório; essa ação ganha significado nos turnos 14 e 16 nos quais a estudante argumenta com as colegas que ao colocar apenas algumas fotografias nos resultados é possível evidenciar para o leitor que houve crescimento da população. Com essa atitude a Aluna C. demonstra conhecimento sobre quais são as evidências relevantes para a investigação; além disso vemos que nessa ideia implicitamente há uma intenção de persuasão que consiste em convencer o leitor, fazendo uso da inscrição literária (fotografia) de que a população de Lemnas cresceu no período de observação (Figura 7).

Quadro 19 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 4A

Aula 14 – F2 Episódio 4A – Escrevendo o relatório (resultados) (parte 1) Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
8	Aluna C.	16:05	Ai eu pego o décimo... Não sei se coloca ((a foto do dia)) 16 ou se...	P4 C4
9	Aluna A.	16:09	14, 15...	
10	Aluna C.	16:21	((Ai coloca)) o dia 15...	
11	Aluna A.	16:23	16...	
12	Aluna C.	16:25	Não, deixa... Ai põe (uma ((foto)) só de 20)... Ficariam cinco fotos... O que você acha?	
13	Aluna A.	16:33	Por que?	
14	Aluna C.	16:35	Porque dá pra perceber mais ((o crescimento da população)) se colocar menos fotos ainda... Tipo, tirar esse... ()	
15	Aluna A.	16:45	Pega o gráfico lá... Pega o gráfico, C.	
16	Aluna C.	16:51	Peraí! Calma, A.! Vê o que eu tô te falando... Ó, porque daí dá pra perceber que teve crescimento... Se colocar todas as fotos é mais difícil de perceber... E não	

			tem ()... Eu perguntei pra professora e ela falou que podia fazer assim...	
17	Aluna A.	17:07	Tá bom...	

Fonte: Produção da própria autora.

Figura 7 – Trecho do relatório do Grupo A que mostra o sequenciamento dos registros fotográficos feitos pela Aluna C.

Fonte: Relatório produzido pelos estudantes ao final da Atividade III

As evidências visualizadas pelos grupos provêm de diferentes contextos. Algumas delas se relacionam com as inscrições literárias produzidas pelo grupo (os registros fotográficos diários da população, conforme exemplificado no Quadro 19) e outras com aspectos do plano empírico (clima, luminosidade, disponibilidade de espaço no recipiente em que a população estava sendo cultivada etc.).

É importante mencionar que essa prática epistêmica ocorreu ao longo de todas as nossas análises, porém teve maior representatividade nas primeiras e nas últimas aulas analisadas. Acreditamos que isso ocorreu pois no início da atividade os alunos tinham de definir e delimitar quais evidências presentes nos registros fotográficos eram relevantes para responder à questão de investigação. Posteriormente eles tiveram de visualizar evidências em outra inscrição literária: o gráfico. Como o gráfico começou a ser construído por alguns grupos na Aula 10, entre o momento de definição das evidências relevantes (que ocorreu nas primeiras aulas) e de interpretação do gráfico na íntegra, transcorrem algumas aulas, o que explica o destaque dessa categoria no início e mais ao final das nossas análises.

– Construir dados (P5)

No Quadro 20, a prática epistêmica “Construir dados” ocorre em dois momentos. No primeiro movimento de interação (entre os Turnos 24 e 28) os estudantes discutem sobre a ordem dos registros fotográficos que eram feitos diariamente da população de Lemnas. Tal discussão evidencia uma tentativa de *organizar e estabelecer a cronologia dos dados* (registros fotográficos), visto que esses eram utilizados no processo de contagem/amostragem do número de indivíduos de *Lemna sp.* em cada dia de observação da investigação; a ordem dos mesmos é um fator relevante visto que é necessário acompanhar o número de indivíduos na sequência temporal correta para determinar a dinâmica da população ao longo do tempo. O segundo momento em que a prática ocorre está no turno 33 quando o Aluno V. inicia o *processo de contagem* dos indivíduos de Lemna utilizando um dos registros fotográficos feitos pelo grupo, o que gerará os dados necessários para que o grupo possa acompanhar a dinâmica de sua população.

Quadro 20 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 2C

Aula 10 – F3 Episódio 2C – O que conta como dado Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
24	Aluna G.	09:24	Tirou da ordem... E agora?	P5
25	Aluno B.	09:27	Tirou não...	
26	Aluna G.	09:29	As minhas sim...	
27	Aluno V.	09:30	Nossa... A minha é a primeira... Como assim dois, três? Aí é três...	
28	Aluno B.	09:50	Aqui é três. Quatro...	
29	Aluno V.	09:54	Perdi a conta, já era...	P6
30	Aluna G.	09:56	Começa de novo... Obrigada...	
31	Aluno V.	10:00	Não tem como riscar esse papel...	
32	Aluno B.	10:06	Vai contar por folhinha ou por conjunto?	P5
33	Aluno V.	10:11	Ah não... Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito, nove, 10, 11, 12... ((V. começa a contar os indivíduos no registro fotográfico))	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria foi uma das mais recorrentes em nossas análises, e demonstra como a natureza matemática do processo de contabilização e amostragem de populações tomou boa parte do tempo dos estudantes. Os processos de contabilização e amostragem de indivíduos que constituem a parte da atividade de construção de dados na atividade didática analisada foram desafiadores para os estudantes, e culminaram em aspectos interessantes como o desenvolvimento de ferramentas e procedimentos que facilitassem esse processo. Esse aspecto será melhor discutido na seção 4.2.

– *Lidar com problemas e situações anômalas (P6)*

A categoria “Lidar com problemas e situações anômalas” engloba ações discursivas que refletem momentos em que os estudantes e a professora passaram por *problemas*, *dificuldades* ou tiveram que *lidar com erros* durante a investigação. Entre essas dificuldades temos *problemas com a coleta de dados* (execução dos registros fotográficos diários). No Quadro 21, podemos observar que o grupo enfrenta *dificuldades com a execução dos registros fotográficos*, visto que os membros não conseguiram organizar e dividir a tarefa de fotografar a população diariamente. Nos turnos 32, 33 e 34 vemos que o Aluno B. era responsável por fazer parte dos registros, mas não os fez; entre os turnos 36 e 42 os alunos tentam diagnosticar quais registros

já foram feitos e percebem que há uma divergência entre o número de fotografias que a Aluna L. diz ter feito e o número de fotografias que a Aluna G. possui em seus registros.

Quadro 21 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 11 - Fase Didática 5 - Episódio 4C

Aula 11 – F5 Episódio 4C – Organização dos dados Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
22	Aluno V.	20:46	L., tiraram foto hoje?	P6
23	Aluna L.	20:48	Quem tirou foto hoje?	
24	Aluna G.	20:51	Não dá pra ele vir... () Ele tem que tirar, mano...	
25	Aluno V.	20:53	Eu?	
26	Aluna L.	20:54	O B.!	
27	Aluna G.	20:57	Ele disse na quarta que ia vir tirar foto e não tirou...	
28	Aluna L.	21:00	Na primeira semana eu vim tirar...	
29	Aluna G.	21:02	Na quarta...	
30	Aluna L.	21:08	Tem essas e tem essas que tão aqui...	
31	Aluna G.	21:09	B., presta a atenção aqui! Esquece eles um pouco ((B. estava conversando com outro grupo de estudantes))	
32	Aluno B.	21:11	Tá, pode falar, pode falar... Se eu tirei foto na quarta? Não!	
33	Aluna G.	21:16	Você disse que ia tirar foto...	
34	Aluno B.	21:20	Na quarta não... Eu não lembro não... Eu acho que eu não tirei não...	
35	Aluna L.	21:34	B., então você vai imprimir as fotos, não vai?	
36	Aluno B.	21:37	É, se tiver todas, né? Tem que ter todas as fotos...	
37	Aluna L.	21:39	Tem todas da primeira semana, não é?	
38	Aluna G.	21:42	Não... Da primeira só tem duas fotos...	
39	Aluno V.	21:43	Alguém tem todas as fotos?	
40	Aluna L.	21:44	Duas? Tem mais de duas! Eu te enviei mais de duas!	
41	Aluna G.	21:48	Você me enviou duas...	
42	Aluna L.	21:49	Não, cara...	

Fonte: Produção da própria autora.

Outro problema recorrente em todos os grupos analisados diz respeito a *dificuldades em contar e/ou amostrar o número de indivíduos*. No Quadro 22 temos um exemplo de tal dificuldade; nesse excerto vemos que as alunas A e C têm grande dificuldade de contar o número de indivíduos no registro fotográfico devido à falta de qualidade da imagem.

Quadro 22 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 1A

Aula 10 – F3 Episódio 1A – Definindo metodologias Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
32	Aluna C.	05:02	Eu coloquei as Lemnas... Nossa, na minha foto não dá pra contar, gente. Tá ruim a imagem...	P6
33	Aluna A.	05:35	Ai, tenta contar aí... Tenta contar... Mano, muito difícil isso... Deixa eu ver se a imagem do meu celular tá melhor	
34	Aluna C.	05:52	Deixa eu ver meu celular também...	

Fonte: Produção da própria autora.

A construção de inscrições literárias como gráficos e tabelas também foi um processo no qual alguns estudantes enfrentaram dificuldades. Como a população foi acompanhada durante 15 dias, houve dois finais semanas nos quais os estudantes não tinham dados (não havia coleta de dados nos finais de semana visto que nesses dias não há aula) e, assim, ao construir gráficos e tabelas os estudantes tinham de levar isso em consideração. No movimento de interação do Quadro 23 vemos que a notação estabelecida pelo grupo e utilizada na curva do gráfico para representar os dias em que não houve coleta de dados consiste em uma linha pontilhada.

Quadro 23 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 13 - Fase Didática 2 - Episódio 8A

Aula 13 – F2 Episódio 8A – Discussão sobre o gráfico Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
13	Aluna A.	34:42	Esse pontilhado é do final de semana, né? O pontilhado? O pontilhado é o final de semana, não é?	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">A2 Inscrição</div> P6 </div>
14	Aluna J.	34:49	É...	
15	Aluna A.	34:50	Porque não tem outro ali? Pontilhado também?	
16	Aluna C.	34:52	Ah! ((C. se assusta com a observação da colega sobre o gráfico estar errado))	

Fonte: Produção da própria autora.

Finalizando nossos comentários sobre essa categoria, em nossos dados também houve momentos em que os estudantes enfrentaram *dificuldades para entender e interpretar*

inscrições literárias produzidas por outros membros do grupo. No Quadro 24 vemos que a Aluna R. tem dificuldade de compreender as notações utilizadas na inscrição literária (uma tabela) produzida pela Aluna F.; tais dificuldades se evidenciam sobretudo nos turnos 62, 64, 99 e 101. Wu e Krajcik (2006, p. 855, tradução nossa) ressaltam que “o construtor e o leitor de uma inscrição nem sempre são a mesma pessoa. Isso aumenta a dificuldade de interpretar uma inscrição”.

Quadro 24 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 13 - Fase Didática 2 - Episódio 2B

Aula 13 – F2				
Episódio 2B – Lidando com problemas				
Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
60	Aluna R.	06:09	Ô F., tá errado aqui...	P6 C4
61	Aluna F.	06:12	Por quê?	
62	Aluna R.	06:13	Por que que esse tem um traço?	
63	Aluna F.	06:14	Porque não tem dado nenhum... Não morreu, não viveu, nem nada...	
64	Aluna R.	06:17	Mas de 19 foi pra 13... Ai que susto...	
65	Aluna F.	06:20	Mas não pode...	
66	Aluna M.	06:21	Mas pode afundar... Pode...	
...				
93	Aluna R.	08:01	Ah, mas a gente também... A gente fez estimativa... É isso que eu tô aqui tentando entender...	P6 C4
94	Aluna F.	08:05	Mas isso (é só) do final de semana...	
95	Prof ^a .	08:08	Ah, você fez estimativa...	
96	Aluna R.	08:08	Do fim de semana...	
97	Prof ^a .	08:10	Você tirou uma média?	
98	Aluna F.	08:11	Isso, mas esses que tão riscados é porque diminuiu...	
99	Aluna R.	08:15	Então, é isso que eu não entendi... O que tá riscado... Não tá riscado no dia 10! É isso que eu tô falando! Não tá riscado no dia 10... O dia 10 tem um dado de menos um...	
100	Aluna F.	08:23	É porque morreu menos um indivíduo!	
101	Aluna R.	08:26	Eu entendi isso, F.! Eu só não entendi o riscado, porque que tem riscado no dia que a gente viu, sendo que tem dados, entendeu? Você falou que o riscado é quando não tem dados...	
102	Aluna F.	08:38	Riscado é que não tem dado de morto...	

Fonte: Produção da própria autora.

b) Práticas epistêmicas de comunicação do conhecimento

– *Desenvolver um raciocínio científico (C1)*

A categoria “Desenvolver um raciocínio científico” diz respeito ao ato de organizar e articular ideias e conhecimentos de forma coerente e lógica. No Quadro 25 vemos um exemplo de tal categoria no turno 4 no qual a Aluna A. refuta a hipótese da Aluna J. por meio do estabelecimento um raciocínio lógico: *se* a população de Lemnas brancas e pretas vai diminuindo ao longo do tempo, *então* ela não corresponderá a um terço da população.

Quadro 25 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 8A

Aula 14 – F2 Episódio 8A – Discussão de hipóteses sobre a dinâmica da população Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna J.	30:53	Que mais? Só mais uma hipótese... A população de lemnas brancas... É... Só essas duas tá bom né?	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> C1 A2 Afirmação Turno 3 Ep. 10 - Aula 13 </div> C5
2	Aluna A.	31:05	Acho que tinha mais uma, mas eu não anotei... Tinha acabado a aula... Deixa eu ver... É mais... A população... Verde vai diminuir?	
3	Aluna J.	31:36	Não, a gente falou que vai ser a branca que vai diminuir...	
4	Aluna A.	31:40	Ó, você falou: "um terço da população de lemnas total são de coloração branca e preta"... Mas pensando bem a outra população de lemnas brancas e pretas vai diminuindo ao longo do tempo, se ela diminui ela não vai ser mais um terço...	
5	Aluna J.	31:57	Não, então... Que nem ela... A gente viu ela, a gente viu que era um terço da população, era um terço, só que ao longo do mês (a gente acha) que essa população vai diminuir... De um terço...	
6	Aluna A.	32:11	Não, então... Não devia ser hipótese... Devia ser assim: “Antes a população de lemnas de coloração branca e preta era um terço, mas ao longo do mês ela irá diminuir”...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria não teve grande representatividade em nossos dados.

– *Construir uma explicação científica (C2)*

A categoria “Construir uma explicação científica” está relacionada à atividade de estabelecer relações causais baseadas em evidências, raciocínios e conhecimentos prévios ou já estabelecidos. No movimento de interação do Quadro 26 podemos ver que as estudantes do Grupo A constroem coletivamente uma explicação sobre o conceito de habitat se baseando em conhecimentos prévios.

Quadro 26 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 1A

Aula 14 – F2 Episódio 1A – É habitat? Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
5	Aluna C.	04:17	Habitat, gente? Tiraram as lemnas do habitat? Ela não tava no habitat, ela veio de um pote grande... ((C. faz questionamentos sobre um trecho do relatório))	C2 C5
6	Aluna A.	04:25	Mas então, elas estavam vivendo lá...	
7	Aluna J.	04:27	Não, mas elas estavam no rio, né? Num rio não, num lago...	
8	Aluna C.	04:31	Mas ((o pote)) não é o habitat delas...	
9	Aluna A.	04:32	Ah, então não põe habitat...	
10	Aluna J.	04:34	Põe num recipiente onde havia... Uma quantidade maior de lemnas...	
11	Aluna C.	04:40	No seu recipiente...	
				A2 Afirmação Turno 6

Fonte: Produção da própria autora.

Já no Quadro 27 as estudantes do Grupo A estabelecem uma relação causal para o crescimento de suas populações baseando-se em evidências obtidas a partir de observações do plano empírico. A Aluna C. defende a ideia de que os recipientes com Lemnas que ficaram mais próximos das luminárias tiveram um crescimento populacional maior, ou seja, a presença de luz direta *causou* maior crescimento na população de Lemnas (Turno 30); após questionamento da Aluna J. sobre a validade da evidência, a Aluna C. reforça sua explicação utilizando como evidência o recipiente de outro grupo de estudantes, o qual estava mais afastado da luminária e, de acordo com a estudante, tinha poucos indivíduos de Lemna (Turno 32).

Quadro 27 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 10A

Aula 14 – F2 Episódio 10A – Elaboração de novas hipóteses	
--	--

Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
28	Aluna C.	43:19	A gente pode falar dos potinhos... Mas só que tem planta que não precisa de tanta luz assim... Porque ficou 24 horas ligado o negócio...	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> C2 A2 Afirmação Turno 29 </div> <div style="margin: 0 10px;">P3</div> </div>
29	Aluna J.	43:26	A luz pode ter prejudicado algumas também...	
30	Aluna C.	43:29	Não, porque o nosso tava mais próximo ((da luminária)), teve muita... Teve muita (planta)...	
31	Aluna J.	43:33	A gente não observou isso... Tipo assim, as que tão mais longe da luz, como e que elas tavam...	
32	Aluna C.	43:38	Eu vi a do R., e tava nossa... Tinha muito pouquinho...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria teve grande ocorrência na última aula (Aula 14), visto que a construção de explicações dependia do processo de constituição e interpretação das evidências e dados sistematizados pelos gráficos produzidos pelos estudantes.

– *Construir inscrições literárias (C3)*

A categoria “Construir inscrições literárias” se refere ao ato de construir artefatos (por exemplo, gráficos, fotografias, equações, desenhos, tabelas etc.; vide seção 1.3) que materializam os objetos de estudo da Ciência, que no caso desse trabalho é um fenômeno biológico: dinâmica de populações. A construção de inscrições literárias é um processo complexo que varia de acordo com o tipo de inscrição que se pretende construir. O gráfico é uma inscrição que possui muitos elementos e que necessita desses para fazer sentido; um desses elementos consiste nos títulos dos eixos das abcissas e das ordenadas que precisam ser definidos com coerência e obedecendo a unidade de medida utilizada. No Quadro 28 podemos observar o processo citado anteriormente: no excerto apresentado, os estudantes do Grupo C discutem e determinam o título dos eixos de seu gráfico, atividade que integra o processo de construir tal inscrição literária.

Quadro 28 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 3C

Aula 12 – F2 Episódio 3C – Construindo inscrições literárias (parte 1)

Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluno B.	11:10	Botou um nome, né?	C3 L1
2	Aluna G.	11:14	Um nome do que?	
3	Aluno B.	11:15	Tem que botar um nome aí... Do que que é...	
4	Aluna G.	11:17	Título?	
5	Aluno B.	11:18	Então, um título... Tem que botar aqui... Tem que botar tempo...	
6	Aluna G.	11:21	Tempo...	
7	Aluno B.	11:23	E aqui a quantidade de plantas... Né? Bota aí vai...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria se representou frequentemente no processo de construção dos gráficos, que ocorreu entre a Aula 11 e a Aula 12. As inscrições mais frequentes produzidas pelos estudantes além dos registros fotográficos diários da população e dos gráficos foram as tabelas. Acreditamos que isso tem relação com a natureza matemática que caracteriza a coleta de dados da atividade didática. Os três relatórios dos grupos analisados nesse estudo continham tabelas. O Grupo B, além das fotografias, das tabelas e dos gráficos, apresentou um desenho que representa o recipiente e os indivíduos de *Lemna sp.* cultivados pelo grupo. Esse desenho pode ser encontrado no ANEXO A.

– *Utilizar inscrições literárias (C4)*

Considerando *as inscrições literárias como ferramentas culturais da ciência* que “servem de matéria prima para a argumentação e produção do conhecimento científico” (SILVA, 2015, p. 18), após sua confecção os estudantes precisam utilizá-las para construir dados ou como evidências que suportem a construção de explicações. No movimento de interação exposto no Quadro 29, as estudantes do Grupo B utilizam a fotografia que produziram de sua população de *Lemnas* para fazer observações e procurar dados sobre o crescimento/decrescimento da mesma.

Quadro 29 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 1B

Aula 10 – F3 Episódio 1B – Cresceu ou espalhou? Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização

1	Aluna R.	05:33	Olha cresceu mesmo gente! Ou só se espalhou? Aqui...	C4	P2
2	Aluna M.	05:36	Parece que só se espalhou...		
3	Aluna R.	05:38	Aqui... Aqui já cresceu... Aqui espalhou...		
4	Aluna F.	05:43	Tem que falar o que tá acontecendo, explicar ()		

Fonte: Produção da própria autora.

Já no movimento de interação do Quadro 30, as estudantes do Grupo B utilizam o gráfico que materializa a dinâmica de sua população de Lemnas nos 15 dias de observação para procurar padrões e evidências que subsidiem a construção de explicações para o comportamento demográfico de sua população. Nos turnos 18, 19 e 20 as estudantes observam um momento de crescimento da população ao qual ambas tentam atribuir um qualificador: se é um aumento considerando grande ou não.

Quadro 30 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 1B

Aula 14 – F2 Episódio 1B – Escrevendo o relatório (interpretação) (parte 1) Interações GRUPO B					
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização	
18	Aluna R.	02:04	É... Aqui ó, no dois... Depois houve uma grande... É... Houve uma grande... Grande...	C4	C5
19	Aluna M.	02:15	Não é uma grande...		
20	Aluna R.	02:17	É sim ó! Olha isso aqui! Daqui pra cá...		
21	Aluna M.	02:20	Ah, mas esse aqui a gente já falou... A gente quer falar desse aqui ó...		
22	Aluna R.	02:23	É, ficou estável...		
23	Aluna M.	02:25	Aqui tipo não é tão grande igual esse aqui que gente tava falando, entendeu? Faz outro parágrafo, F. porque já é de outras coisas...		

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria teve grande representatividade em nossas análises no momento em que os estudantes percebem que o gráfico apresenta um panorama da dinâmica populacional ao longo dos 15 dias de observação, e que eles precisam interpretar as evidências dessa inscrição para utilizá-las na construção de explicações coerentes com o comportamento demográfico representado no gráfico.

– *Escrever um relatório científico (C5)*

“Escrever um relatório científico” refere-se ao *engajamento com a atividade de escrever, elaborar, ditar e/ou discutir o texto científico que dará corpo ao relatório da atividade investigativa* que deve ser entregue para a professora. No movimento de interação do Quadro 31, os alunos do Grupo C engajam-se na construção do texto científico de forma a ditar e discutir o mesmo coletivamente, determinando sua constituição.

Quadro 31 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 5C

Aula 14 – F2 Episódio 5C – Discussão sobre a interpretação Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna L.	27:18	Deixa eu falar, ó... Aí eu coloco: "Vimos um crescimento que pode ter sido decorrente das boas condições ()"	C5
2	Aluno V.	27:26	Não "boas condições"... "Então por exemplo, a luz que estava voltada diretamente para nosso (pote)" ((V. dita para L.))	
3	Aluna L.	27:34	Tá, depois eu coloco...	
4	Aluna G.	27:35	(Não esquece aquela parte de...)	
5	Aluno V.	27:36	Coloca isso agora! ()	
6	Aluna L.	27:47	A luz que estava... Que estava... Direcionada para o nosso grupo...	
7	Aluno V.	27:59	“Estava diretamente apontada para o nosso grupo ()”... ((V. dita para L.))	
8	Aluna L.	28:04	Diretamente apontada? Direcionada (é melhor)...	
9	Aluno V.	28:07	Pode ser...	
10	Aluno B.	28:12	Não para o nosso grupo... Para... Para o recipiente do nosso grupo	

Fonte: Produção da própria autora.

Alguns grupos iniciaram a escrita do relatório na Aula 10, porém essa categoria passou a ter grande ocorrência em nossas análises na Aula 13.

c) Práticas epistêmicas de avaliação do conhecimento

– *Avaliar uma linha de raciocínio científico (A1)*

A categoria “Avaliar uma linha de raciocínio científico” faz referência ao ato *de colocar em juízo a relevância, coerência e/ou a qualidade de um raciocínio científico desenvolvido*. No

movimento de interação do Quadro 32 vemos que a Prof^a coloca o raciocínio de pesar o recipiente com a população de Lemnas em avaliação para todo o grupo sala (Turno 92). Em seguida uma aluna pondera que se os dados necessários para a investigação consistem no número de indivíduos da população, o ato de pesar não fornecerá as evidências necessárias (Turno 94); a ponderação da aluna no turno 94 representa a atividade de *avaliar os méritos de um raciocínio científico levando em consideração se esse é coerente com os objetivos da investigação*.

Quadro 32 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 05 - Fase Didática 1 - Episódio 2

Aula 05 –F1 Episódio 2 - Definição de métodos de acompanhamento e contagem da população Interações Professora-Grupo Sala				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
91	Aluno	35:56	((o aluno pergunta algo para a professora)) ()	C1
92	Prof ^a .	35:58	Pesar... O que vocês acham de pesar?	
93	Alunos	36:03	((os alunos conversam e discutem sobre a pergunta da professora)) ()	
94	Aluna	36:09	Se você quer saber o número ((de indivíduos)) não adianta pesar...	
95	Alunos	36:11	((os alunos continuam a conversar e discutir a pergunta da professora)) ()	
96	Prof ^a .	36:14	Mas aí você não usaria número, você usaria massa. E aí lá na descrição você vai trabalhar só com massa	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria relaciona-se com a categoria “Desenvolver um raciocínio científico (C1)”, que teve pouca representatividade em nossos dados, conforme discutido anteriormente. Assim, devido a essa relação, essa categoria também teve baixa ocorrência.

– *Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência, explicação ou inscrição literária (A2)*

“Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência, explicação ou inscrição literária” consiste na atividade de *colocar em juízo a relevância, coerência e/ou qualidade de uma afirmação, evidência, explicação, inscrição literária, ou ainda seus processos de construção*. No Quadro 33 vemos que a Aluna L. (Turno 13) coloca em juízo a afirmação do Aluno B. sobre

a influência do clima na dinâmica da população (Turno 12). Nesse excerto fica evidente que a Aluna L. não aceita a afirmação do colega por acreditar que é necessário ter mais evidências sobre como estava o clima nos dias de observação, para que então seja possível afirmar a influência desse no crescimento/decrescimento da população de Lemnas (Turnos 13 e 20); dessa forma a Aluna L. avalia os méritos da afirmação do colega, fazendo *juízo com relação a confiabilidade de sua afirmação*.

Quadro 33 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 1C

Aula 14 – F2 Episódio 1C – Conversa com o monitor Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
12	Aluno B.	05:30	Coloca do clima... É obvio que (influenciou)...	
13	Aluna L.	05:32	Mas você lembra como é que era o clima?	A2 Afirmação Turno 13
14	Aluno B.	05:34	Não...	
15	Aluna L.	05:34	Então pronto...	
16	Aluno V.	05:35	()	
17	Aluna L.	05:37	Sim, isso é obvio...	
18	Monitor	05:40	Mas será que o clima...	
19	Aluna G.	05:41	Tem que colocar ó... Luz! Tudo isso...	P4
20	Aluna L.	05:45	Você sabe o dia? Você lembra? ((L. questiona se B. lembra como estava o clima no momento da coleta dos dados))	A2 Afirmação Turno 13

Fonte: Produção da própria autora.

No Quadro 34 vemos um movimento de interação que caracteriza a avaliação de uma evidência. Nesse excerto a Aluna A. e a Aluna C. demonstram uma preocupação com relação a *precisão e confiabilidade de uma evidência*, visto que essa apresenta um padrão que difere das demais evidências construídas pelo grupo. Esses momentos de *questionamento da confiabilidade e correção de evidências* são muito frequentes em nossos dados, visto que todos os grupos estão cientes de que o processo de contagem e amostragem dos indivíduos é complexo e está sujeito a erros.

Quadro 34 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 8A

Aula 12 – F2 Episódio 8A – Questionando os resultados (parte 2) Interações GRUPO A				
--	--	--	--	--

Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna A.	05:32	Tem que ver se esses resultados aqui tão certos... Porque só o meu deu acima de 300 ((indivíduos))...	A2 Evidência
2	Aluna C.	05:39	É verdade... Tem que ver... Ai meu Deus do céu... Lá vamos nós...	

Fonte: Produção da própria autora.

No movimento de interação abaixo (Quadro 35) professora e alunas do Grupo B trabalham na *construção de uma explicação baseada nas evidências fornecidas pelo gráfico construído pelo grupo*. A professora faz o movimento de questionar as alunas sobre possíveis explicações para as evidências presentes no gráfico, fomentando, assim, que essas se engajem com o processo de interpretação dos resultados da investigação. No turno 17 vemos que a professora questiona as estudantes sobre como explicar o não crescimento da população durante os primeiros dias da investigação, e em seguida a Aluna R. responde que a adaptação ao ambiente pode ter sido a causa do não crescimento da população; no turno 19 a professora formaliza a explicação da Aluna R. e *avalia* a mesma, fornecendo um *feedback* positivo sobre a *adequação e a coerência da explicação com relação a evidência apresentada no gráfico*.

Quadro 35 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 3B

Aula 14 – F2 Episódio 3B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
17	Prof ^a .	15:14	É... Então... Dividiria aqui ó: "No começo do experimento a população começou com 158 indivíduos vivos e 14 mortos. E durante dois dias ela não cresceu muito". Como que a gente explica que no começo ela não cresceu?	C5
18	Aluna R.	15:27	Adaptação...	
19	Prof ^a .	15:28	"Isso pode ter acontecido porque isso pode ser uma adaptação ao ambiente". Perfeito. Ponto.	A2 Explicação L3
20	Aluna M.	15:30	Outro parágrafo...	C5
21	Prof ^a .	15:35	Outro parágrafo. "Após o segundo dia, houve uma fase de crescimento da população".	
22	Aluna F.	15:42	Um crescimento muito grande... Pode ser?	

Fonte: Produção da própria autora.

Finalizando nossos apontamentos para essa categoria, no movimento de interação a seguir (Quadro 36) temos duas estudantes do Grupo A analisando e fazendo *juízo sobre a qualidade da inscrição produzida pelo grupo com relação à sua composição e integridade*. No turno 7 vemos que a Aluna J. checa se todos os elementos que tipicamente constituem um gráfico (legendas e título – tanto do gráfico como dos eixos das abcissas e das ordenadas) estão presentes na inscrição produzida pelo grupo; por fim a estudante ainda qualifica a inscrição e fornece um *feedback* positivo sobre a mesma.

Quadro 36 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 13 - Fase Didática 2 - Episódio 9A

Aula 13 – F2 Episódio 9A – Escrevendo o relatório (interpretação) Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
5	Aluna J.	36:16	Eu acho que a legenda tem que ser aqui, mas...	A2 Inscrição
6	Aluna A.	36:19	É, eu também acho... Também acho, mas tudo bem...	
7	Aluna J.	36:22	Tá a legenda, o título e o gráfico... Bacana hein, C. Legal, tá certo...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria se relaciona com a categoria “Construir uma explicação científica (C2)”, que, conforme discutido anteriormente, teve grande ocorrência nas últimas aulas de nossa análise, sobretudo na Aula 14. Consequentemente a ocorrência dessa categoria coincide com a ocorrência da categoria com a qual ela se relaciona. É interessante notar os processos que representam essa categoria, na medida em que eles se relacionam com práticas explicativas e argumentativas que buscam expor os motivos e justificativas que embasam a avaliação.

d) Práticas epistêmicas de legitimação do conhecimento

– Construir consenso de grupo sobre procedimentos (L1)

Os movimentos de interação presentes nos Quadros 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43 exemplificam momentos em que os estudantes têm que *decidir coletivamente os procedimentos que serão adotados na investigação, na construção de dados ou ainda na construção do relatório científico e das inscrições literárias*. Essa construção de uma concordância coletiva sobre os procedimentos adotados na atividade investigativa consiste em um processo de

legitimação na medida em que *os membros que participam da atividade formalizam e reconhecem as práticas, processos e métodos que são válidos e serão utilizados por todos os integrantes do grupo.*

No movimento de interação do Quadro 37 temos um exemplo de práticas de legitimação dos procedimentos que serão adotados na investigação. No excerto, o Aluno V. questiona se o grupo fará a contagem de todos os indivíduos presentes nos registros fotográficos diários da população de *Lemna sp.* e o Aluno B. concorda que sim, legitimando que esse é um procedimento a ser realizado pelo grupo na investigação.

Quadro 37 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 1C

Aula 10 – F3 Episódio 1C – Organização dos dados Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
27	Aluno V.	05:48	A gente vai ter que contar isso, não vai?	P2 L1
28	Aluna G.	05:50	Ahn?	
29	Aluno V.	05:51	A gente vai ter que contar isso, não vai? ()	
30	Aluna G.	06:08	Pronto... Enviou?	
31	Aluno B.	06:19	Sim...	

Fonte: Produção da própria autora.

Já no movimento de interação abaixo vemos que os integrantes do Grupo C (Quadro 38) definem como deve ser feita a construção de dados, estabelecendo o que conta como dado na investigação.

Quadro 38 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 2C

Aula 10 – F3 Episódio 2C – O que conta como dado Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
21	Aluno V.	09:01	Como vai contar? Vai ser muito difícil contar isso aqui... É por folha?	P4 L1 L3
22	Aluna G.	09:12	É...	

Fonte: Produção da própria autora.

No movimento de interação a seguir (Quadro 39) vemos um exemplo de processo de legitimação em relação à construção do relatório; no excerto podemos observar que as

estudantes do Grupo A constroem consenso sobre a constituição do relatório determinando o conteúdo de cada item.

Quadro 39 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 13 - Fase Didática 2 - Episódio 7A

Aula 13 – F2 Episódio 7A – Escrevendo o relatório (resultados) Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
19	Aluna A.	30:20	E os resultados?	L1
20	Aluna J.	30:22	Então, nos resultados a gente coloca a tabela, os gráficos... Essas coisas toda...	
21	Aluna A.	30:25	Aqui...	
22	Aluna C.	30:29	E imagem também...	
23	Aluna A.	30:30	Mas tipo, não seria legal... Não né? Na interpretação fica melhor...	
24	Aluna J.	30:38	Ela colocou umas definições ()... Você tá na metodologia?	
25	Aluna A.	30:45	Já acabei...	
26	Aluna J.	30:46	O que a gente... A gente vai colocar a tabela e o gráfico nos resultados...	
27	Aluna A.	30:50	É, resultados...	
28	Aluna J.	30:51	E na interpretação a gente vai ter que tirar conclusões disso... Então só falta...	
29	Aluna A.	30:57	Interpretação...	L3
30	Aluna J.	30:58	Ah que ótimo! Aleluia Deus...	

Fonte: Produção da própria autora.

Por fim, no movimento de interação do Quadro 40 trazemos um exemplo de práticas de legitimação no processo de construção de inscrições literárias. No excerto vemos que os estudantes do Grupo C discutem quanto valerá cada graduação da escala do gráfico. É interessante notar que os alunos levam em consideração os dados do número de indivíduos contabilizados para argumentar sobre o valor da graduação que deve ser adotado (por exemplo, Turno 14).

Quadro 40 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 6C

Aula 10 – F3 Episódio 6C – Construindo inscrições literárias Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização

12	Aluna G.	27:00	Não, tipo, eu ia colocar de 50 em 50, tá ligado? ((os estudantes começam a discutir a escala do gráfico))	L1	C3
13	Aluno B.	27:04	Não... Faz de 100 em 100 então... Não, melhor fazer do... Não, faz de 100 em 100... 100 em 100		
14	Aluna G.	27:09	De 50 em 50... 50 em 50 ó, porque é 146, 151...		
15	Aluno B.	27:13	Tá, mas começa do 100...		

Fonte: Produção da própria autora.

Essa categoria tem grande representatividade em nosso conjunto de dados. Acreditamos que isso se deve ao grau de liberdade da atividade investigativa, que permite que os estudantes estabeleçam os procedimentos que serão adotados em diferentes aspectos da atividade (procedimentos investigativos, de coleta de dados, de construção do relatório científico e das inscrições literárias). É importante aqui ressaltar a importância da liberdade intelectual, no fomento à participação e à aprendizagem dos estudantes, na medida em que esses têm de desenvolver ferramentas, metodologias, critérios etc. e lidar com diferentes aspectos para conseguir realizar as atividades didáticas que lhes são propostas.

– *Construir consenso de grupo para explicações científicas (L2)*

A categoria “Construir consenso de grupo para explicações científicas” se refere a ação de *decidir coletivamente e validar a explicação científica que será adotada pelo grupo*. No movimento de interação a seguir (Quadro 41) vemos que professora fomenta a *construção coletiva de uma explicação sobre a qual haja concordância de todo o grupo e que seja coerente com as evidências contidas nos dados coletados*; vemos que todas as estudantes concordam entre si com todas as relações causais citadas e contribuem para a construção de uma explicação coerente para o fenômeno do crescimento da população. Outro momento de legitimação está na fala da professora no turno 32 que faz *uso do meta-discurso* e reúne em sua fala todas os fatores apontados pelas estudantes que levaram ao crescimento da população.

Quadro 41 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 3B

Aula 14 – F2 Episódio 3B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
23	Profª.	15:42	Pode ser muito grande... Por que que ela tá crescendo?	C2 L2

24	Aluna R.	15:46	Por causa da luz?	L3
25	Aluna F.	15:47	Porque ela se adaptou...	
26	Profª.	15:48	Porque ela se adaptou	
27	Aluna F.	15:49	Por causa da luz?	
28	Profª.	15:50	Tem luz...	
29	Aluna F.	15:51	Nutriente...	
30	Profª.	15:52	Tem nutrientes...	
31	Aluna R.	15:55	É... Tem muito nutriente, né? Porque colocou agora a terra... ((R. se refere ao fato de que no momento em que a fotografia foi tirada a terra havia acabado de ser colocada))	
32	Profª.	16:01	Tem muito nutriente, tem luz constante, tem água e tem espaço pra crescer...	
33	Aluna R.	16:08	Tem espaço...	P3
34	Aluna F.	16:09	É...	
35	Profª.	16:10	Não é? Tá...	

Fonte: Produção da própria autora.

Essa prática epistêmica aparece em nossos dados muito vinculada à prática epistêmica “Construir uma explicação científica (C2)” e “Avaliar os méritos de uma afirmação, evidência, explicação ou inscrição literária (A2)” na medida em que o processo de construir um consenso sobre uma explicação perpassa as ações de construir explicações e de avaliar tais explicações. Os processos dessa prática também podem estar vinculados com práticas argumentativas, na medida em que os estudantes constroem argumentos e tentam persuadir uns aos outros sobre qual explicação é mais coerente e/ou correta.

– *Reconhecer conhecimentos relevantes na comunidade epistêmica de práticas (L3)*

“Reconhecer conhecimentos relevantes na comunidade epistêmica” diz respeito à atividade de *identificar e aceitar os procedimentos, conhecimentos e ideias que são importantes e válidos na comunidade epistêmica*. Essa categoria refere-se, por exemplo, aos *conhecimentos canônicos* relacionados a teorias e leis ou a procedimentos e linguagens típicos de um campo de estudo e que são *válidos e reconhecidos* pelos membros de tal área.

No movimento de interação do Quadro 42 vemos um exemplo dessa categoria, pois nesse excerto um aluno identifica um conhecimento relevante e válido na comunidade epistêmica de práticas: o de que as plantas precisam de terra para obter nutrientes (Turno 2). Ainda nesse excerto a professora estabelece outro conhecimento importante para a comunidade epistêmica de práticas: que no caso das Lemnas o solo, que é a fonte de nutrientes inorgânicos, está dissolvido na água.

Quadro 42 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 05 - Fase Didática 1 - Episódio 2

Aula 05 –F1 Episódio 2 - Definição de métodos de acompanhamento e contagem da população Interações Professora-Grupo Sala				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Prof ^a .	22:04	E aí vocês estão perguntando da terra e (). Lembrando de uma planta normal, porque que a planta precisa da terra?	C2 C4 L3
2	Aluno	22:13	Nutrientes.	
3	Prof ^a .	22:14	Nutrientes! A mesma coisa aqui. Quando eu coloco a terra, nesse caso, os nutrientes eles são soltos na água, assim como na planta que tá no ambiente terrestre. E quando a gente pega no ambiente terrestre ela absorve a água com sais minerais. Aqui os sais minerais estão dissolvidos na água que ela ((a professora aponta para o desenho da planta na lousa)) absorve pela raiz e utiliza.	

Fonte: Produção da própria autora.

Já no movimento de interação abaixo (Quadro 43) vemos que as alunas do Grupo B identificam e reconhecem que tipo de dado é necessário para descrever e analisar a dinâmica de uma população. Em seguida a professora legitima o conhecimento trazido pelas estudantes ressaltando que o número de indivíduos é o dado fundamental para a investigação da dinâmica populacional; além disso a professora também resalta os procedimentos válidos para se obter tais dados: a contagem e a amostragem.

Quadro 43 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 4B

Aula 10 – F3 Episódio 4B – Professora, ficou mais esverdeado? Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização

74	Profª.	19:26	Quando a gente vai falar de população que dado a gente usa? O principal!	L3
75	Aluna F.	19:29	O número!	
76	Profª.	19:30	O número de que?	
77	Aluna R.	19:31	De indivíduos...	
78	Aluna F.	19:32	De negocinhos...	
79	Profª.	19:34	Então é isso... Esse é o dado fundamental... Tem que contar... "Ah professora, nossa, mas tudo tanranran tanranran?"... Vocês podem fazer uma amostragem como vocês fizeram ontem... Não foi à toa que teve aquele exercício de ontem, de amostragem... Vocês podem por exemplo dividir isso aí em quatro... Em dois... Metade ()... Sabe?	

Fonte: Produção da própria autora.

Os conhecimentos relevantes englobados por essa categoria têm diferentes naturezas. Podem ser conhecimentos de cunho conceitual, ou procedimental ou atitudinal. Aqui consideramos como conhecimento relevante todo e qualquer conhecimento, ideia, prática, procedimento, valor ético, etc. que são consensuais na prática científica, no campo da Ecologia e da Biologia ou estabelecidos pelo grupo sala em algum momento da atividade didática.

Todos os movimentos de interação mostrados aqui nesta seção indicam um grande engajamento dos estudantes com as práticas epistêmicas e com a atividade didática. Eles também evidenciam o compartilhamento de tais práticas, na medida em que foi possível observar a ocorrência de todas as nossas categorias em todos os grupos analisados e no grupo sala. Esse compartilhamento das práticas epistêmicas, que aqui são caracterizadas como práticas socioculturais, indicam um processo de constituição de uma comunidade de epistêmica de práticas que institucionaliza e partilha de práticas socioculturais de construção do conhecimento.

4.2 CARACTERIZANDO O GRUPO SALA COMO UMA COMUNIDADE EPISTÊMICA DE PRÁTICAS

Nesta seção buscamos caracterizar os sujeitos envolvidos na atividade didática analisada neste estudo como constituintes de uma comunidade epistêmica de práticas. Conforme discutido na seção 1.2.1, a consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas se dá na

medida em que os membros da comunidade participam de suas práticas socioculturais e trabalham coletivamente no estabelecimento de tais práticas, validando-as e legitimando-as ao longo do tempo. Na seção anterior vimos como os sujeitos envolvidos na atividade investigativa participaram de práticas socioculturais (as práticas epistêmicas), o que já evidencia parcialmente a consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas.

Nesta seção, nos dedicaremos a caracterizar o aspecto da validação e legitimação de práticas socioculturais dentro desse grupo. Para isso, buscamos interações discursivas que evidenciavam o compartilhamento de valores e critérios do que conta como conhecimento, dado, evidência, justificativa e explicação (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, no prelo). Além disso, nos baseando na discussão da seção 1.3 sobre os pontos de tomada de decisão fomentados pelo *continuum* evidência-explicação, explicitamos aqui as transformações feitas pelo grupo sala durante o *continuum* e os critérios utilizados e estabelecidos em cada ponto de tomada de decisão, visto que tais transformações marcam momentos de construção de critérios epistêmicos que acabam por definir os conhecimentos, procedimentos, ferramentas e demais aspectos válidos na comunidade epistêmica de práticas.

No movimento de interação a seguir (Quadro 44) vemos que o grupo sala estabelece coletivamente e em um processo interacional um critério para o procedimento de construção de dados.

Quadro 44 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 05 - Fase Didática 1 - Episódio 2

Aula 05 –F1				
Episódio 2 - Definição de métodos de acompanhamento e contagem da população				
Interações Professora-Grupo Sala				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
72	Prof ^a .	32:43	Ah, a pergunta da M.! É... Ela falou o seguinte: "Professora, aqui eu tenho duas folhinhas, aqui eu tenho duas, aqui eu tenho três, mas aqui elas tão juntas, aqui não tão ((a professora vai falando e apontando para os desenhos na lousa))... Como contar?". Aqui eu conto três ou conto um? ((a professora aponta para os desenhos na lousa))	P4 L1
73	Alunos	33:14	Um.	
74	Aluno	33:15	Três, não é?	
75	Aluna	33:16	Conta pela folha, porque depois ela vai se soltar e vai virar um indivíduo só	C2
76	Prof ^a .	33:20	É uma boa.	A2

				Explicação Turno 75	
--	--	--	--	------------------------	--

Fonte: Produção da própria autora.

Podemos observar que no movimento de interação ficam estabelecidos dois critérios: o que conta como dado e, conseqüentemente, como a contagem de indivíduos deve ser feita. No turno 75 a aluna apresenta uma explicação baseada no conhecimento, fornecido pela professora, de que as Lemnas se reproduzem assexuadamente por brotamento, no qual novos indivíduos se formam a partir de brotos no organismo genitor podendo posteriormente se destacar ou permanecer unidos ao mesmo; tal explicação sustenta a ideia de que considerar cada folha e não a fronde como um indivíduo é a forma mais eficiente e coerente de construir os dados necessários para responder a pergunta de investigação dada pela professora. Em seu trabalho de doutorado Silva (2015, p. 68) analisou os relatórios produzidos pelos alunos na Atividade III dessa mesma sequência didática; a autora ressalta que “os alunos vivenciaram momentos de decisão sobre como proceder para responder a questão-problema”. Entre tais momentos de tomada de decisão, a autora aponta que os estudantes fizeram muitos questionamentos, dentre eles:

Como contar os indivíduos se as plantas são diminutas e se mexem com qualquer movimento da água? Contar durante quanto tempo e com qual frequência? Contar o indivíduo ou a fronde? Considerar aparência dos indivíduos? Considerar distribuição dos indivíduos no espaço? (SILVA, 2015, p. 68, grifo da autora).

No movimento de interação do Quadro 45 duas integrantes do Grupo A discutem o padrão/protocolo de contagem, considerando como dado cada folha de Lemna e não a fronde como um todo, procedimento legitimado na aula anterior (Quadro 44), na qual a professora e o grupo sala validaram o método mais adequado para se obter os dados necessários para responder à pergunta de investigação. Vemos que o grupo reconhece e adota um procedimento de construção de dados acordado em uma situação anterior, de forma a legitimar e concordar com o critério do que será considerado como dado na investigação; o mesmo pode ser observado com o Grupo B (Quadro 46) e com o Grupo C (Quadro 38, Seção 4.1). Esse processo evidencia o estabelecimento de uma prática sociocultural (*Construir consenso de grupo para procedimentos*), o compartilhamento de critérios do que é válido na comunidade epistêmica de práticas (no caso, considerar cada folha como um indivíduo) e a legitimação de um procedimento proposto pelo grupo sala (contabilizar o número de indivíduos contando cada folha da fronde).

Quadro 45 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 8A

Aula 12 – F2 Episódio 8A – Questionando os resultados (parte 2) Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
4	Aluna A.	06:05	Mas ó, uma dúvida, vocês contam cada uma como uma ou vocês contam tipo... Tem três perninhas...	L1 L3
5	Aluna C.	06:12	Cada uma... Três perninhas: um, dois, três...	
6	Aluna A.	06:16	É...	

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 46 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 5B

Aula 10 – F3 Episódio 5B – Análise dos dados (parte 1) Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
26	Aluna R.	24:25	Tem que somar aí... Eu não contei as mortas...	P4 L3
27	Aluna M.	24:28	Essa ((planta)) aqui você contou só como uma?	
28	Aluna R.	24:30	Não, como duas...	
29	Aluna M.	24:31	Ah tá	

Fonte: Produção da própria autora.

A seguir (Quadro 47) temos um movimento de interação que mostra a interação entre as estudantes do Grupo C e a professora em um momento de tomada de decisão sobre como lidar com os dias em que não houve coleta de dados (finais de semana). A professora fomenta o início da discussão (Turno 49) ao questionar como mensurar a dinâmica da população nos finais de semana. Em seguida a Aluna F. sugere que o grupo tire uma média (Turno 50) e, subsequentemente, a Aluna M. sugere que essa seja feita pela divisão do o número de indivíduos contados na segunda-feira por três dias (sábado, domingo e segunda-feira) (Turno 54). Por fim, a Aluna R. faz o cálculo da média e obtém o resultado (Turno 57). O trabalho coletivo no raciocínio de utilizar a média, sugerir como o cálculo deve ser feito e executar o cálculo exemplifica um processo de tomada de decisão que foi legitimado pelo grupo através da

participação do mesmo no procedimento descrito anteriormente. Duschl (2017)⁶ afirma que é a comunidade epistêmica de práticas que estabelece e legitima os critérios e as regras para avaliação do que é considerado pertinente e válido na comunidade (informação verbal); nesse exemplo vemos que a comunidade legitimou o ato de calcular a média para obter os dados referentes aos dias em que não houve o registro fotográfico da população de Lemnas.

Quadro 47 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 11 - Fase Didática 5 - Episódio 6B

Aula 11 – F5 Episódio 6B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
41	Prof ^{ra} .	25:05	(Mortalidade)... Agora, presta a atenção... Daqui pra cá... Cresceu 17 em um dia?	L1 P5 C3
42	Aluna F.	25:16	Não... Teve final de semana...	
43	Prof ^{ra} .	25:19	Então, que que teve? Teve de nove pra 10...	
44	Aluna R.	25:23	Ah, entendi!	
45	Prof ^{ra} .	25:25	De 10 pra 11...	
46	Aluna R.	25:26	(Nós vamos) fazer uma tabela separada?	
47	Prof ^{ra} .	25:28	De 11 pra 12... Dá...	
48	Aluna R.	25:30	Eu acho que é melhor né?	
49	Prof ^{ra} .	25:31	Então na verdade é dezessete... Quantos indivíduos por dia? Como é que você vai saber?	
50	Aluna F.	25:39	Pode fazer uma média?	L1
51	Aluna R.	25:42	É oito, né?	
52	Aluna F.	25:43	Não...	
53	Aluna R.	25:44	Oito mais oito, 16...	
54	Aluna M.	25:45	Pode fazer 17 por três?	
55	Prof ^{ra} .	25:46	Isso, 17 por três...	
56	Aluna F.	25:48	Vai dar umas...	
57	Aluna R.	25:50	Cinco... Cinco e.. Cinco ponto seis...	
58	Prof ^{ra} .	25:54	Cinco ponto seis... Então olha só, mais ou menos por dia... Então qual foi a taxa de crescimento que vocês têm () pra explicar até agora? Dois, 21... Esquisito, ehn? Seis, cinco virgula seis, nove... Esses valores aqui...	A2 Evidência

Fonte: Produção da própria autora.

⁶ Informação fornecida por Richard Duschl durante a disciplina de pós-graduação “Perspectivas no Ensino de Ciências” ministrada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

A seguir trazemos mais uma evidência que nos permite caracterizar o grupo sala analisado nesse trabalho como uma comunidade epistêmica de práticas. No movimento de interação dos Quadros 48, 49 e 50 vemos um processo de legitimação que se estende ao longo de três episódios da Aula 12. No primeiro movimento de interação (Quadro 48) a Aluna C. menciona para o grupo que desenvolveu uma metodologia diferenciada para auxiliá-la na construção de dados, ou seja, na contagem dos indivíduos de *Lemna sp.* A estudante menciona para as colegas, que a princípio discordam (Turno 9), que utilizará corretivo líquido (popularmente conhecido como “branquinho”) para contar e marcar as folhas (indivíduos) já contabilizadas na contagem (Figura 8).

Figura 8 – Estudante utilizando a técnica de contagem com uso de corretivo líquido

Fonte: Fotografia tirada pela professora da turma.

Quadro 48 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 2A

Aula 12 – F2 Episódio 2A – Métodos de contagem Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna C.	05:17	Ai gente, eu preciso de alguma coisa pra contar assim, sabe? Eu vou fazer com branquinho...	P2

2	Aluna	05:21	Não, a gente vai usar essas fotos no relatório também, não vai?	
3	Aluna C.	05:25	Tá, mas ó... Os que eu fiz ó...	
4	Aluna J.	05:26	O relatório é individual...	
5	Aluna	05:29	Não é individual...	
6	Aluna J.	05:30	Vocês perguntaram?	
7	Aluna	05:31	Não, porque a professora não veio aqui...	
8	Aluna C.	05:33	Ó, tá vendo, o branquinho sai ó... E só passar o grafite...	
9	Aluna J.	05:40	Você é burra né minha filha? Claro que o branquinho não vai sair...	
10	Aluna C.	05:42	Claro que saiu... Tá saindo tudo aqui... O que tá branco ainda são as folhas brancas, só... Ó, saiu tudo o branquinho... Eu vou fazer com branquinho o meu, porque é o jeito que eu sei...	P2

Fonte: Produção da própria autora.

Em seguida (Quadro 49) a estudante compartilha a técnica desenvolvida com outro grupo de estudantes do grupo sala, explicitando para os mesmos como tal técnica funciona.

Quadro 49 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 3A

Aula 12 – F2 Episódio 3A – Enfrentando dificuldades Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna C.	11:09	Quer uma ideia pra contar? Pega a pontinha do lápis e põe no branquinho... Pega a pontinha do lápis, põe no branquinho e vai contando... Depois é só esperar secar e tirar... Entendeu? Você pega a pontinha do lápis e vai contando as folhinhas, daí você espera secar e depois é só passar a mão que () Eu fiz assim... () Espera secar senão vai borrar... ((C. está conversando com outro grupo))	

Fonte: Produção da própria autora.

Após algum tempo a Aluna A., do grupo da Aluna C., decide adotar o procedimento de contagem da colega e passa assim a utilizar a mesma técnica (Quadro 50).

Quadro 50 – Movimento de interação do Grupo A na Aula 12 - Fase Didática 2 - Episódio 4A

Aula 12 – F2 Episódio 4A – Novo procedimento de contagem				
---	--	--	--	--

Interações GRUPO A				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna A.	17:57	Mano, eu vou usar esse negócio aí que você falou do branquinho... Como é que faz?	L1
2	Aluna C.	18:02	Você pega a pontinha... Deixa assim ó... Pega a pontinha, aí você vai colocando... Espera secar bem pra tirar...	
3	Profª.	18:13	É... Vocês vão ter que falar na metodologia que vocês acompanharam, tirando foto do dia-a-dia e tal... E depois, isso o que vocês tão fazendo agora, contar os indivíduos na foto, faz parte da metodologia, tá? Não esquece de colocar aí... ((a professora faz uma breve recomendação para a sala toda))	
				L3

Fonte: Produção da própria autora.

No movimento de interação a seguir (Quadro 51) a professora e uma estudante do Grupo B discutem possíveis explicações para as evidências/padrões presentes no gráfico construído pelo grupo. Vemos que a professora faz um movimento de ressaltar determinada evidência do gráfico (Turno 17) para fomentar o engajamento da estudante com a elaboração de uma explicação. A Aluna R. fornece uma explicação para a evidência apontada pela professora (Turno 18) que em seguida legitima tal explicação, fornecendo um *feedback* positivo para a estudante. Ao legitimar a explicação proposta pela Aluna R., a professora como autoridade epistêmica estabelece que o conhecimento utilizado pela estudante (o de que as populações podem decrescer ao chegar em um novo ambiente) é válido na comunidade epistêmica de práticas.

Quadro 51 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 3B

Aula 14 – F2 Episódio 3B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
17	Profª.	15:14	É... Então... Dividiria aqui ó: "No começo do experimento a população começou com 158 indivíduos vivos e 14 mortos. E durante dois dias ela não cresceu muito". Como que a gente explica que no começo ela não cresceu?	C5
18	Aluna R.	15:27	Adaptação...	

19	Prof ^a .	15:28	"Isso pode ter acontecido porque isso pode ser uma adaptação ao ambiente". Perfeito. Ponto.	A2 Explicação L3	
----	---------------------	-------	--	------------------------	--

Fonte: Produção da própria autora.

No Quadro 52 podemos observar que a professora em conjunto com o grupo sala discute a estrutura e o conteúdo do relatório que deve ser apresentado pelos grupos no final da atividade investigativa. Na interação vemos que a professora explica e fomenta a participação dos estudantes no estabelecimento de como será constituído o item “resultados” (Turno 13); esse fomento fica evidente no momento em que a professora questiona os alunos sobre qual a melhor forma de apresentar as evidências da investigação para os leitores no relatório. Em seguida um aluno sugere a utilização da inscrição literária do gráfico (Turno 14), o que é legitimado em seguida pela professora (Turno 15), que da mesma forma como no exemplo anterior, valida e, consequentemente, estabelece que tal inscrição é válida na comunidade epistêmica de práticas.

Quadro 52 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 11 - Fase Didática 2 - Episódio 1

Aula 11 – F2 Episódio 1 – Como construir um relatório científico Interações Professora-Grupo Sala					
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização	
12	Aluno	15:05	Tem que colocar as fotos nos resultados?	P2	L1 L3
13	Prof ^a .	15:07	Então, nesse item "resultados", num relatório científico, é aqui que a gente mostra pros leitores aquilo que eles não conseguiram ver com seus próprios olhos... Então aqui nos resultados eu tenho que fazer o leitor é... Enxergar aquele fenômeno que só eu vi, que só eu acompanhei. Então eu tenho que dar todas as ferramentas pra ele entender do que que eu tô falando... Então a G. perguntou: "Professora, eu posso... Precisa colocar as fotos? Pode colocar as fotos?". Sim, as fotos é uma coisa... É um resultado porque ele vai dar uma sequência ali... Agora no grupo do M. e do G. semana passada eu até conversei com eles... Olhando apenas para as fotos, no caso deles, dá pra dizer que a população está crescendo ou diminuindo? Na sequência deles não dava pra dizer nada... Quer dizer, dava pra dizer que no começo as plantas estavam bem juntinhas, conforme vai passando ((o tempo)) você vai vendo elas se espalhando e naquele momento elas		

			ocupavam todo o espaço, mas não dava pra dizer se tinha mais ou menos indivíduos... Então o que você vai fornecer também para o leitor, você não vai dar a tarefa dele ficar contando... Você vai contar pra ele, vai dizer quanto que tinha em cada dia... E pra dar a ideia de crescimento ou de queda população? O que você vai fazer para o leitor?	
14	Aluno	16:37	Um gráfico...	
15	Prof ^a	16:38	Um gráfico... Tá? Isso é o item resultados. Então resultados, foto, vai dar imagem, vai fornecer pro leitor uma ideia com que realmente vocês trabalharam... Então, porque cada um dá uma, dá um... Uma informação diferente, né? O número em si de indivíduos dá um outro número... Tem grupo aqui que investiu e descreveu inclusive indivíduos mortos e indivíduos vivos, isso é bem legal pra quem vai ler o trabalho... É o gráfico que vai dar a ideia da população como um todo ao longo do tempo... Três coisas possíveis... Interpretação... E aqui? Que que aparece nesse item "interpretação"?	

Fonte: Produção da própria autora.

Na Figura 9 montamos uma nova versão do esquema do *continuum* evidência-explicação utilizando nossas evidências (apresentadas aqui nesta seção nos Quadros 44, 51 e 52) nos campos das etapas de investigação científica e processos de comunicação e nos campos dos critérios utilizados pelo grupo sala nos pontos de transformação do *continuum*. Vemos aqui que as transformações do *continuum* proporcionaram momentos em que os estudantes, por meio de suas ações discursivas, se engajaram no estabelecimento de critérios epistêmicos e em processos de validação do que era pertinente, relevante e coerente para com o objetivo compartilhado (responder à questão de investigação dada pela professora) pelo grupo sala. Esse esquema evidencia a formação de uma comunidade epistêmica de práticas que se desenvolveu e se consolidou ao longo das seis aulas analisadas neste trabalho.

Figura 9 – Transformações e etapas do *continuum* evidência-explicação no contexto da Atividade III

Fonte: Produção da própria autora.

Outro aspecto interessante evidenciado nas transformações e etapas do *continuum* evidência-explicação no contexto da Atividade III consiste no fato de que o desenvolvimento da atividade investigativa fomentou diversos aspectos da prática científica, na medida em que ela concebe o conhecimento científico como uma fusão de um conjunto de ideias e concepções de uma disciplina (transformações T1 e T3 do *continuum*, nas quais o grupo sala utiliza conhecimentos da Biologia para o estabelecimento de critérios epistêmicos) e suas práticas epistêmicas (práticas epistêmicas evidenciadas na coluna “Investigação científica e processos de comunicação”).

Os movimentos de interação apresentados nesta seção trouxeram exemplos claros de como os processos de coparticipação promovem a negociação dos procedimentos que são válidos e que com o tempo se tornam práticas difundidas e compartilhadas pela comunidade epistêmica de práticas; Kelly e Licona (2018) reforçam tal ideia com o apontamento de que as práticas epistêmicas são consolidadas coletivamente e de forma interacional em um grupo cultural que negocia e legitima o que conta como dado, evidência, explicação e procedimento (DUSCHL, 2008).

Como indicado na seção 4.1, além da evidência de compartilhamento de práticas socioculturais (as práticas epistêmicas), aqui nesta seção também se evidenciou que o grupo sala e os pequenos grupos de alunos analisados participaram ativamente de processos de legitimação, na tomada de decisões e se engajando com práticas epistêmicas consolidadas em tal comunidade de práticas. Ambas evidências apresentadas até o momento sugerem que o grupo sala constituiu e consolidou uma comunidade epistêmica de práticas que partilha práticas socioculturais de construção do conhecimento, bem como objetivos e formas de validar e legitimar ferramentas, conhecimentos, procedimentos, valores, critérios, etc.

4.3 RELAÇÕES ENTRE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E O CONHECIMENTO DISCIPLINAR

Nesta seção procuraremos fazer uma discussão sobre as práticas epistêmicas em que os membros da comunidade epistêmica de práticas se engajaram/participaram e sua relação com o campo disciplinar em estudo na atividade didática analisada nesta pesquisa. Nosso argumento consiste na ideia de que certas práticas epistêmicas que ficaram evidentes em nossos dados e que não estavam presentes em nosso referencial de análise *a priori* emergiram em nossos dados devido à sua relação com a natureza disciplinar do campo de conhecimento em estudo na atividade investigativa objeto desta pesquisa. Ou seja, argumentamos que a área do conhecimento que embasou a temática da atividade didática suscitou o engajamento dos estudantes com determinadas práticas epistêmicas que são comuns nos estudos científicos da ecologia sobre dinâmica populacional (GEROLIN; SILVA; TRIVELATO, no prelo). Utilizando de nossas análises, procuraremos aqui estabelecer um paralelo entre as práticas epistêmicas comumente empregadas nos estudos ecológicos sobre dinâmica populacional e as práticas epistêmicas com as quais os estudantes e a professora se engajaram durante sua investigação sobre a dinâmica populacional de *Lemna sp.* É importante ressaltar aqui que nosso objetivo não é comparar a cultura escolar com a cultura científica, mas sim analisar como a cultura científica da ecologia se apresenta no espaço escolar quando essa é a temática em estudo na sala de aula.

Antes de iniciar nossa discussão sobre as similaridades entre as práticas epistêmicas desenvolvidas nos estudos ecológicos e as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes na atividade de investigação sobre o crescimento populacional de *Lemna sp.*, queremos argumentar que a constituição e inclusão de novas categorias em nosso referencial de análise

pode ser considerada uma evidência de que as categorias *a priori* (que dizem respeito ao ensino por investigação e que foram apresentadas na seção 3.5) não foram suficientes para lidar com a natureza do conhecimento disciplinar tratado na atividade investigativa. Para além das categorias relacionadas ao ensino por investigação, nosso conjunto de dados mostrou a necessidade de inclusão de categorias de práticas epistêmicas que são comumente empregadas e desenvolvidas nos estudos em ecologia; tais práticas epistêmicas são representadas neste trabalho pelas seguintes categorias: “*Construir dados*”, “*Construir inscrições literárias*”, “*Utilizar inscrições literárias*” e “*Construir consenso de grupo sobre procedimentos*”. Isso reforça a ideia de que não existe um conjunto limitado de práticas epistêmicas e que diversos aspectos, entre eles o conhecimento disciplinar, trazem à tona uma variação nas práticas de construção do conhecimento empregadas em cada domínio específico do conhecimento (KELLY; LICONA, 2018). Neste sentido, procuramos discutir adiante como as categorias de práticas epistêmicas constituídas a partir de nossos dados se relacionam com as práticas desenvolvidas na construção do conhecimento na ecologia.

Nos estudos ecológicos, a análise da dinâmica das populações costuma ser feita pela amostragem do número de indivíduos com relação ao tempo (ODUM, 1997). Isso demanda o emprego de métodos de contagem, amostragem e estimativa (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006), bem como a organização temporal correta da ocorrência dos dados. As ações de contar/amostrar/estimar e ordenar cronologicamente os dados constituíram a categoria de prática epistêmica “*Construir dados*”; os estudantes de todos os grupos analisados se dedicaram à organização dos dados (registros fotográficos diários da população) e a contagem dos indivíduos de *Lemna sp.* O movimento de interação do Quadro 53 ilustra o ato de ordenar cronologicamente os registros fotográficos da população de Lemnas. Observamos, principalmente pelas interações entre os turnos 8 e 9 e entre os turnos 14 e 20, que a organização dos dados é uma tarefa complexa para as estudantes, pois essas têm de ter clareza da sequência dos dias em que os registros fotográficos foram feitos sempre lembrando que nos finais de semana não havia coleta de dados. Já no movimento de interação do Quadro 54, vemos que dois estudantes do Grupo C estão engajados com a contagem dos indivíduos de Lemna (Turnos 10 e 11).

Quadro 53 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 2B

<p>Aula 10 – F3</p> <p>Episódio 2B – Isso é água ou é planta?</p> <p>Interações GRUPO B</p>

Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
1	Aluna F.	06:20	06/08 é a primeira...	P5
2	Aluna R.	06:20	06/08... Ahn?	
3	Aluna M.	06:27	07/08...	
4	Aluna R.	06:28	07/08...	
5	Aluna F.	06:30	07/08...	
6	Aluna F.	06:31	08/08... Ah, professora, é seguido?	
7	Profª.	06:36	É seguido	
8	Aluna F.	06:37	Ah, então é só saber a primeira ((data de registro fotográfico)) que já sabe o resto...	
9	Aluna M.	06:40	Não, tem dia que é final de semana	
10	Profª.	06:42	Mas aí... Isso... A do dia 06/08 é de hoje	
11	Aluna F.	06:49	Ahn? Ah tá!	
12	Profª.	06:52	Pessoal, olha só, nem precisa ficar consultando o celular. O raciocínio é: a foto seis é de hoje, e aí é na ordem! Cinco é a de ontem, que foi segunda-feira, quatro... () Quinta, quarta e terça...	
13	Aluna R.	07:18	Mas hoje é dia 13...	
14	Aluna F.	07:20	Mas teve final de semana amiga... Final de semana... Ó, seis, sete, oito, nove, 10 ((F aponta para a sequência de fotos))	
15	Aluna M.	07:24	Ela ((a professora)) tá falando "a foto quatro é tal dia", entendeu? Vai R... É terça, quarta, quinta né?	
16	Aluna R.	07:38	Terça, quarta, quinta, sexta, segunda e terça... Ah, agora eu entendi! Nove é o doze. Não, tá errado!	
17	Aluna F.	07:56	Por que? Hoje é dia 13...	
18	Aluna R.	07:58	Nove... Então, nove é sexta-feira...	
19	Aluna F.	07:59	11, 12... Ó, 10, 11, 12	
20	Aluna R.	08:01	10, 11, 12... Ai não, tá certo	

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 54 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio 3C

Aula 10 – F3 Episódio 3C – Registrando os dados Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
6	Aluno V.	12:50	É muito difícil contar isso aqui...	P6 P5
7	Aluna G.	12:51	Tô ligado... Quero ver você contar essa...	
8	Aluno V.	12:58	E o B., coitado (não vai terminar nunca...)	
9	Aluna G.	13:01	Ele que quis...	
10	Aluno V.	13:05	Um, dois, três, quatro, cinco, seis... ((V. retoma a contagem dos indivíduos))	

11	Aluna G.	13:09	Quatro, cinco, seis, sete... ((G. retoma a contagem dos indivíduos))	
----	----------	-------	--	--

Fonte: Produção da própria autora.

Outro aspecto comum dos estudos ecológicos e que também esteve presente em alguns movimentos de interação diz respeito ao uso de ferramentas de análise e de cálculo. Em muitos campos de estudo da ecologia o uso da lógica matemática e da estatística é fundamental. No caso dos estudos demográficos e de análise da dinâmica populacional, Begon, Townsend e Harper (2006) ressaltam que os métodos de determinação do tamanho de uma população variam de acordo com o tamanho dos organismos e de seus habitats. No caso de animais de porte grande que habitam uma área relativamente pequena, como elefantes marinhos em uma ilha, a simples contagem dos indivíduos pode ser eficiente (por exemplo, COOPER; STEWART, 1983). Porém, de acordo com Begon, Townsend e Harper, quase sempre esse método não é prático e muitas vezes nem é possível de ser utilizado devido ao tamanho diminuto de alguns seres vivos. Na impossibilidade de usar a simples enumeração, muitas vezes os ecologistas utilizam estimativas.

Ecólogos quase sempre estimam o número de indivíduos de uma população ao invés de contá-los. Eles podem estimar o número de pulgões em uma plantação, por exemplo, contando o número desses em uma amostra representativa de folhas, depois estimar o número de folhas por metro quadrado e por fim o número de pulgões por metro quadrado. Para plantas e animais vivendo em uma superfície, a unidade de amostra é geralmente uma área pequena chamada parcela (que é também o nome dado ao dispositivo quadrado ou retangular usado para demarcar as barreiras da área no chão) (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006, p. 94, tradução nossa)

Comumente os ecólogos utilizam softwares para calcular tais estimativas e fazer outras análises estatísticas, entre eles: Past, Bioestat, R, entre outros. No caso da atividade investigativa analisada neste estudo, alguns estudantes optaram por parcelar o registro fotográfico em pequenos quadrantes, contar o número de indivíduos de cada um desses quadrantes e depois somar os resultados com o auxílio de uma calculadora, conforme ilustrado no movimento de interação a seguir (Quadro 55):

Quadro 55 – Movimento de interação do monitor com o Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 1C

Aula 14 – F2 Episódio 1C – Conversa com o monitor Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização

22	Monitor	05:47	Vocês lembram que a gente completa de água, mexe... Completar de água ()... Porque vai secando a água e aí você ter que ir (colocando)... Vocês contaram? Vocês fizeram por estimativa ou vocês fizeram no... Contaram tudo?	L3
23	Aluna G.	06:15	Contamos tudo...	
24	Monitor	06:17	Todos? Mas eu tô vendo quadradinho desenhado ((Monitor aponta para as fotografias do grupo))	
25	Aluna G.	06:20	Mas era pra facilitar a contagem... Contava a quantidade de cada quadradinho...	
26	Monitor	06:28	Ah tá... Senão podia ser um problema na amostragem... Essas coisas que vocês precisam discorrer sobre... Não é só levantar hipótese... É levantar hipótese e dizer porque que você acha que aquela hipótese é uma hipótese válida... É isso que ela espera...	

Fonte: Produção da própria autora.

Ponderando entre a literatura e nossas análises, vemos em nossos dados práticas epistêmicas muito semelhante às empregadas nos estudos ecológicos. Além de utilizar a noção de parcela, os estudantes também fazem uso de uma ferramenta de cálculo (calculadora). Tais evidências nos mostram que as práticas epistêmicas observadas em sala de aula se assemelham muito às práticas epistêmicas dos estudos científicos da ecologia, o que reforça nossa ideia de que a atividade investigada neste estudo fomentou o engajamento dos estudantes com o uso de ferramentas e com práticas epistêmicas características desse campo de estudo.

Outra característica comum aos estudos sobre dinâmica de populações está no uso de gráficos que expressam o crescimento das populações em relação ao tempo. Nas Figuras 10 e 11 apresentamos exemplos de gráficos de diferentes estudos da ecologia sobre dinâmica populacional.

Figura 10 – Gráficos do estudo clássico “The Struggle for Existence” feito por Georgy Gause

Fonte: Adaptado de Dajoz (2005, p. 153).

No estudo “The Struggle for Existence”, Gause (1932) formulou o princípio da exclusão competitiva (também chamado de Lei de Gause) que postula que duas espécies que ocupam nichos ecológicos parecidos não podem coexistir em um mesmo hábitat devido à pressão evolutiva exercida pela competição. Em ambos os gráficos notamos que a dinâmica das populações de paramécios foi acompanhada pela contabilização do número de indivíduos ao longo do tempo (contabilizado em dias).

Figura 11 – Gráfico do estudo de dinâmica populacional de ovelhas na Austrália ao longo de 90 anos

Fonte: Davidson (1938).

Como a natureza do conhecimento e as orientações da professora exigiam a construção de formas de expressar a dinâmica da população ao longo do tempo, os estudantes se envolveram nessa prática em diversos movimentos de interação, o que nos exigiu a criação da categoria “*Construir inscrições literárias*”. A concepção dessa categoria considera o referencial latouriano, que utiliza o termo inscrição literária (LATOUR; WOOLGAR, 1997) para designar os traços, pontos, gráficos, mapas, espectros, histogramas, fotografias, equações, desenhos ou tabelas que são produzidos para representar e concretizar os objetos de estudo da Ciência. Na atividade analisada, a inscrição literária mais utilizada pelos estudantes na representação da dinâmica de suas populações ao longo do tempo foi o gráfico. Tratando especificamente dessa inscrição, Lai e colaboradores (2016) argumentam que a criação e a interpretação de gráficos são habilidades que desempenham papel central na prática científica visto que esses são utilizados para transmitir ideias e representam uma ferramenta de pensamento que pode ser utilizada em diversas áreas da Ciência. Ainda de acordo com esses autores, a construção de gráficos geralmente é ensinada nas aulas de matemática e que os professores de ciências raramente ensinam sobre os recursos do gráfico necessários para a ciência. Gráficos são utilizados para visualizar uma grande quantidade de dados com o objetivo de revelar padrões e comportamentos de um fenômeno (LAI et. al, 2016; WU; KRAJCIK, 2006). Para Lai e colaboradores (2016, p. 666, tradução nossa) “[...] uma sólida compreensão de um gráfico científico pode facilitar a aprendizagem de novos conceitos. Nesta perspectiva, a relação entre compreensão de gráficos e conceitos científicos é bidirecional e contextualizada.”

O processo de construção do gráfico se representa em nossos dados em interações em que os estudantes definem os títulos dos eixos das abscissas e das ordenas (Quadro 28 da seção 4.1), discutem sobre a graduação da escala do gráfico (Quadro 40 seção 4.1), determinam o título do gráfico, etc. Os gráficos produzidos por cada grupo de estudantes analisado são apresentados nas Figuras 12, 13, 14 e 15; destacamos aqui a confluência das inscrições produzidas pelos estudantes com as inscrições apresentadas anteriormente (Figuras 10 e 11). É importante ressaltar que os alunos estudaram gráficos de dinâmica populacional na Atividade I, na qual a professora apresentou os gráficos do estudo de Cooper e Stewart para os estudantes ajudando-os a interpretar os mesmos. Rezende (2015) analisou as ações da professora na mediação do processo de leitura e interpretação dos gráficos abordados na Atividade I.

Figura 12 – Gráfico produzido pelo Grupo A ao final na Atividade III

Fonte: Relatório produzido pelos estudantes ao final da Atividade III.

Figura 13 – Gráfico produzido pelo Grupo A na Atividade III

Fonte: Relatório produzido pelos estudantes ao final da Atividade III.

Figura 14 – Gráfico produzido pelo Grupo B na Atividade III

Fonte: Relatório produzido pelos estudantes ao final da Atividade III.

Figura 15 – Gráfico produzido pelo Grupo C na Atividade III

Fonte: Relatório produzido pelos estudantes ao final da Atividade III.

Outra prática importante que resultou em uma nova categoria reside na habilidade de utilizar a inscrição literária produzida como ferramenta para interpretar o fenômeno em estudo e obter evidências que sustentem a elaboração de explicações (CETINA, 2009); tal prática deu origem a categoria “*Utilizar inscrições literárias*” que se representa nos momentos em que estudantes e professora leem, interpretam e discutem informações e evidências presentes em fotografias, desenhos, esquemas, tabelas, gráficos e/ou equações que representam fenômenos científicos. Roth e Pozzer-Ardenghi (2013) argumentam que ler e interpretar inscrições literárias exige uma aprendizagem prévia, que se dá por meio de práticas sociais. No movimento de interação do Quadro 56 temos um exemplo do uso da inscrição literária produzida pelo grupo (gráfico) como fonte de evidências que são utilizadas na construção de explicações para o comportamento da dinâmica da população de Lemnas do Grupo B; vemos no movimento de interação que a professora fomenta a elaboração das explicações e o processo de estabelecimento de um consenso sobre qual delas é coerente com as evidências presentes no gráfico.

Quadro 56 – Movimento de interação do Grupo B na Aula 14 - Fase Didática 2 - Episódio 3B

Aula 14 – F2 Episódio 3B – Conversando com a professora Interações GRUPO B				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
37	Prof ^a .	16:13	E aí ela foi crescendo... E aí teve uma queda... O que será que explica essa queda?	C4
38	Aluna R.	16:22	Acabou os nutrientes...	C2
39	Aluna F.	16:24	Não! O frio aumentou e aí a gente se ferrou...	C2
40	Prof ^a .	16:26	Acho que pode ser... Eu acho que as duas coisas podem aparecer no relatório...	A2 Explicação L3
41	Aluna M.	16:30	Porque essa sala é muito fria...	
42	Prof ^a .	16:32	As duas coisas podem aparecer... A gente teve uma semana de muito frio, e isso pode ter provocado morte de alguns indivíduos... Isso pode aparecer... Dois... Acabar os nutrientes	A2 Explicação L3
43	Aluna F.	16:42	Não, mas depois eles crescem de novo ó... Não pode acabar ((os nutrientes))...	C2 C4 A2 Explicação Turno 38
44	Aluna R.	16:50	Como aumentou muito a população pode ter... Ter tido menos nutrientes do que... A população precisava porque ela é maior...	C2
45	Aluna M.	16:57	Mas diminuiu só um pouco...	A2 Explicação Turno 44
46	Aluna F.	16:58	Mas professora, depois teve um aumento muito grande... Não tem como falar isso...	C2 C4 A2 Explicação Turno 44
47	Aluna M.	17:03	Não, mas e se diminuiu só um pouco de nutrientes, não tudo...	A2 Afirmação Turno 46
48	Aluna R.	17:05	Mas se diminuiu a população, ela pode aumentar porque o espaço... Vai ter mais espaço e aí o nutriente pode aumentar...	C2
49	Prof ^a .	17:06	Mas olha só o argumento da F., que é ótimo... E acho que vocês podiam escrever essas coisas... Podia escrever... Poderíamos pensar que teve uma falta de nutriente, e aí isso fez os indivíduos	A2 Explicação Turno 46 L3

L2

			morrerem, só que em seguida a população cresce e ela passa disso. Esse foi o argumento da F. Porque ela falou assim: "não, mas depois ela cresce mais de novo". Porque se fosse nutriente, o que que ia acontecer? Ela ia crescer até aqui... E ou ficaria aqui ou cairia de novo, né?	
50	Aluna R.	17:50	Nossa, então... Estamos num beco...	P6
51	Aluna F.	17:53	Foi o tempo...	

Fonte: Produção da própria autora.

Na atividade investigativa analisada neste estudo, os alunos trabalham em grupo na contagem dos indivíduos da população de *Lemna sp.* Para ser bem-sucedida e produzir dados/evidências confiáveis, necessita do estabelecimento de um consenso sobre como tais processos de contagem devem ser realizados para que erros nos resultados e, conseqüentemente, equívocos na interpretação, sejam evitados. Ou seja, sem o estabelecimento de padrão/protocolo procedimental, cada membro do grupo pode acabar utilizando um método, o que pode prejudicar a produção de dados na medida em que não há uma uniformidade no processo de construção dos mesmos. A necessidade de estabelecer padrões/protocolos procedimentais na coleta de dados é uma característica proeminente de vários campos de estudo (por exemplo, os protocolos de laboratório) (KELLY, LICONA; 2018) e acontece tanto no contexto dos estudos ecológicos, como no contexto da atividade didática analisada neste trabalho, visto que em ambos os casos, o esforço amostral de coleta de dados é realizado com a participação de diversos sujeitos. Dessa forma, tal característica exigiu a criação da categoria “*Construir consenso de grupo para procedimentos relevantes para a investigação*”. Nos movimentos de interação a seguir vemos exemplos do processo de construção de consenso procedimental. No Quadro 57 o grupo sala como um todo se engaja no estabelecimento do procedimento que deve ser adotado na construção dos dados; podemos observar que em conjunto com a professora há a discussão do padrão/protocolo do método de contagem, considerando como dado cada folha de *Lemna* e não a fronde como um todo; o mesmo acontece no Quadro 58 no qual o Aluno V. busca confirmação com os colegas sobre o que será considerado dado e, conseqüentemente, como a contagem deve ser feita.

Quadro 57 – Movimento de interação da professora com o grupo sala na Aula 05 - Fase Didática 1 - Episódio 2

Aula 05 –F1
Episódio 2 - Definição de métodos de acompanhamento e contagem da população
Interações Professora-Grupo Sala

Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
72	Profª.	32:43	Ah, a pergunta da M.! É... Ela falou o seguinte: "Professora, aqui eu tenho duas folhinhas, aqui eu tenho duas, aqui eu tenho três, mas aqui elas tão juntas, aqui não tão ((a professora vai falando e apontando para os desenhos na lousa))... Como contar?". Aqui eu conto três ou conto um? ((a professora aponta para os desenhos na lousa))	P4 L1
73	Alunos	33:14	Um.	
74	Aluno	33:15	Três, não é?	
75	Aluna	33:16	Conta pela folha, porque depois ela vai se soltar e vai virar um indivíduo só	C2
76	Profª.	33:20	É uma boa.	A2 Explicação Turno 75

Fonte: Produção da própria autora.

Quadro 58 – Movimento de interação do Grupo C na Aula 10 - Fase Didática 3 - Episódio

Aula 10 – F3 Episódio 2C – O que conta como dado Interações GRUPO C				
Turno	Locutor	Tempo de início	Transcrição	Categorização
21	Aluno V.	09:01	Como vai contar? Vai ser muito difícil contar isso aqui... É por folha?	P4 L1
22	Aluna G.	09:12	É...	L3

Fonte: produção da própria autora.

As relações estabelecidas nessa seção entre as práticas e conhecimentos do campo da ecologia de populações e as práticas observadas no contexto de sala de aula analisado neste estudo possibilitam pensar as interações entre a cultura escolar e a cultura científica. Os movimentos de interação trazidos nesta seção indicam que há uma relação estreita entre o conhecimento científico abordado na atividade didática e as práticas epistêmicas que observamos no contexto da sala de aula. É muito interessante notar a similaridade dos processos descritos nas referências bibliográficas que tratam dos estudos ecológicos de dinâmica de populações com os processos empregados pelos estudantes na atividade investigativa, conforme observamos nos movimentos de interação aqui mostrados.

Interpretamos nosso conjunto de análises como um repertório de evidências que indicam que o engajamento com práticas epistêmicas ocorreu fortemente na atividade didática analisada,

de forma que todos os participantes da atividade didática mobilizaram ações discursivas consonantes com nossas rubricas/descriptores das práticas epistêmicas. Esse engajamento traz indicativos da consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas e as práticas epistêmicas de legitimação indicam processos de validação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Além disso, determinadas práticas epistêmicas presentes em nossas análises se relacionam e partilham similaridade com as práticas e conhecimentos empregados no campo científico de estudo de dinâmica de populações, o que sugere que nessa atividade houve uma grande interlocução entre a cultura científica e a cultura escolar.

A seção 4 como um todo buscou mostrar e descrever os resultados de nossas análises e apontar as evidências e dados presentes em tais resultados que nos permitem fazer a discussão aqui apresentada. À luz de nossos pressupostos teóricos interpretamos essas evidências objetivando formar um repertório de elementos que nos permita responder nossas questões de pesquisa e pensar em futuras pesquisas que se aprofundem nos aspectos aqui analisados. Nosso repertório de análises é vasto, porém aqui trouxemos exemplos representativos das evidências que sustentam nossas explicações, argumentos e conclusões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para elaborar nossos comentários finais e conclusões acreditamos que aqui torna-se necessário retomar alguns pressupostos teóricos discutidos ao longo deste trabalho.

Neste estudo, partimos dos pressupostos da psicologia sociocultural para argumentar que as interações sociais consistem em um dos principais mecanismos pelos quais se dá a aprendizagem e que, dessa forma, a linguagem em suas diferentes expressões representa uma das principais mediadoras desse processo. Outro apontamento importante baseado nos estudos da sociologia e filosofia da Ciência diz respeito ao entendimento da Ciência como um empreendimento social no qual diferentes atores sociais (pesquisadores, técnicos de laboratório, alunos de pós-graduação etc.) constroem conhecimento por meio de práticas socioculturais que muitas vezes se representam na linguagem que se desenvolve nesses espaços. Dessas três perspectivas teóricas (psicologia sociocultural, sociologia da Ciência e filosofia da Ciência) chegamos ao consenso da importância do aspecto social no campo da ciência e no campo da aprendizagem. O aspecto social se materializa nas interações mediadas pela linguagem que ocorrem tanto na Ciência como no espaço de sala de aula.

Os conceitos da antropologia social que entendem a aprendizagem como participação em uma comunidade de práticas também consistem em um outro pilar importante para esse trabalho. Tais conceitos do campo da antropologia social compartilham muitas similaridades com as ideias da psicologia sociocultural, na medida em que ambas perspectivas partilham que a aprendizagem acontece em contextos sociais e mediadas pelas interações que acontecem em tais contextos. Para a antropologia social, a aprendizagem e o pensamento são frutos das relações interpessoais cujos sujeitos estão engajados em uma atividade com um objetivo comum, compartilhando práticas socioculturais e coparticipando de processos de validação e legitimação de práticas, ferramentas, conhecimentos, valores, etc.

Outra ideia fundamental para este trabalho reside no conceito de alfabetização científica, que basicamente se refere à importância de uma educação científica para a cidadania, para o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas e para uma conscientização de como se dá o empreendimento científico, com foco na promoção de um entendimento sobre a natureza das ciências, visto que cada campo do conhecimento possui suas próprias formas de construir, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento científico. Neste trabalho, utilizamos a expressão “natureza das Ciências” propositalmente no plural, pois acreditamos na proposição

de que cada campo do conhecimento possui particularidades intrínsecas devido à natureza do conhecimento e dos objetos que investigam, que, conseqüentemente, atribuem características particulares às formas como as investigações científicas são conduzidas em cada disciplina científica.

A ideia de alfabetização científica mostra a importância de planejar atividades nas quais estudantes e professores tenham uma vivência autêntica das práticas de construção do conhecimento utilizadas na Ciência, de forma a se engajar e participar em práticas socioculturais durante o processo de resolução de problemas, na proposição de hipóteses, de atividades de experimentação, argumentação, etc. Com base em tais ideias, discutimos aqui duas abordagens didáticas que fomentam essa vivência autêntica de engajamento com as práticas epistêmicas: o ensino por investigação e o *continuum* evidência-explicação.

Unindo as ideias centrais da Psicologia sociocultural, da Sociologia da Ciência e Filosofia da Ciência e da alfabetização científica, neste trabalho investigamos as práticas epistêmicas com as quais a professora e os estudantes se engajaram durante uma atividade didática (investigativa e baseada no *continuum* evidência-explicação) usando como objeto de estudo as interações sociais consolidadas por meio da linguagem desenvolvida em sala de aula. Nossa investigação buscou compreender e verificar se tal atividade promoveu a formação/consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas e como a natureza da disciplina que tematizou a atividade investigativa influenciou nas práticas epistêmicas diagnosticadas nas interações discursivas analisadas.

5.1 RESPONDENDO NOSSAS PERGUNTAS DE PESQUISA

No início desse trabalho, na seção 3, apresentamos os objetivos de nosso estudo e nossas perguntas de pesquisa, as quais retomamos a seguir:

- a) Como a participação na atividade didática objeto de nossa investigação contribuiu para que o grupo de estudantes e a professora (grupo sala) constituíssem uma comunidade epistêmica de práticas?
- b) Quais as relações entre as práticas epistêmicas em que os estudantes e a professora se engajam/participam e o conhecimento disciplinar abordado na atividade didática?

Na seção 4.1 e 4.2 apresentamos evidências de que o grupo sala passou a funcionar como uma comunidade epistêmica de práticas na medida em que os participantes se engajaram na atividade didática analisada. Isso ocorreu por meio do compartilhamento de um objetivo em comum: responder à pergunta de investigação da Atividade III. Ao partilhar esse objetivo em comum, estudantes e professora se engajaram em práticas socioculturais, as quais foram compartilhadas por todo o grupo sala no processo de atingir o objetivo em comum; essas práticas socioculturais são representadas aqui neste estudo pelas práticas epistêmicas, que se evidenciaram nas interações discursivas entre professora-alunos e aluno-aluno durante processos de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento, conforme discutido na seção 4.1. Outras evidências da formação/consolidação de uma comunidade epistêmica de práticas foram apresentadas na seção 4.2; essas evidências se referem às ações e aos processos de validação e legitimação de práticas, técnicas, ferramentas, conhecimentos, procedimentos e evidências que ocorreram nas interações discursivas do grupo sala e dos pequenos grupos de estudantes, o que indica que esses formam uma comunidade epistêmica de práticas que compartilha critérios, padrões, normas e parâmetros com relação ao que é válido e legítimo dentro da comunidade. Também se destaca o papel da professora na avaliação e legitimação das proposições dos estudantes, ajudando a estabelecer os critérios para julgamento do que conta como evidência e justificativa, critérios estes que foram retomados pelos estudantes ao longo da atividade de investigação. Esses resultados nos mostram que a participação dos sujeitos na atividade de investigação analisada propiciou a constituição de uma comunidade de práticas, na qual os membros do grupo compartilharam publicamente práticas, formas de conhecer e entender a ciência, participando de processos de tomada de decisão.

Assim, respondendo nossa primeira questão de investigação, afirmamos que o grupo sala analisado consiste em uma comunidade epistêmica de práticas visto que as interações discursivas desses sujeitos refletem o engajamento e participação em práticas epistêmicas comuns e compartilhadas por todos os membros, bem como possuem momentos de compartilhamento de critérios, padrões e normas que estabelecem o que é válido e legítimo no processo de atingir o objetivo comum da comunidade.

Na seção 4.3 apresentamos evidências de como a natureza do conhecimento que tematiza a atividade didática na qual estudantes e professora se engajaram influenciou na expressão de práticas epistêmicas similares e características às desenvolvidas nos estudos científicos sobre dinâmica de populações. Tais evidências sustentam a ideia de que as particularidades de cada campo do conhecimento influenciam no processo investigativo devido

ao fato de que cada disciplina da ciência possui suas próprias formas de estruturar e conduzir uma investigação científica por meio de suas metodologias próprias, dos objetos que estuda, dos conhecimentos canônicos que utiliza, etc. As interações discursivas dos estudantes durante a atividade investigativa mostraram que esses engajaram-se em práticas epistêmicas muito similares as presentes nos estudos ecológicos de dinâmica de populações, como a utilização e construção de gráficos que expressam a dinâmica da população ao longo do tempo e o estabelecimento de metodologias e técnicas de contagem e amostragem de indivíduos. As orientações presentes em livros da área (por exemplo, ODUM, 1997; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006) sobre como tais estudos se desenvolvem mostram que as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos estudantes estão em consonância com as práticas epistêmicas características dos estudos ecológicos sobre dinâmica de populações. Assim temos evidências relevantes de que o domínio específico abordado na atividade investigativa possui práticas epistêmicas inerentes que se refletiram nas interações que ocorreram em sala de aula, trazendo a necessidade de inclusão de novas categorias de práticas relacionadas à proposição, comunicação e legitimação do conhecimento.

Respondendo nossa segunda questão de pesquisa, com base em nossos dados, podemos afirmar que existe uma relação entre práticas epistêmicas e conhecimento disciplinar na medida em que as evidências deste estudo sugerem que existem especificidades epistêmicas que se relacionam com a natureza do conhecimento e seus objetos de estudo; tais especificidades vêm à tona quando um campo disciplinar está em estudo, na medida em que os sujeitos se engajam em suas práticas epistêmicas inerentes. Isso reforça a importância de pesquisadores e educadores reconhecerem e conhecerem as práticas epistêmicas específicas de seu campo de atuação, não apenas entre os grandes domínios (ciências biológicas, físicas ou da terra), como também dentro deles, em suas diversas disciplinas (ecologia, botânica, zoologia, entre outras das ciências biológicas). Como indicado aqui neste estudo, para o caso da ecologia, há múltiplas formas de se construir conhecimento. Assim, uma infinidade de práticas epistêmicas pode emergir nos diversos contextos e atividades educacionais existentes, o que contesta a ideia de um método científico universal e de um conjunto limitado de práticas relacionadas ao empreendimento científico.

Por fim, outro aspecto importante desta pesquisa diz respeito aos propósitos educacionais. Os resultados e discussões desse trabalho apontam para a importância e para o valor do planejamento e elaboração de atividades e sequências didáticas que explorem as diferentes áreas e disciplinas científicas buscando aproximar as práticas epistêmicas das

Ciências ao campo escolar. Nossos resultados sugerem que o engajamento com as práticas epistêmicas promove oportunidades para que os estudantes se apropriem da cultura científica, desenvolvendo práticas epistêmicas similares às empregadas no campo científico, utilizando representações típicas da cultura científica, construindo explicações com base em dados e evidências coletados por eles próprios, entre outros aspectos. Além disso, essas atividades didáticas promovem uma interlocução entre os diferentes sujeitos da sala de aula, possibilitando a formação de uma comunidade coesa e engajada capaz de negociar critérios, de estabelecer consensos e de trabalhar coletivamente de forma colaborativa e participativa.

5.2 POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS DESTA PESQUISA

Futuras investigações podem focalizar como as práticas epistêmicas de diferentes disciplinas científicas e/ou da biologia se manifestam em atividades didáticas baseadas em temas de tais campos do conhecimento. O monitoramento e diagnóstico de como as particularidades das disciplinas científicas se materializam no espaço de aula pode trazer um maior entendimento sobre como estruturar atividades didáticas e pedagógicas que promovam oportunidades para os alunos desenvolverem maior compreensão sobre a natureza das Ciências e as formas de construção do conhecimento entre os diferentes campos disciplinares.

Outras investigações podem incidir sobre o processo de formação de comunidades epistêmicas de práticas em disciplinas, contextos e níveis de ensino diferentes dos investigados neste estudo. A investigação sobre o compartilhamento de práticas socioculturais como as práticas epistêmicas e de processos de negociação de critérios, normas e regras entre professores e estudantes quando esses partilham um objetivo em comum (por exemplo, resolver um problema ou responder uma questão investigativa) podem trazer novos conhecimentos sobre como tais processos de negociação se desenvolvem e contribuem para a formação de comunidades epistêmicas de práticas.

Por fim, a investigação das ações/interações discursivas desenvolvidas em sala de aula em diferentes contextos, níveis de ensino e campos do conhecimento pode trazer novos questionamentos e conhecimentos sobre como tais fatores influenciam no conjunto de práticas epistêmicas com as quais os estudantes se envolvem, fornecendo novas evidências de como tais práticas são contextuais e situadas localmente.

REFERÊNCIAS⁷

ALVES, A. J. O planejamento das pesquisas qualitativas em educação. Cadernos de pesquisa, 77, p. 53-61, 1991.

ALVES DA SILVA, J. As possíveis contribuições do ensino de ciências para a identidade do Ensino Fundamental II e para a tarefa de alfabetizar. Ciência & Educação (Bauru), v. 19, n. 4, 2013. ISSN 15167313.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2001. ISSN 14152150. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172001030203>.

AULT, C. R. Criteria of excellence for geological inquiry: The necessity of ambiguity. Journal of research in science teaching, v. 35, n. 2, p. 189-212, 1998. ISSN 0022-4308.

BARAB, S. A.; DUFFY, T. From practice fields to communities of practice. In: JONASSEN, D.; LAND, S. (Eds.). Theoretical foundations of learning environments. New York: Routledge, 2012, cap. 2, p. 29-65. ISBN 0415894220

BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. São Paulo: Contexto, 2002. ISBN 8572442073

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Ecology: from individuals to ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. ISBN 1405111178.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. Didática de ciências – o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999. ISBN 9788532242464

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. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Ed.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20. ISBN 9788522114184.

CAZELLI, S.; FRANCO, C. Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 2, p. 145-159, 2001. ISSN 14152150. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172001030206>.

CETINA, K. K. Epistemic cultures: How the sciences make knowledge. Cambridge: Harvard University Press, 2009. ISBN 0674039688.

⁷ De acordo com as Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP : parte I (ABNT)/Sistema Integrado de Bibliotecas da USP --3.ed. rev. ampl. mod. - - São Paulo : SIBiUSP.

CHASSOT, A. Alfabetização científica – questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2000. ISBN: 9788541901888.

CHIZZOTTI, A. Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais. Petrópolis: Vozes, 2006. ISBN 9788532633903.

COOPER, C. F.; STEWART, B. S. Demography of northern elephant seals, 1911-1982. *Science*, v. 219, n. 4587, p. 969-971, 1983. ISSN 0036-8075.

CRAWFORD, B. A. Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching*, v. 44, n. 4, p. 613-642, 2007. ISSN 1098-2736.

DAJOZ, R. Princípios de ecologia. Rio de Janeiro: Artmed, 2005. ISBN 8536305657.

DAVIDSON, J. On the growth of the sheep population in Tasmania. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, v. 62, n. 2, p. 342-46, 1938.

DEL-CORSO, T. M. Indicadores de alfabetização científica, argumentos e explicações: análise de relatórios no contexto de uma sequência de ensino investigativo. 2014. (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DENZIN, N. K. The research act: A theoretical introduction to sociological methods. Nova Jersey: Transaction publishers, 2009. ISBN 0202362485.

DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.

FORBES, A.; SKAMP, K. Knowing and Learning about Science in Primary School 'Communities of Science Practice': The Views of Participating Scientists in the MyScience Initiative. *Research in Science Education*, v. 43, n. 3, p. 1005-1028, Jun 2013. ISSN 0157-244X.

FOUREZ, G. Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Paris: De Boeck Supérieur, 1994. ISBN 2804119580.

FREIRE, P. Educação como prática de liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015. ISBN 9788577530205

FREITAS, M. T. A. Vygotsky & Bakhtin. Psicologia e educação: um intertexto. São Paulo: Editora Ática, 1994. ISBN 9788508046126.

GALEMBECK, P. T. O turno conversacional. In: PRETI, D. (Ed.). Análise de textos orais. São Paulo: Humanitas, 2010. cap. 3, p.65-92. ISBN 8577321428

GAUSE, G. F. Experimental studies on the struggle for existence. *Journal of experimental biology*, v. 9, n. 4, p. 389-402, 1932. ISSN 0022-0949.

GEROLIN, E. C.; SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. F. Ensino de ecologia por investigação: relações entre práticas epistêmicas e conhecimento disciplinar. *Enseñanza de las ciencias*, no prelo. ISSN 02124521

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de administração de empresas*, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GONTIJO, A. B. Estudo e modelagem das dinâmicas estruturais de assembléias de formigas tropicais em diferentes escalas ecológicas. 2009. (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

GONZALEZ-HOWARD, M.; MCNEILL, K. L. Learning in a community of practice: Factors impacting english-learning students' engagement in scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 4, p. 527-553, Apr 2016. ISSN 0022-4308.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquíicultura. *Planta daninha*, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2006. ISSN 0100-8358.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014. ISSN 0950-0693.

JASPERS, K. *Origen y meta de la historia*. Madrid: Revista de Occidente, 1968. ISBN 9780000047946

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. ISSN 09267220. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-012-9561-6>.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: TABER, K. S. e AKPAN, B. (Ed.). *Science Education: An International Course Companion*. Rotterdam: SensePublishers, 2017. p.69-80. ISBN 978-94-6300-749-8.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. et al. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. *Annual American Educational Research Association*, 2008, New York.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R. A. e GRANDY, R. E. (Ed.). *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. cap. 8, p. 99-117. ISBN 9789087902711.

_____. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. In: LINDER, C. et al. (Eds.). *Exploring the landscape of scientific literacy*. Londres: Routledge, 2011, p. 61-73. ISBN 041587436X

_____; CHEN, C. The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 8, p. 883-915, 1999. ISSN 0022-4308.

_____; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. National Association for Research in Science Teaching, 2002, New Orleans.

_____; LICONA, P. Epistemic practices and science education. In M. Matthews (Ed.), History, philosophy and science teaching: New research perspectives. Dordrecht: Springer, 2018, p. 139-165. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5.

KUHN, D. et al. Can Engaging in Science Practices Promote Deep Understanding of Them? Science Education, v. 101, n. 2, p. 232-250, 2017. ISSN 1098-237X.

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 2013. ISBN 8527301113.

LAI, K. et al. Measuring graph comprehension, critique, and construction in science. Journal of Science Education and Technology, v. 25, n. 4, p. 665-681, 2016. ISSN 1059-0145.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. ISBN 9788573161236

LAVE, J.; WENGER, E. Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. ISBN 0521423740.

LEMKE, J. L. Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona: Ediciones Paidós Iberica, 1997. ISBN 9788449303203.

LESSA DE OLIVEIRA, C. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. Travessias, v. 2, n. 3, 2008.

LESSARD-HÉBERT, M.; GOYETTE, G.; BOUTIN, G. Investigação qualitativa: fundamentos e práticas. Lisboa: Instituto Piaget, 2005. ISBN 9789727717378.

LIDAR, M.; LUNDQVIST, E.; ÖSTMAN, 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. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20092>.

LONGINO, H. E. Science as social knowledge: Values and objectivity in scientific inquiry. Princeton University Press, 1990. ISBN 0691020515.

_____. The fate of knowledge. Princeton University Press, 2002. ISBN 0691088764.

_____. The Social Dimensions of Scientific Knowledge. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. ZALTA, E. N. Stanford University: The Metaphysics Research Lab 2016. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/scientific-knowledge-social/>. Acesso em: 20 jul. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: E.P.U., 2014. ISBN 9788521622505.

MAYR, E. *Biologia, ciência única – Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. ISBN 9788535906882.

MORTIMER, E. F.; ARAUJO, A. O. Using productive disciplinary engagement and epistemic practices to evaluate a traditional Brazilian high school chemistry classroom. *International Journal of Educational Research*, v. 64, p. 156-169, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.07.004>.

MORTIMER, E. F. et al. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências. In: NARDI, R. (Ed.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo, 2007. p.53-94. ISBN 8575312774.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press, 2003. ISBN 0335212077.

NASCIMENTO, E. D. O.; SILVA, A. C. T.; FRANÇA, E. C. M. Práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos: importância de cada categoria, relacionando-as em uma atividade investigativa de ciências. Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, 2012, São Cristóvão.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003. ISSN 1098-237X.

ODUM, E. P. *Fundamentos de ecologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1997. ISBN 9789723101584.

OSBORNE, J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, v. 25, n. 2, p. 177-196, March 01 2014. ISSN 1573-1847.

_____. Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge. In: DUSCHL, R. A. e BISMARCK, A. S. (Ed.). *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice*. New York, NY: Routledge, 2016. cap. 16. ISBN 1138901040.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, v. 14, p. 47-61, 2015. ISSN 1747-938X.

PEREIRA DOS SANTOS, W. L. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista brasileira de educação*, v. 12, n. 36, 2007. ISSN 1413-2478.

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. D.; CHRISTOFFERSEN, M. L. O Arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 106-120, 2013.

POTT, V. *Lemnaceae. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, v. 2, p. 135-140, 2002.

PRAIN, V.; TYTLER, R. Learning through constructing representations in science: A framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*, v. 34, n. 17, p. 2751-2773, 2012. ISSN 0950-0693.

_____. Representing and Learning in Science. In: TYTLER, R.; PRAIN, V., et al (Ed.). Constructing Representations to Learn in Science. Rotterdam: SensePublishers, 2013. p.1-14. ISBN 978-94-6209-203-7.

PRETI, D. Análise de textos orais. São Paulo: Humanitas, 2010. ISBN 8577321428.

REZENDE, D. F. D. Análise das ações de uma professora na leitura e interpretação de gráficos em uma sequência didática de ensino investigativa de biologia. 2015. (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROTH, W.-M.; POZZER-ARDENGHI, L. Pictures in Biology Education. In: TREAGUST, D. F. e TSUI, C.-Y. (Ed.). Multiple Representations in Biological Education. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p.39-53. ISBN 978-94-007-4192-8.

SACA, L. Y. Discurso e Aspectos Epistêmicos: análise de aulas de Ensino por Investigação. 2017. 158 (Mestrado). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, v. 89, n. 4, p. 634-656, 2005. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20065>.

SANDOVAL, W. A.; REISER, B. J. Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, v. 88, n. 3, p. 345-372, 2004. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.10130>.

SANDÍN ESTEBAN, M. P. Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Porto Alegre: AMGH, 2010. ISBN 9788563308108.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na reestruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C., et al (Ed.). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. 1, p.1-27. ISBN 852211062X.

_____. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Ed.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 3, p.41-61. ISBN 9788522114184.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. ISSN 15188795.

_____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. ISSN 15188795

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos teórico-metodológicos da análise das dinâmicas discursivas das salas de aula de ciências. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. Práticas epistêmicas no ensino de biologia: constituição de uma comunidade de práticas em uma atividade investigativa. *Enseñanza de las ciencias, no prelo*. ISSN 02124521

SILVA, M. B. A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia. 2015. (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SKILLICORN, P.; SPIRA, W.; JOURNEY, W. Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. World Bank, 1993. ISBN 082132067X.

SMITH, M. K. Jean Lave, Etienne Wenger and communities of practice. The encyclopedia of informal education, 2003. Disponível em: <http://infed.org/mobi/jean-lave-etienne-wenger-and-communities-of-practice/>. Acesso em: 06/10/17 às 18h34.

STROUPE, D. Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 487-516, May 2014. ISSN 0036-8326.

TAVARES, F. D. A. Reúso de água e polimento de efluentes de lagoas de estabilização por meio de cultivo consorciado de plantas da família Lemnaceae e tilápias. 2008. (Doutorado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ULLRICH, D. R. et al. Reflexões teóricas sobre confiabilidade e validade em pesquisas qualitativas: em direção à reflexividade analítica. *Análise*, v. 23, n. 1, 2012. ISSN 1516-2680.

VIEIRA, L. C. Aplicação de macrófitas como bio-sorventes no tratamento de rejeitos radioativos líquidos. 2016. (Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução: José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1998. ISBN 9788533608184.

WENGER, E. Communities of practice: Learning, meaning, and identity. Cambridge university press, 1998. ISBN 0521663636.

WU, H. K.; KRAJCIK, J. S. Exploring middle school students' use of inscriptions in project-based science classrooms. *Science Education*, v. 90, n. 5, p. 852-873, 2006. ISSN 1098-237X.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. Porto Alegre: Bookman, 2010. ISBN 8577806553.

ÖSTMAN, L.; WICKMAN, P. O. A pragmatic approach on epistemology, teaching, and learning. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 375-382, 2014. ISSN 1098-237X.

ANEXOS

ANEXO A – RELATÓRIOS PRODUZIDOS NA ATIVIDADE III (INVESTIGAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL DE *LEMNA SP.*) PELOS GRUPOS DE ESTUDANTES ANALISADOS

- GRUPO A

Pergunta

O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?

Metodologia

Para conseguir responder a pergunta, realizamos um experimento com os seguintes materiais:

- Pote pequeno;
- Lemnas;
- Água;
- Adubo;
- Luminária

Primeiro pegamos um pote pequeno, onde acrescentamos uma pequena quantidade de terra (uma colher de café) e um pouco de água.

Após prepararmos o pote, utilizamos um palito de sorvete para coletar as Lemnas sem causar danos a elas, com muito cuidado as retiramos de seu recipiente e colocamos no centro do pote.

Depois colocamos em um balcão com uma luminária para fornecer luz às Lemnas.

Tiramos fotos do crescimento da população das Lemnas todos os dias (tirando sábado e domingo) do dia 06/08 até 20/08.

Resultados

06/08

Dia 06/08 - primeiro dia
Colocamos as lemmas no cen-
tro do pote, algumas já es-
torram mortas, mas a maie-
ria eram verdes.

TOTAL DE FOLHAS: 152

TOTAL DE FOLHAS VERDES: 130

TOTAL DE FOLHAS PRETAS E BRANCAS: 22

12/08

Dia 12/08 - sétimo dia.

Depois do fim de semana,
houve um pico de crescimen-
to muito grande como mos-
tra no gráfico. As folhas
estão cada vez mais espalha-
das pelo pote.

TOTAL DE FOLHAS: 273 TOTAL FOLHAS
VERDES: 247 FOLHAS PRETAS: 26

15/08

Dia 15/08 - décimo dia de
observação. As lemmas se
espalharam para os cantos
do pote, a quantidade de
folhas aumentaram

TOTAL DE FOLHAS: 303

TOTAL DE FOLHAS VERDES: 276

TOTAL DE FOLHAS PRETAS E BRANCAS: 27

20/08

20/08 - último dia de expe-
rimento. As lemmas se espal-
haram pelo pote, o tama-
nho e a quantidade de fo-
lhas aumentaram.

TOTAL DE FOLHAS: 319

TOTAL DE FOLHAS VERDES: 289

TOTAL DE FOLHAS PRETA E BRANCAS: 30

Dados de contagem dos Lemnas

DIA	QUANTIDADE FOLHAS VERDES	QUANTIDADE FOLHAS PRETAS E BRANCAS	QUANTIDADE TOTAL
06/08	130 ✓	22	152 ✓
07/08	156 ✓	24	180 ✓
08/08	131 ✓	18	149 ✓
09/08	143 ✓	18	161 ✓
12/08	247 ✓	26	273 ✓
13/08	268 ✓	25	293 ✓
14/08	255 ✓	23	278 ✓
15/08	276 ✓	27	303 ✓
16/08	286 ✓	28	314 ✓
19/08	282 ✓	18	300 ✓
20/08	289 ✓	30	319

Interpretação

Antes de analisarmos os resultados, fizemos hipóteses:

- 1/3 da população de Lemnas total são de coloração branca/preta; mas ao longo do mês (com o crescimento de folhas verdes) a população de Lemnas brancas/pretas vai diminuir.
- As Lemnas irão ocupar todo o pote.

Depois de analisarmos os resultados, observamos que a população de Lemnas brancas/pretas não chegava a ser 1/3 era bem menor, mas o crescimento de Lemnas verdes cresceu e diminuiu ao longo do mês.

Observamos que os potinhos que estavam com as Lemnas e mais próximos da luminária tinham mais folhas do que as que estavam afastadas da luminária, ou seja, as Lemnas precisam

de luz constante para a população aumentar.

Conclusão

A população irá crescer, principalmente as Lemnas de folhas verdes, mas as de folhas brancas/pretas irá crescer (mas pouco) comparando com as folhas verdes.

• GRUPO B

Dinâmica populacional de Lemnas

Pergunta

O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?

Metodologia

No mês de agosto iniciamos a investigação colocando água, terra e lemnas no potinho. Deixamos a população próxima à uma luminária ligada 24h por dia. Observamos durante 15 dias, tiramos fotos para facilitar a conta dos mortos e vivos, com as fotos impressas criamos uma maneira de contar as lemnas, dividimos em partes a população para facilitar:

Após contar a população, somamos e comparamos os 15 dias observados.

Resultados

- Imagem 1 (06/08): folhas verdes, população pequena → 158 folhas vivas; 14 mortas.
- Imagem 2 (07/08): folhas verdes, aumento pequeno de ~~mortas~~, movimento de algumas folhas. → 160 folhas vivas; 19 mortas.
- Imagem 3 (08/08): Aumento maior da população; folhas estão ficando mais esverdeadas, movimento das folhas → folhas 181 vivas; 19 mortas.
- Imagem 4 (08/08): Distribuição das folhas no espaço, aumento das folhas mortas, ~~estão~~ estão esverdeadas/verdes → folhas 187 vivas; 13 mortas.
- Imagem 5 (12/08): aumento da população, distribuição de muitas folhas, folhas com verde mais forte → folhas 204 vivas; 15 mortas.
- Imagem 6 (13/08): População bem espalhada no espaço, bem verde, aumento da população (tanto viva como morta) → 204v; 13m.
- Imagem 7 (14/08): ^{IMA bem cel.} aparentemente não ocorreu mudanças nas folhas. Elas estão se "juntando" no lado S. → folhas vivos: 195 e mortos: 16
- Imagem 8 (15/08): VIV

RESULTADOS

Dias	natalidade	mortalidade
06/08	158 (unício)	14 (unício)
07/08	+ 2	-5
08/08	+ 21	-0
09/08	+ 6	-
10/08	+ 5	-1
11/08	+ 5	-1
12/08	+ 17	-2
13/08	+ 9	-4
14/08	-	-
15/08	+ 3	-
16/08	+ 13	-9
17/08	+ 5	-2,5
18/08	+ 6	-2,5
19/08	+ 9	-5
20/08	+ 10	-5

RESULTADOS

TABELA

Dias	Ovas	metas
06/08	158	14
07/08	160	19
08/08	181	19
09/08	187	13
12/08	204	15
13/08	213	19
14/08	194	16
15/08	197	11
16/08	211	20
19/08	220	25
20/08	230	30

Interpretação

No começo do experimento, a população começou com 158 indivíduos vivos e 14 indivíduos mortos, não houve crescimento nos dois primeiros dias, pois elas estavam se adaptando ao ambiente.

Após o segundo dia houve um grande crescimento na população, pois havia muitos nutrientes, luz e espaço para elas se desenvolverem.

Já no oitavo dia de observação houve uma queda significativa das lemnas; neste período (13/ago a 15/ago) a temperatura ambiente caiu, o que pode ter provocado a diminuição da população.

A partir do décimo dia de observação volta a aumentar a quantidade de lemnas. Com a queda anterior os nutrientes aumentam e o espaço também, além da temperatura ambiente ter aumentado.

No dia 18/08 até o último dia de observação a população se torna estável, pois sua carga capacidade biótica deve ter sido máxima.

- GRUPO C

Pergunta

O que acontece com uma população biológica após a colonização por alguns indivíduos de um ambiente com as condições ideais para desenvolvimento da espécie?

Metodologia

Pegamos um recipiente, colocamos terra, água e 1 colher de café de Lemnas. Após isso, acompanhamos seu crescimento por 2 semanas e durante esse tempo tiramos fotos (exceto nos fins de semana); a partir delas, fizemos a contagem e criamos um gráfico.

Resultados

Resultados:

Dia	Quantidade	Dia	Quantidade
1º	146	9º	204
2º	151	10º	277
3º	171	11º	258
4º	158	12º	277
7º	215	14º	274
8º	238	15º	343

Interpretação

Ao acompanhar as Lemnas por 2 semanas, vimos um crescimento, que pode ter sido decorrente das boas condições, como a luz que estava direcionada para o recipiente do nosso grupo.

Como algumas das lemnas que foram utilizadas nos 1os dias, já estavam para morrer, logo de início, ocorreu uma queda na população, assim tendo mais espaço e ocorrendo um aumento.

Depois houve uma grande queda, pelo mesmo fato, e teve um crescimento, que a partir da reta (azul) no gráfico, podemos concluir que a população está se estabilizando, por causa da redução de espaço, devido ao crescimento da população.

ANEXO B – ATIVIDADE I (LEITURA E INTERPRETAÇÃO DO ARTIGO DEMOGRAPHY OF NORTHERN ELEPHANT SEALS, 1911 – 1982) DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Escola de Aplicação da FEUSP

Ficha 3.1 – Interpretação de texto	Professora: Maíra Batistoni	Data: / /
Aluno (a):	n.º.	1º ano - Ensino Médio

Este texto inicia nosso trabalho com o tema Dinâmica de Populações, o qual norteará todas as atividades até o final do ano. Ele foi adaptado por mim do original *Demography of Northern Elephant Seals, 1911-1982*, publicado na Revista *Science*, vol. 19, pg. 969-971, em 1983 (disponível para download em www.sciencemag.org). As adaptações consistiram em: livre tradução, inserção de mapa, adequação de termos técnicos e omissão da parte final (conclusão).

Demografia de Elefantes Marinhos do Norte, 1911-1982

Charles F. Cooper & Brent S. Stewart

Nos últimos 50 anos, a efetiva proteção do litoral do México e Estados Unidos (Figura 1), local de reprodução de diversos animais marinhos, permitiu que os Elefantes Marinhos (*Mirounga angustirostris*) retornassem para as ilhas da costa da Califórnia, onde a caça comercial havia extinguido esta população no início dos anos 1900.

Figura 1. Mapa do local onde o estudo foi realizado. No sentido Norte-Sul, as ilhas em destaque são: Año Nuevo, Farallones, San Miguel e San Nicolas, todas nos Estados Unidos, e Guadalupe e San Benito no México.

Fonte: Googlemaps, 2012.

Este repovoamento oferece uma oportunidade única de analisar quantitativamente o crescimento da população de um grande mamífero recolonizando um antigo habitat após medidas de conservação.

Os elefantes marinhos apenas se reproduzem na faixa litorânea entre a Baía de San Francisco, nos EUA, até a ponta de Baja Califórnia, no México (Figura 1). Após quase sua extinção, por volta de 1880, a espécie foi redescoberta na Ilha Guadalupe, Baja Califórnia, em 1892. A população total logo após 1900 era estimada em menos de 100 indivíduos.

Na Califórnia, as fêmeas dos elefantes marinhos tornam-se adultas por volta dos 6 anos, porém, quando a densidade populacional é baixa, normalmente dão a luz ao primeiro filhote com 3 ou 4 anos. Os filhotes, únicos, nascem entre dezembro e fevereiro. São sedentários e conspícuos, o que permite uma contagem confiável dos animais vivos e mortos. Como parâmetro do tamanho populacional, foi utilizado o número de filhotes, que foram contados por diferentes observadores em intervalos de tempo variáveis. Este artigo é baseado em dados publicados por outros pesquisadores a partir de contagens realizadas entre 1958 e 1981.

Machos transeuntes visitavam as ilhas do Canal da Califórnia desde o início de 1925, mas a reprodução no local se iniciou apenas depois 1950. Oito filhotes foram avistados na Ilha San Miguel em 1958, e 48 na Ilha San Nicolas em 1959. Na Ilha Año Nuevo, os primeiros filhotes apareceram em 1961, enquanto na Ilha Farallones, apenas em 1972. No continente os filhotes começaram a aparecer desde 1975.

Figura 2 (esquerda). Crescimento da produção de filhotes de Elefante Marinho nas Ilhas San Miguel e San Nicolas, EUA. **Figura 3 (direita).** Crescimento da produção de filhotes de Elefante Marinho nas Ilhas Año Nuevo e Farallones (EUA) e Guadalupe e San Benito (México).

Em San Miguel, o número de filhotes aumentou a uma taxa de crescimento de 47% ao ano entre 1958 a 1964 (não há contagem no meio do período). A produção de filhotes na Ilha Año Nuevo aumentou 41% ao ano de 1962 a 1968 (Figura 3). Estas taxas de crescimento populacional são impossíveis para uma espécie com reprodução tardia e gestações únicas sem uma contínua adição de fêmeas em idade reprodutiva (emigração).

A produção de filhotes nas ilhas San Miguel, San Nicolas e Año Nuevo aumentou exponencialmente desde seu estabelecimento e, aparentemente, a população nestas ilhas ainda não está estabilizando, pois não houve diminuição da taxa de crescimento das colônias (Figura 2 e 3). Em San Miguel, a população de filhotes estimada para 1982, de acordo com a linha média do gráfico, será de 7820 indivíduos, o número atual (1981) é 7370. Já em San Nicolas, a previsão é de 1480 filhotes. O número atual é de 1305 filhotes.

Para avaliar o futuro curso da população das ilhas da Califórnia, nós examinamos dados das populações de Guadalupe e San Benito, locais de origem dos elefantes marinhos responsáveis para recolonização na Califórnia.

A média anual de crescimento da produção de filhotes entre 1965 e 1977 foi de 5,4% em Guadalupe e 5,9% em San Benito, crescimento bem menor do que aquele observado nas populações da Califórnia (EUA) no mesmo período. O crescimento da população da Califórnia como um todo (EUA e México) entre 1965 e 1977 foi de 8,3% por ano, valor aceitável de crescimento considerando-se apenas a reprodução das fêmeas locais. **Continua...**

Interpretando

1. Que tipo de texto é este? Como você chegou a esta conclusão?
2. Apesar de não estar dividido, é possível identificar as partes de um texto científico. Localize-as no próprio texto.
3. Quem colocou o mapa neste texto? Qual foi a intenção?
4. Quem colocou os gráficos neste texto? Qual é o papel deste tipo de imagem num texto científico?
5. Quais dados foram necessários para construir o gráfico? Como eles foram produzidos?
6. O que os gráficos estão representando?
7. Haveria outra forma de representar o mesmo fenômeno? Qual?
8. Por que o autor escolheu a forma gráfica para representá-lo?
9. De acordo com sua compreensão do texto, o que é uma população?
10. Quais fatores, que aparecem no texto, podem influenciar o tamanho de uma população?

11. Na parte final do artigo, os autores afirmam que não é possível explicar o crescimento populacional nas Ilhas San Miguel e San Nicolas apenas pela reprodução das fêmeas destas ilhas. Com base em quais informações é possível afirmar isto?

12. Os autores concluem, com base nos dados dos gráficos, que a constante imigração de fêmeas das Ilhas Guadalupe e San Benito foi fundamental para o crescimento populacional em San Miguel e San Nicolas. Por que é possível concluir isso?

Bom trabalho!

APÊNDICE

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DAS AULAS QUE COMPÕEM A ATIVIDADE III - INVESTIGAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO POPULACIONAL DE *LEMNA SP.*

AULA 05

A professora inicia a aula dando instruções iniciais sobre a logística de funcionamento da atividade que será iniciada nessa aula, discutindo questões como a avaliação, período em que a atividade será desenvolvida, formação dos grupos de trabalho, etc.; tais orientações são discutidas com os estudantes durante aproximadamente seis minutos. Posteriormente a professora inicia a explicação sobre a atividade investigativa apresentando aos estudantes a pergunta que norteará a investigação, bem como o material de estudo com qual os estudantes irão trabalhar: a população de Lemnas. Nesse momento a professora também aproveita para retomar alguns aspectos de uma atividade anterior na qual os estudantes também trabalharam com o tema dinâmica populacional; essa atividade anterior consistiu no estudo de um artigo científico adaptado sobre demografia de elefantes marinhos. Nesse momento da aula os estudantes começam a questionar a professora sobre as características do material de estudo – a população de *Lemna sp.* – com a finalidade de coletar informações que sejam relevantes para o desenvolvimento da investigação; esse processo tem duração de aproximadamente 13 minutos. Após esse momento, durante quatro minutos (que não consideramos em nossa análise e, por isso, não foram transcritos), a professora conta aos estudantes como conseguiu a população inicial de Lemnas; após o término da conversa sobre como se originou a população inicial, os estudantes voltam a fazer questionamentos à professora sobre características ambientais, fisiológicas e morfológicas das Lemnas; depois a professora orienta os estudantes sobre como o experimento objeto da investigação científica deve ser montado, ditando o procedimento passo-a-passo. Dando continuidade à aula, a professora faz perguntas a fim de fomentar uma discussão sobre como acompanhar e contar os indivíduos da população de Lemnas; os estudantes e a professora discutem alternativas para o acompanhamento e contagem dos indivíduos durante aproximadamente 13 minutos. A aula é finalizada com orientações para a continuidade da atividade (montagem do experimento) que acontecerá após o intervalo.

Quando os estudantes retornam do intervalo, a professora avisa que dará 15 minutos para cada grupo montar seu experimento e passa novamente o passo-a-passo da montagem do ambiente e do procedimento de colonização das Lemnas de cada grupo. Após o término da

montagem dos experimentos, os grupos voltam para suas mesas e a professora inicia uma aula expositiva/dialogada sobre dinâmica populacional, com duração de aproximadamente 30 minutos, abordando os conceitos de natalidade, mortalidade, imigração, emigração, potencial biótico, fatores limitantes do crescimento populacional (resistência ao meio, recursos, competição, predação), curvas de crescimento real e capacidade suporte. Em muitos momentos a professora utiliza o artigo científico adaptado sobre demografia de elefantes marinhos que os estudantes estudaram em uma atividade anterior para dar exemplos sobre os conceitos que está explicando. No momento dessa aula expositiva a professora utiliza gráficos para explicar os conceitos de potencial biótico, resistência do meio e capacidade de carga; a professora também utiliza um gráfico para discutir as curvas de crescimento real. É importante ressaltar que apesar de utilizar gráficos para explicar conceitos da temática estudada, não há a instrução explícita sobre as curvas e os modelos matemáticos de crescimento exponencial e logístico.

AULA 10

A professora inicia a aula com discurso de manejo de sala e aguarda os estudantes se acomodarem em seus lugares durante aproximadamente um minuto. Após os estudantes sentarem, a professora solicita que eles entreguem o exercício de amostragem; esse processo dura aproximadamente três minutos. A professora então inicia a chamada pelos grupos de estudantes que estão trabalhando juntos na atividade investigativa e questiona se os mesmos trouxeram as impressões das fotografias que compõem os registros da população de Lemnas dos últimos seis dias úteis; a professora chama a atenção dos grupos que não levaram as impressões e ressalta que consta no cronograma da disciplina que a atividade do dia servirá como critério de avaliação do desempenho individual dos membros de cada grupo. Esse processo dura aproximadamente quatro minutos.

Terminada a chamada a professora solicita que os membros dos grupos se reúnam, determinando a disposição desses na sala de aula. Posteriormente, a professora passa as orientações sobre a tarefa do dia que consiste no início da contagem dos indivíduos que compõem a população de Lemnas, acompanhada de uma análise parcial desses dados para iniciar a elaboração de uma explicação que responda a pergunta da investigação. A professora distribui para os grupos folhas que contém a impressão dos registros fotográficos (dos últimos seis dias úteis) da população de cada grupo e orienta que eles consultem seus próprios registros para datar essas fotografias, visto que o registro fotográfico só se realiza nos dias úteis, portanto,

as datas não são sequenciais. A professora esclarece que a duplicidade das impressões dos registros fotográficos (uma impressão foi feita pelo grupo e outra foi feita pela professora) serve para que os grupos tenham a opção de utilizar uma impressão como rascunho e outra como ilustração caso desejem incluir esses registros fotográficos no relatório que deve ser confeccionado ao final da atividade investigativa. Esse momento dura aproximadamente três minutos.

Os estudantes se organizam em seus respectivos grupos e durante aproximadamente seis minutos trabalham entre si. Nesse momento a professora chama a atenção dos grupos e retoma a comanda da tarefa do dia, explicitando que os estudantes precisam entregar ao final da aula a análise dos dados contendo o tamanho da população em cada dia de registro, procurando mostrar o que está acontecendo com a população. Além disso, a professora sugere que os grupos tentem elaborar explicações para justificar suas repostas; esse momento dura aproximadamente 30 segundos.

Os estudantes retomam o trabalho em grupo e, após um minuto, a professora interrompe a aula novamente para informar que não é necessário consultar o celular para checar as datas dos registros fotográficos, pois na impressão entregue pela professora esses estão organizados cronologicamente; essa nova intervenção dura aproximadamente 30 segundos.

Os estudantes retomam o trabalho novamente e, após um minuto e meio, a professora avisa os grupos que eles podem recortar os registros fotográficos da folha impressa para dividir a tarefa de contagem dos indivíduos; nesse momento os colegas de grupo de pesquisa da professora começam a auxiliar os grupos no processo de contagem dos indivíduos.

Os estudantes retomam o trabalho em grupo durante aproximadamente 24 minutos e nesse tempo trabalham na tarefa do dia enquanto a professora transita pela sala para tirar dúvidas e atender os grupos. A professora faz uma intervenção na aula para avisar que faltam cinco minutos para o encerramento da mesma e orienta os estudantes a definir o que eles vão entregar ao final da aula para que professora registre o trabalho desempenhado por cada grupo; essa intervenção dura 30 segundos.

Os estudantes continuam trabalhando em grupo durante um minuto até que a professora adverte que a coleta dos dados (registro fotográfico diário) não acabou e que os estudantes devem continuar a acompanhar suas populações. Nos últimos quatro minutos e meio de aula os estudantes caminham para a finalização da tarefa, entregam essa para a professora e a aula é finalizada.

AULA 11

Os estudantes entram na classe e a professora inicia a aula com discurso de manejo de sala e aguarda os estudantes se acomodarem em seus lugares durante aproximadamente três minutos. A chamada é iniciada e termina após um minuto.

A professora inicia uma conversa com a sala e retoma a atividade realizada na última aula (início da contagem de indivíduos e da análise das populações de Lemnas), informando que vai fazer comentários sobre os relatórios que foram entregues pelos grupos. Antes de iniciar os comentários sobre a atividade da aula anterior, a professora avisa que fará a devolutiva do exercício de métodos de amostragem populacional; a professora explicita os critérios que foram utilizados para a avaliação e explica as menções atribuídas aos exercícios (completo ou incompleto). Esse momento dura aproximadamente quatro minutos.

Após a devolutiva do exercício de amostragem populacional, a professora retoma a discussão sobre a atividade da última aula e esclarece para os estudantes que as Lemnas não estão crescendo o tanto que ela esperava e explicita que algum fator ambiental pode não estar favorecendo o crescimento das populações; nesse momento os estudantes começam a enumerar possíveis fatores que não estão permitindo que as populações se desenvolvam conforme o esperado. Essa interação acontece durante um minuto.

Por um momento a classe foge do assunto e a professora chama a atenção dos estudantes e faz um discurso de autoridade para que o foco da aula seja retomado; esse momento dura aproximadamente um minuto.

A classe fica em silêncio e a professora retoma a discussão explicando que o exercício de métodos de amostragem seria útil caso a população tivesse crescido bastante, e esclarece que como isso não ocorreu a melhor forma de coletar os dados consiste na contagem dos indivíduos um a um. A professora comenta que pretende deixar as populações no laboratório mesmo depois do término da atividade para que os estudantes tenham a oportunidade de observar que é possível a população se expandir até ocupar todo o recipiente do experimento; a professora comenta que está satisfeita com os resultados iniciais entregues pelos alunos na aula anterior pois, apesar de a população não ter crescido dentro do esperado, foi possível observar que as populações se alteraram. Esse momento dura aproximadamente três minutos.

A professora começa a passar instruções sobre os prazos para a finalização do relatório

final da investigação e, posteriormente, começa a enumerar os itens que devem constar no relatório final da investigação: pergunta, metodologia, resultados e interpretação. A professora então começa a comentar aspectos das características e do que consiste em cada item; esse momento dura aproximadamente quatro minutos.

Terminada a discussão dos itens que devem compor o relatório final da investigação, a professora passa a tarefa do dia, que consiste em continuar o trabalho de contagem e análise dos dados por meio dos registros fotográficos realizados nos últimos quatro dias. A professora entrega a atividade da última aula para que os estudantes juntem os dados/análises que já haviam sido feitos com os que serão realizados no dia; esse momento dura três minutos.

Os estudantes se reúnem com seus grupos para realizar a tarefa e a professora sai da sala para pegar as impressões dos registros fotográficos da população de cada grupo. Após 14 minutos a professora retorna e informa que não foi possível realizar a impressão dos registros fotográficos dos últimos quatro dias, e sugere que os estudantes trabalhem com os registros fotográficos impressos pelo grupo ou comecem a construir a interpretação dos resultados parciais; a professora conversa com dois grupos pedindo para que eles reenviem seus registros fotográficos dos últimos quatro dias para que a impressão possa ser realizada; esse momento dura dois minutos.

Os estudantes retomam o trabalho e, após quatro minutos, a professora faz uma nova intervenção para explicar aspectos da construção do gráfico, visto que muitos grupos optaram por essa inscrição literária como forma de demonstrar a dinâmica de suas populações. A professora explica que no eixo do tempo (eixo x) os alunos devem colocar também os dias em que não houve registro fotográfico (sábados e domingos) e explica que esses dias não existiram nos registros, mas na vida real eles aconteceram; essa intervenção durou dois minutos.

Os estudantes retomam novamente o trabalho por 12 minutos até que a professora solicita que eles finalizem a tarefa e entreguem a mesma. Os estudantes finalizam a tarefa e a aula é finalizada.

AULA 12

A aula inicia com a professora já na sala aguardando os estudantes chegarem professora aguarda enquanto os estudantes chegam à sala e se acomodam em seus lugares. A professora então inicia a chamada; esse processo tem duração de aproximadamente dois minutos.

A professora passa instruções sobre a continuação da análise dos registros fotográficos das populações e lembra aos estudantes que houve dois finais de semana no período de observação, ou seja, quatro dias em que o registro fotográfico não foi realizado. A professora também informa que não é mais necessário fazer os registros fotográficos e que agora o trabalho consiste em finalizar o relatório de investigação; esse momento dura aproximadamente dois minutos.

A professora distribui as impressões com os registros fotográficos dos últimos cinco dias e orienta os grupos a finalizar o relatório da investigação; esse momento dura um minuto e meio.

Os estudantes se reúnem em seus respectivos grupos e trabalham juntos durante 19 minutos. A professora faz uma breve intervenção para esclarecer que a contagem dos indivíduos também é um processo que deve ser descrito e incluído no item da metodologia do relatório; essa intervenção dura 30 segundos.

Os estudantes retomam o trabalho em grupo e a professora circula pela sala para esclarecer dúvidas e passar orientações por cerca de 26 minutos. O sinal bate, a professora solicita que os relatórios sejam entregues e a aula é finalizada.

AULA 13

A professora inicia a aula com discurso de manejo de sala e aguarda, durante um minuto, os estudantes se acomodarem em seus lugares; a aula se inicia e a professora passa a comanda do dia, que consiste em finalizar relatório. A professora alerta que essa aula é o prazo final para entrega do relatório, porém ressalta que na próxima aula ainda será possível finalizar alguns detalhes. A professora atribui um *feedback* positivo aos estudantes e comenta que está feliz com o desempenho deles, mas ressalta que eles ainda precisam finalizar a parte mais importante do trabalho: construir a interpretação dos resultados. Nesse momento a professora passa instruções e esclarecimentos sobre que constitui a interpretação dos resultados e explica que nesse item os estudantes devem descrever tudo o que aconteceu com a população; após esse momento a professora orienta os estudantes a se reunir com seus grupos e trabalhar na comanda do dia. Essa parte da aula dura aproximadamente três minutos.

Os estudantes se mobilizam e começam a se reunir com os membros de seus grupos. Enquanto os estudantes trabalham a professora circula na sala para auxiliar e atender dúvidas;

esse momento dura aproximadamente sete minutos. A professora faz uma intervenção na aula e explica que é importante que os estudantes relacionem os resultados obtidos em suas investigações com o conhecimento que já possuem em biologia, a fim de utilizá-los na explicação desses resultados; a professora também sugere que um ponto de partida para a interpretação pode ser relembrar o que era esperado que acontecesse no experimento e confrontar isso com o que realmente aconteceu. Essa intervenção dura aproximadamente um minuto.

Após a intervenção da professora os estudantes retomam suas atividades e trabalham em grupos durante aproximadamente 39 minutos. O sinal toca e a professora alerta que a próxima aula é o prazo final para entrega do relatório; a aula então é finalizada.

AULA 14

A professora inicia a aula, solicita que os estudantes façam silêncio e passa orientações para a finalização do relatório, ressaltando que a prioridade é completar o relatório e ter uma interpretação dos resultados consistente; esse momento dura meio minuto.

Durante 46 minutos os estudantes trabalham em grupos e a professora circula pela sala de aula para auxiliar e esclarecer possíveis dúvidas. A professora faz uma intervenção para avisar que na semana seguinte não haverá aula e que as notas da atividade investigativa serão entregues somente dali 15 dias; essa intervenção dura meio minuto.

Os estudantes finalizam o relatório e entregam para a professora; esse momento dura aproximadamente três minutos. O sinal bate e a aula é finalizada.