UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Aspectos epistêmicos no ensino de ecologia

Caio de Castro e Freire

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área: Biologia Comparada.

RIBEIRÃO PRETO - SP

2018

CAIO DE CASTRO E FREIRE

Aspectos epistêmicos no ensino de ecologia

Versão Original

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Biologia Comparada

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane

RIBEIRÃO PRETO - SP

2018

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.

Castro e Freire, Caio

Aspectos epistêmicos no ensino de ecologia. Ribeirão Preto, 2018.
286 p. : il. ; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Biologia Comparada.

Orientador: Motokane, Marcelo Tadeu.

1. Ecologia. 2. Formação de professores. 3. Epistemologia. 4. Ensino de ciências. 5. Metodologia de ensino.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por me ensinar as primeiras palavras e formas de pensar e de ser humano, e por investir tanto na minha formação.

A todos os professores que tive, da educação infantil à pós-graduação, por ampliarem infinitamente esse repertório de palavras e pensamentos, e por legitimarem de forma tão competente a minha existência.

Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Tadeu Motokane, por me projetar ainda mais, daquele que pensa, para aquele que pensa sobre o pensar, e constrói conhecimento sobre como o conhecimento é construído; por ajudar a significar o tipo de ciência que quero fazer e o tipo de profissional que quero ser.

A todos os parceiros do Laboratório de Ensino de Biologia (LEB) e do Grupo de Pesquisa em Linguagem e Ensino de Ciências (LINCE), em especial ao Rafael Castro e à Ana Motta pela imensa ajuda com a revisão do texto, e ao Alan Barbosa pela ajuda com a construção de alguns instrumentos de pesquisa.

À Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa e ao Prof. Dr. Marcelo Pereira, pelas contribuições dadas na qualificação deste trabalho, pela atenção e disponibilidade.

A todos os amigos, em especial à Claudia, Iara, Larissa, Kênia e Nathália pela torcida e por tantos momentos agradáveis durante essa jornada.

Ao Marcelo Martinez, pelo companheirismo, pela cumplicidade, compreensão, paciência, confiança e apoio, por me fazer tão feliz, por significar o tipo de homem que quero ser e os tipos de sonhos que posso ter e realizar.

A toda a família Martinez, por ser minha segunda família e por tanto amor, carinho e acolhimento.

A todos os professores que aceitaram participar da pesquisa, representantes de uma classe profissional pela qual espero fazer mais durante minha trajetória como pesquisador e futuro formador.

Ao CNPq, pelo financiamento durante o doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP), por ter oportunizado mais um passo da minha trajetória acadêmica.

À Secretaria de Pós-Graduação, e em especial à Vera, pela prontidão em atender todas as minhas demandas.

A todos vocês, membros da banca, que se dispuseram a compreender a minha tese e a avaliar o meu potencial como futuro colega de profissão.

A todos que por um infeliz lapso de memória posso ter esquecido de mencionar; desde já peço desculpas, declarando minha profunda gratidão.

RESUMO

FREIRE, C.C. **Aspectos epistêmicos no ensino de ecologia**. 2018. 286 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Estudos têm mostrado que pode haver um grande distanciamento entre a forma como a sociedade compreende o trabalho da ciência e o modo como esse se realiza. Desse modo, as pessoas, incluindo professores e alunos, têm visões limitadas, ingênuas e confusas sobre o que é a ciência e o conhecimento científico, o que compromete o ensino de ciências. Uma área científica na qual essas discussões podem ser particularmente relevantes é a ecologia, que tem sido historicamente confundida com outros campos. Autores apontam que os professores têm dificuldade de ensinar essa disciplina e que isso pode estar atrelado à falta de compreensão desses profissionais sobre como a ecologia produz conhecimento. Pensando nisso, esse projeto de pesquisa teve como objetivo: identificar como professores compreendem a natureza da ecologia e analisar “se” e “como” essas compreensões epistêmicas estão relacionadas a abordagens usadas no ensino dessa disciplina. Para identificar as concepções epistêmicas, elaboramos questionários fechados (do tipo Likert) e abertos e enviamos a 80 professores da educação básica (todos formados em biologia). Tratamos os dados provenientes dos questionários Likert por meio da análise fatorial e análise de agrupamento (*cluster*) com o auxílio do software R. Com essas análises, validamos estatisticamente os instrumentos e mapeamos perfis de concepções epistêmicas entre os respondentes. Para as questões dissertativas usamos a análise lexical (computacional) do software Alceste complementada por uma análise de conteúdo clássica (manual). Para analisar abordagens usadas no ensino de ecologia, selecionamos, a partir da nossa amostra inicial de respondentes (n=80), duas professoras que demonstraram concepções epistêmicas distintas ao responderem os questionários. Então, por meio de entrevistas e filmagens, caracterizamos o processo de cognição epistêmica dessas professoras ao planejarem uma sequência didática de ecologia e executarem-na com as suas respectivas turmas de alunos. Nossos resultados sugerem que muitos professores possuem uma visão limitada sobre a ciência ecologia, entendendo, por exemplo, que essa ciência não é capaz de produzir conhecimento de modo similar a outras ciências naturais – por ela ter uma natureza holística, descritiva, qualitativa – e entendendo que o trabalho dos ecólogos é realizar o manejo (e não apenas o estudo) do meio ambiente.

Quanto ao ensino de ecologia, muitos professores parecem confundi-lo com educação ambiental. Sobre a relação entre as concepções/cognições epistêmicas das duas professoras investigadas e suas abordagens para ensinar ecologia, percebemos que a professora que mostrou uma cognição epistêmica melhor informada sobre a natureza da ecologia foi aquela que efetivamente executou uma abordagem alinhada com os pressupostos do ensino por investigação, enquanto a outra professora, que demonstrou uma cognição não-informada, não conseguiu implementar uma abordagem de ensino investigativo. A partir dos resultados encontrados, concluímos que os aspectos epistêmicos estudados na presente pesquisa podem realmente configurar-se como obstáculos ao ensino de ecologia e que os cursos de formação de professores de ciências naturais precisam formar profissionais com compreensões epistêmicas mais sofisticadas sobre as ciências que irão ensinar, para que esses sejam mais críticos e reflexivos no momento de planejar, executar e avaliar suas práticas pedagógicas, e possam realmente superar o ensino tradicional e promover abordagens mais significativas e mais condizentes com a alfabetização científica dos alunos.

Palavras-chave: Ecologia. Formação de professores. Epistemologia. Ensino de ciências. Metodologia de ensino.

ABSTRACT

FREIRE, C.C. **Epistemic aspects in ecology teaching**. 2018. 286 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Studies have shown that there is a gap between how society understands the “doing science” and how science actually works. Many people, including teachers and students, may have limited, naïve and confused views about what is science and scientific knowledge, and this can affect the science teaching. These discussions are particularly relevant in ecology, since this specific scientific area has historically been confused with other fields. Authors point out that teachers have difficulty teaching this discipline and that this may be related to their lack of understanding of how ecology produces knowledge. Thus, this research aimed to identify how teachers understand the nature of ecology, and to analyze “if” and “how” these epistemic understandings are related to approaches to teaching ecology. In order to identify the epistemic beliefs, we elaborated closed (Likert-type) and open questionnaires and sent to 80 teachers of basic education (all graduated in biology). Data from the Likert questionnaires were treated using factor analysis and cluster analysis in the R software package. These statistical analyses allowed validating the questionnaires and mapping profiles of epistemic beliefs among the respondents. For the open answers (qualitative data) we used lexical (computational) analysis of Alceste software complemented by classical (manual) content analysis. In order to analyze approaches used in teaching ecology, we selected, from our initial sample of respondents (n = 80), two teachers who demonstrated different epistemic beliefs when answering the questionnaires. Then, through interviews and filming, we characterized the epistemic cognition of these teachers during the planning and application of a didactic sequence of ecology. Our results suggest that many teachers have a limited view of ecology science, understanding, for example, that this area is not able to produce knowledge in a similar way to other natural sciences because of its holistic, descriptive, and qualitative nature, and understanding that the work of ecologists is to manage (and not only study) the environment. And about teaching ecology, many teachers seem to confuse it with environmental education. On the relation between the epistemic beliefs and cognitions of the two investigated teachers and their approaches to teaching ecology, we observed that the teacher who showed a more informed epistemic cognition was the one who effectively

performed an approach aligned with the assumptions of teaching by inquiry, while the other teacher, who demonstrated an uninformed cognition, was unable to implement an investigative teaching approach. We conclude that the epistemic aspects studied in the present research may constitute obstacles to teaching ecology and that the teachers' training courses need to train professionals with more sophisticated epistemic understandings about the natural sciences (including ecology). Teachers need to be more critical and reflexive when planning, executing and evaluating their pedagogical practices, and need to be able to overcome the traditional teaching and promote approaches aligned with the students' scientific literacy.

Keywords: Ecology. Teacher training. Epistemology. Science teaching. Teaching methodology

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. PRIMEIRA PARTE: REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	15
1.1. CAPÍTULO 1. EPISTEMOLOGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	16
1.1.1. A importância de compreender a natureza da ciência.....	16
1.1.2. Estudos sobre epistemologia no contexto educacional	22
1.2. CAPÍTULO 2. A ECOLOGIA.....	32
1.2.1. Características da ciência ecologia.....	32
1.2.2. O ensino de ecologia	41
2. SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS, METODOLOGIAS E RESULTADOS	44
2.1. CAPÍTULO 3. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE CIÊNCIA E ECOLOGIA A PARTIR DE QUESTIONÁRIOS FECHADOS	45
2.1.1. Objetivos específicos.....	45
2.1.2. Esclarecimentos teóricos	45
2.1.3. Metodologia	61
2.1.4. Resultados	68
2.2. CAPÍTULO 4. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE A ECOLOGIA E O ENSINO DE ECOLOGIA A PARTIR DE QUESTÕES ABERTAS	85
2.2.1. Objetivos específicos.....	85
2.2.2. Esclarecimentos teóricos	85
2.2.3. Metodologia	88
2.2.4. Resultados	90
2.3. CAPÍTULO 5. COGNIÇÃO EPISTÊMICA DE DUAS PROFESSORAS NO PLANEJAMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ECOLOGIA	116
2.3.1. Esclarecimentos teóricos	116
2.3.2. Objetivo específico.....	121

2.3.3. Metodologia	121
2.3.4. Resultados	123
2.4. CAPÍTULO 6. COGNIÇÃO EPISTÊMICA DE DUAS PROFESSORAS NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ECOLOGIA.....	136
2.4.1. Objetivo específico.....	136
2.4.2. Metodologia	136
2.4.3. Resultados	137
3. TERCEIRA PARTE: DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	156
3.1. CAPÍTULO 7. RELAÇÃO ENTRE CONCEPÇÕES SOBRE A ECOLOGIA E PROCESSOS DE COGNIÇÃO EPISTÊMICA	157
3.1.1. Objetivos específicos.....	157
3.1.2. Discussão sobre as concepções formais	157
3.1.3. Discussão sobre a relação entre concepções formais e cognição epistêmica	174
3.2. CAPÍTULO 8. CONCLUSÕES.....	204
3.2.1. Implicações para as pesquisas na área de ensino de ciências/ecologia e para a formação de professores.....	204
3.2.2. Considerações finais.....	210
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	214
APÊNDICES	237

INTRODUÇÃO

Nas próximas páginas apresento o projeto de pesquisa de doutorado que desenvolvi nos últimos quatro anos. A construção desse projeto é resultado do meu amadurecimento no grupo de pesquisa Linguagem e Ensino de Ciências (LINCE), dentro do qual eu também realizei o mestrado.

Oito anos atrás, o grupo LINCE estava interessado em compreender “se” e “como” os alunos argumentam em aulas de ciências/biologia, defendendo a argumentação como uma prática discursiva privilegiada para analisar a relação entre linguagem e construção de conhecimento científico no contexto escolar. Assim, em um primeiro momento, as pesquisas estavam focadas na figura do aluno – basicamente registravam a produção escrita e oral de estudantes durante a realização de certas tarefas escolares e analisavam, usando o modelo de Toulmin, a presença e a qualidade de argumentos nesses discursos.

A partir dos resultados desses projetos iniciais, que apontaram a dificuldade dos alunos de argumentar, as dissertações seguintes do grupo passaram a se dedicar à elaboração de materiais didáticos especificamente desenhados para ajudar os alunos a produzirem argumentos científicos e de alta qualidade. Usando pressupostos da alfabetização científica e do ensino de ciências por investigação, foram desenvolvidas diversas sequências didáticas (SDs) teoricamente capazes de estimular a argumentação. As pesquisas que se iniciaram nessa etapa investigavam se na prática, quando aplicadas em sala de aula, essas SDs realmente geravam os resultados esperados. Então, nesse segundo momento, os estudos não mais realizavam a observação somente dos alunos e a análise apenas dos argumentos a partir do *layout* de Toulmin, mas incluíam a análise de diversos fatores contextuais relacionados ao desempenho dos estudantes na realização das sequências didáticas, fatores como a própria estrutura das SDs, a mediação do professor e as interações discursivas entre professor e alunos. Meu mestrado situa-se exatamente nesse período.

Diante desses novos resultados, o que passou a incomodar o grupo de pesquisa foi a conclusão de que mesmo com materiais instrucionais cuidadosamente planejados, a prática argumentativa e outras habilidades importantes do fazer científico continuavam limitadas nas situações de ensino investigadas, principalmente por causa da atuação do professor. Então, em um terceiro momento, percebemos que por conta de dificuldades, falta de repertórios e despreparo dos professores para colocar em prática as sequências didáticas idealizadas pelos pesquisadores, as atividades realizadas com os alunos deixavam de ser atividades

investigativas e inovadoras e se “transformavam” em aulas “tradicionais”, com pouco espaço para os alunos argumentarem e serem alfabetizados cientificamente. Inicialmente, pensamos que esses repertórios faltantes para o professor seriam conhecimentos pedagógicos, ou seja, uma melhor compreensão sobre os pressupostos do ensino por investigação e da alfabetização científica e sobre as “teorias” ou “fundamentos” pedagógicos por trás desses pressupostos (como, por exemplo, os estudos de Piaget e Vygotsky). Entretanto, passamos a desconsiderar essa hipótese quando observamos que mesmo um professor pesquisador do LINCE – um sujeito estudioso e conhecedor dos mesmos referenciais teóricos usados pelos autores das sequências didáticas – tinha muitas dificuldades para aplicar essas sequências. E foi assim, nessa fase, há aproximadamente 4 anos, e diante desse contexto, que o meu projeto de doutorado nasceu. E nasceu junto a uma leva de novas pesquisas do grupo LINCE, agora mais focadas na figura dos professores e mais interessadas em discutir demandas da formação inicial e continuada desses profissionais.

Sentindo-me desafiado a compreender a dificuldade de professores em aplicar as sequências didáticas do grupo e promover abordagens de ensino investigativo nas aulas de ciências/biologia, e entendendo que o problema aparentemente não se resumia a uma falta de conhecimento “pedagógico”, comecei a hipotetizar que essa dificuldade poderia estar relacionada na verdade à falta de conhecimento “epistêmico” do professor. Imaginei que os professores poderiam ter dificuldade de promover certas práticas em sala de aula por não compreenderem a natureza dos conhecimentos com os quais estavam lidando. Como a maior parte das nossas sequências didáticas são sobre ecologia, pensei que talvez um dos problemas fosse o professor não compreender exatamente o que é essa ciência – não compreender de que maneira essa área produz conhecimento – e conseqüentemente não saber como transpor esse processo de construção de conhecimento para o contexto escolar, ou seja, não compreender também o que é a ecologia escolar.

É importante deixar claro que não estava pensando na falta de domínio dos professores sobre os conteúdos conceituais da ecologia, mas sim sobre não compreender, por exemplo: “quais perguntas a ecologia é capaz de formular sobre os fenômenos naturais? Como ela faz para responder a essas perguntas? O que significa realizar uma investigação na ecologia? Como o conhecimento ecológico é gerado e ‘onde entra’ a argumentação nesse processo?”. É desse tipo de questão que se trata aquilo que estamos chamando de “*epistêmico*”.

Dessa maneira, emergiu a minha grande pergunta de pesquisa para o doutorado: “não teriam os professores compreensões epistêmicas limitadas sobre a ecologia e não estariam

essas compreensões dificultando a promoção de abordagens mais significativas no ensino dessa disciplina?”. Diante dessa pergunta, delimitei como objetivos gerais: i) identificar, por meio de questionários abertos e fechados, concepções epistêmicas de professores sobre a ciência geral, a ciência ecologia e sobre o ensino de ecologia; ii) caracterizar, por meio de entrevistas e filmagens, como professores com concepções epistêmicas distintas planejam e executam uma sequência didática (SD) de ecologia; iii) analisar a relação entre a compreensão que professores demonstram sobre a natureza da ecologia (ao responder os questionários e planejar a SD) e a abordagem que usam para ensinar ecologia (ao executar a SD).

E assim, à luz dos nossos resultados de pesquisa, defenderemos no decorrer das próximas páginas a seguinte tese:

- ✓ Muitos professores de biologia/ciências naturais possuem uma visão (concepção epistêmica) limitada sobre a ecologia.
- ✓ A dificuldade de professores em aplicar SDs de ecologia – pautadas em pressupostos da alfabetização científica e do ensino por investigação – pode sim estar relacionada aos seus “conhecimentos epistêmicos” sobre essa área específica do conhecimento.
- ✓ É importante repensarmos a formação inicial e continuada de professores visando à aquisição desses conhecimentos epistêmicos.

Para que essa tese seja melhor apresentada e desenvolvida, dividimos nossa argumentação em três grandes partes, as quais se subdividem em oito capítulos. Na **Primeira Parte**, composta pelos *Capítulos 1 e 2*, apresentamos nossos REFERENCIAIS TEÓRICOS. No Capítulo 1, a partir de nossa revisão da literatura, explicamos qual a importância de estudarmos, no contexto educacional, questões relacionadas à epistemologia. Além disso, trazemos um panorama sobre o histórico de desenvolvimento desse campo de pesquisa e situamos as suas “fronteiras” – quais os seus desafios e perspectivas atuais. No Capítulo 2, levantamos questões que consideramos centrais para discutir a natureza específica da ecologia, ou seja, discutir particularidades dessa ciência frente a outras ciências.

Na **Segunda Parte**, composta pelos *Capítulos 3, 4, 5 e 6*, apresentamos os OBJETIVOS ESPECÍFICOS de cada etapa da pesquisa, assim como as METODOLOGIAS adotadas e os RESULTADOS obtidos respectivamente em cada uma dessas etapas. Aqui é importante esclarecermos a maneira como estruturamos esses capítulos, pois essa estrutura é pouco usual. Não criamos, por exemplo, um capítulo exclusivo para a metodologia ou capítulos contendo somente resultados. Isso porque o cumprimento de cada objetivo

específico envolveu uma metodologia distinta e gerou uma quantidade muito grande de resultados. Logo, não temos apenas uma metodologia, mas várias (e complexas – cheias de detalhes e particularidades). Por isso, pensamos que se agrupássemos todas elas em um único capítulo, esse capítulo ficaria além de excessivamente longo, confuso. Do mesmo modo, se agrupássemos em uma única seção todos os conjuntos de resultados obtidos, o leitor poderia se sentir perdido ao tentar entender como cada um desses conjuntos ajuda a responder especificamente a cada um dos objetivos de pesquisa. Portanto, para facilitar o estabelecimento dessas relações, estruturamos os capítulos de outra maneira, de modo que cada capítulo (do 3 ao 6) contém seus objetivos, atrelados a suas respectivas metodologias e seus respectivos resultados.

Assim, ao ler o Capítulo 3, por exemplo, esperamos que fique mais fácil para o leitor entender que ao nos dedicarmos a uma determinada fase da investigação (descrita nesse capítulo), tivemos que responder “tais” questões específicas e que essas questões exigiram “tal metodologia” e levaram a “tais” resultados, compreendendo melhor o alinhamento dessa tríade “objetivos-metodologia-resultados” em cada uma das etapas da pesquisa. Dessa maneira, no Capítulo 3, apresentamos essa tríade para descrevermos o que observamos com relação às concepções epistêmicas de 80 professores, manifestadas durante a resolução de questionários fechados (do tipo Likert) sobre a ciência, a ciência ecologia e sobre o ensino de ecologia. Já no Capítulo 4, complementamos esses resultados pelo que interpretamos a partir do discurso desses respondentes para algumas questões abertas. No Capítulo 5, descrevemos o processo de cognição epistêmica demonstrado por duas professoras (selecionadas a partir da nossa amostra inicial de 80 respondentes) durante o planejamento de uma sequência didática de ecologia. E por último, no Capítulo 6, descrevemos como essas duas professoras efetivamente atuaram em sala de aula ao aplicarem a sequência didática planejada com os seus alunos.

Finalmente, na **Terceira Parte**, composta pelos *Capítulos 7 e 8*, apresentamos nossa DISCUSSÃO e as CONCLUSÕES da tese. No Capítulo 7, discutimos os principais resultados referentes às concepções epistêmicas sobre ecologia, mapeadas a partir da nossa amostra total de respondentes. Em seguida, discutimos o nosso estudo de caso envolvendo duas professoras em particular, no qual buscamos analisar a relação entre as epistemologias pessoais dessas profissionais e as suas respectivas abordagens para ensinar ecologia. No Capítulo 8, traçamos alguns desdobramentos que a nossa tese pode ter para a pesquisa na área e para a formação de professores.

1. PRIMEIRA PARTE: REFERENCIAIS TEÓRICOS

1.1. CAPÍTULO 1. EPISTEMOLOGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

1.1.1. A importância de compreender a natureza da ciência

Estudos têm mostrado que pode haver um distanciamento entre a forma como a sociedade compreende o trabalho da ciência e o modo como esse se realiza (CLEMINSON, 1990; MATTHEWS, 1991; STINNER, 1992; POMEROY, 1993). O senso comum tende a julgar o conhecimento científico como superior a outros tipos de conhecimento e achar que a ciência é infalível por utilizar um método universal capaz de revelar as verdades do mundo. Muitas vezes, o cientista é visto como gênio, dotado de um saber exclusivo e destituído de valores, emoções, dúvidas, interesses econômicos e políticos (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Mas o empreendimento científico não está alheio aos diferentes momentos sócio-históricos de uma sociedade e os cientistas não estão alheios aos valores e interesses do contexto circundante. Estudos filosóficos (BROWN, 1977; LONGINO, 1990) e sociológicos (LATOUR, 1987; KNORR-CETINA, 1999) apresentam a ciência profissional como produção orientada por critérios estabelecidos socialmente sobre o que conta como válido para uma determinada comunidade (KELLY, 2005; SANDOVAL, 2005). Como superar então a visão de uma ciência alienada à sociedade? Como diminuir a distância entre a ciência e as concepções sobre ciência da maioria das pessoas? O presente trabalho defende o papel do ensino de ciências nesse processo de aproximação.

Nessa perspectiva, a ciência é vista como parte da cultura que caracteriza uma sociedade e o ensino de ciências como um processo de apropriação das ferramentas culturais da ciência. Olhando as escolas atuais é possível notar que o conhecimento científico é tratado como pronto e acabado (CACHAPUZ et al., 2005) e não há espaço para discussões sobre o fazer científico. Assim, pensar nas visões distorcidas sobre ciência abre questionamentos sobre um ensino de ciências mais adequado (FOUREZ, 1994).

Esse ensino não pode mais ser visto como simples memorização de conceitos. Não basta mostrar apenas os resultados obtidos por alguns cientistas e ensinar fatos isolados e descontextualizados, mas é preciso compreender os condicionantes histórico-sociais das ciências e o processo de construção do conhecimento científico. É preciso que o aluno entenda como esse conhecimento é produzido, legitimado e divulgado (JIMÉNEZ; AGRASO, 2006), o que não se resume ao uso de vocabulários, fórmulas e termos técnicos, mas abrange um

novo modo de pensar e ver a realidade (MAINGUENEAU, 2000). Essa reflexão levou à ideia do ensino de ciências como um processo de alfabetização científica, cujo objetivo central é permitir ao aluno “interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da ação consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico” (SASSERON, 2008, p. 12).

Por ser um processo complexo, a alfabetização científica engloba inúmeras habilidades dos alunos, que foram listadas por diversos autores (FOUREZ, 1994; HURD, 1998; NORRIS; PHILLIPS, 2003). Apesar de algumas diferenças, essas habilidades podem ser agrupadas em três eixos estruturantes: i) a compreensão sobre a natureza da ciência; ii) a compreensão de termos e conceitos-chave da ciência e iii) a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) (MILLER, 1983; SASSERON, 2008). Logo, a aprendizagem da ciência deve permitir ao aluno identificar os conhecimentos científicos e tecnológicos como parte de seu mundo e reconhecer aspectos da natureza desses conhecimentos que os diferenciam de outros tipos de saberes: que tipo de questões a ciência (ou a biologia, ou a ecologia) é capaz de formular? Como é a busca de soluções para os problemas investigados? Quais conclusões são possíveis? Como o conhecimento é validado e compartilhado?

Os alunos precisam compreender que o conhecimento científico é construído por pessoas, é conjectural e não simplesmente descoberto no mundo. É preciso ajudá-los a reconhecer que as ideias científicas mudam com o surgimento de novos dados e embates teóricos (SANDOVAL, 2005) e a abandonar a visão de uma ciência inequívoca, inquestionável e incontestável (DRIVER et al., 2000).

A literatura tem insistido na falta de correspondência que pode haver entre o fazer e o ensinar ciências e na necessidade de aproximar essas duas instâncias (GIL-PÉREZ et al., 2001; CACHAPUZ et al., 2005). Diversos autores apontam que o conhecimento científico é frequentemente tratado em sala de uma maneira que dificulta a compreensão sobre a natureza da ciência. Muitas vezes a ciência ensinada na escola é apresentada como tendo características epistêmicas muito diferentes daquelas encontradas na ciência autêntica, ou seja, a forma como o conhecimento é abordado nas aulas de ciências pode se distanciar da natureza que esse conhecimento e o seu processo de construção possuem na ciência. Poderíamos sumarizar esse distanciamento entre a ciência e a ciência escolar na tabela a seguir (Tabela 1):

Tabela 1. Aspectos epistêmicos que caracterizam a ciência comparados aos aspectos que normalmente caracterizam o ensino de ciências. Tabela adaptada de Darfler (2010, p. 11).

	Ciência	Ciência escolar
Caract erísticas	<u>Conhecimento é:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interpretativo/Baseado em dados ▪ Questionável/Pautado em argumentação e avaliação por pares ▪ Flexível (conjectural, temporário) ▪ Construído ▪ Subjetivo 	<u>Conhecimento é:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Declarativo/Baseado em fatos ▪ Inquestionável/Pautado em autoridade externa ou invisível ▪ Fixo (rígido, imutável) ▪ Transmitido ▪ Objetivo
Exem plos	<u>A ciência envolve:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigar; obter vários resultados; errar; ser criativo 	<u>A ciência escolar envolve:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Saber a resposta correta; seguir protocolos de laboratório

Para que os alunos tenham uma compreensão mais adequada sobre a natureza dos conhecimentos que lhes são ensinados, as aulas de ciências precisam tomar cuidado para não transmitir imagens errôneas sobre os aspectos epistêmicos atrelados a esses conhecimentos. Ao mesmo tempo em que o ensino de ciências é influenciado pela forma como os professores e alunos “enxergam” o conhecimento científico, esse ensino, por conta de certas abordagens, (retro)alimenta e reforça essas visões – que muitas vezes são equivocadas ou limitadas (HAERLE; BENDIXEN, 2008; FEUCHT, 2010; MUIS et al., 2016). Dentro de cada sala de aula há estruturas e recursos que transmitem mensagens epistêmicas, ou seja, mensagens sobre o que é “o conhecimento” e o “processo do conhecer”. Essas mensagens ou representações sobre a natureza do conhecimento são transmitidas aos alunos implícita ou explicitamente e estão presentes no currículo, nos livros didáticos, nas avaliações e, principalmente, nas práticas de ensino e nas situações instrucionais privilegiadas pelo professor (FEUCHT, 2010). Coletivamente, essas mensagens podem moldar o “clima” das aulas, transmitindo informações sobre como o conhecimento é construído.

Por exemplo, o ensino de ciências transmite mensagens acerca de qual é a “fonte do conhecimento científico” – de onde ele se origina – e de como é a “justificação desse conhecimento” – como ele é sustentado e avaliado, mesmo que essas mensagens não sejam planejadas de maneira muito “consciente” e intencional pelos professores e mesmo que não sejam tratadas de maneira explícita nas aulas. Assim, dependendo do tipo de ensino praticado nas escolas, os alunos podem desenvolver uma compreensão equivocada sobre esses aspectos epistêmicos, entendendo, por exemplo, que o conhecimento científico se origina de uma construção individual e a partir da descoberta de fatos incontestáveis ou que ele possui uma legitimidade “inata” por provir de provas inquestionáveis e do discurso de autoridade (discurso da *expertise*) dos especialistas (cientistas) (MUIS et al., 2006; FERGUSON et al., 2012; GREENE; YU, 2014).

Desse modo, é preciso reconhecer que alguma imagem sobre a natureza do conhecimento científico os professores de ciências inevitavelmente estão ajudando a construir durante as suas aulas. Resta saber se eles realmente possuem consciência disso e se conseguem promover abordagens de ensino capazes de ajudar o aluno a ter uma imagem mais próxima daquilo que configura de fato o empreendimento científico. Essa imagem envolve compreender, por exemplo, que os conhecimentos: i) são produzidos coletivamente/socialmente; ii) não são verdades absolutas, fixas e imutáveis que revelam a “realidade”, mas sim representações conjecturais e provisórias e que, portanto, esses conhecimentos são incertos e podem mudar (e mudam) ao longo do tempo; iii) não são indiscutíveis, mas ao contrário, dependem de um exercício constante de argumentação/persuasão – de avaliação à luz de evidências – para continuarem sendo válidos dentro da ciência (HOFER, 2000; BUEHL et al., 2002; GREENE et al., 2008).

O professor deve estar mais atento e ser mais crítico para lidar com essas questões epistêmicas, pois elas podem ter forte relação com o desempenho acadêmico dos estudantes – com a compreensão que possuem a respeito dos seus próprios processos de aprendizagem e, consequentemente, do papel que precisam desempenhar nas aulas (ELBY; HAMMER, 2010). Por exemplo, estudantes que acreditam que o conhecimento científico é uma simples coleção inquestionável de “fatos, definições, conceitos, terminologias” podem achar que aprender ciências é simplesmente “memorizar” conteúdos e que seu papel durante as aulas é registrar o máximo possível de informações transmitidas pelo livro e/ou pelo professor (LIANG et al., 2010). Assim, a literatura aponta que as crenças epistêmicas dos alunos podem interferir nas

metas que adotarão frente a uma “tarefa escolar” e, conseqüentemente, nas estratégias que utilizarão para dar conta dessa tarefa (HOFER; PINTRICH, 1997; SCHOMMER, 1998).

Essa influência de aspectos atrelados à natureza do conhecimento também pode ser considerada quando pensamos no desempenho do professor, e associações entre as crenças epistêmicas dos professores e suas crenças pedagógicas são investigadas por vários pesquisadores. Maggioni e Parkinson (2008), por exemplo, mostram que quando professores veem o conhecimento como um acúmulo de fatos, eles tendem a adotar abordagens de ensino tradicional, enquanto que aqueles com concepções mais sofisticadas sobre a construção do conhecimento estão mais inclinados a abordagens construtivistas.

O ensino tradicional considera os aprendizes como receptores passivos do conhecimento transmitido por um especialista. Então, suas abordagens estão centradas no professor e, geralmente, resumem-se a palestras com pouco espaço para colaboração ou participação dos alunos (DUFFY et al., 2016). Em contraste, visões construtivistas percebem os alunos como produtores ativos do seu próprio conhecimento. Embora existam muitas formas diferentes de construtivismo, como o construtivismo social, radical, cognitivo e sociocultural, a maioria sustenta que a aprendizagem é, em grande parte, um processo pessoal de construção de significados a partir de experiências individuais e interpessoais (MURPHY et al., 2012).

Chan e Elliott (2004) e Wong e colaboradores (2009) observaram que professores em formação inicial que acreditam na “autoridade como fonte de conhecimento” e na “certeza do conhecimento” tendem a defender o ensino tradicional. Em resumo, essas pesquisas indicam que crenças epistêmicas ingênuas tendem a estar associadas a uma visão tradicional do ensino, enquanto crenças epistêmicas sofisticadas podem contribuir para visões mais construtivistas.

Como é a autoridade intelectual em sala de aula, ou seja, como é seu o papel de oportunizar, orientar e avaliar a aprendizagem dos estudantes, o professor é o principal responsável por refletir sobre “que ciência está ganhando forma” no ambiente escolar e se a ciência escolar realmente aproxima os alunos do fazer científico. O professor precisa refletir se a maneira como o conhecimento está sendo construído com os alunos mantém uma correspondência com a maneira como o conhecimento é produzido na ciência, preservando características epistêmicas importantes, ou se as aulas de ciências estão, na verdade, afastando os estudantes de uma imagem mais fidedigna da natureza do conhecimento científico. Isso exige que os professores pensem bem em quais objetivos epistêmicos e estratégias instrucionais estão privilegiando em suas intervenções pedagógicas e quais conseqüências

essas escolhas podem ter. Dependendo do que o professor espera alcançar em uma situação de ensino-aprendizagem e do tipo de processo que implementa para atingir essa meta, certas práticas serão privilegiadas em sala de aula e irão contribuir para compor a visão dos alunos acerca do conhecimento.

Ter consciência e clareza de todos esses aspectos e refletir criticamente sobre a própria prática pedagógica não é uma tarefa simples, pois exige a articulação de múltiplos saberes – pedagógicos, científicos, epistemológicos, dentre outros. Portanto, de maneira alguma queremos aqui culpabilizar os professores pelos problemas do ensino e pela compreensão ingênua que muitos alunos têm sobre a natureza da ciência. Entendemos que os professores de ciências são sim responsáveis pelo ensino que praticam, mas existe grande diferença entre responsabilizar e culpabilizar.

Conforme dissemos anteriormente, há uma relação de contribuições mútuas, e não uma relação unilateral, entre o ensino de ciências e as concepções sobre a natureza da ciência. Do mesmo modo que abordagens de ensino tradicional podem contribuir para a emergência e manutenção de visões simplistas sobre o empreendimento científico, essas visões são justamente um dos construtos que “alimentam” e legitimam esse ensino, configurando um círculo vicioso. Isso nos permite pensar que, se professores permanecem incapazes de planejar, executar e avaliar suas práticas de ensino de maneira mais crítica e continuam reproduzindo certas abordagens tradicionais, então talvez eles também tenham (e não apenas seus alunos) compreensões epistêmicas limitadas. Entendemos que os próprios professores podem ter passado por um processo de escolarização e, depois, de formação profissional, que não conseguiu tornar essas compreensões mais sofisticadas. Assim, nesse caso, devemos criticar não os professores, mas as instâncias responsáveis pela formação desses profissionais. Além disso, cabe a nós, pesquisadores, não nos limitarmos a fazer as críticas e identificar os problemas, mas oferecermos, com os resultados de nossas pesquisas, caminhos que ajudem a tratar desses problemas. Foi com essa expectativa de contribuição que desenvolvemos a presente tese.

Precisamos de pesquisas que ajudem a compreender características da ciência e do seu ensino (SANDOVAL; REISER, 2004; KELLY, 2005), fornecendo indícios de como a sociedade tem se relacionado e/ou de como deveria se relacionar com os conhecimentos científicos: quais conteúdos são priorizados no contexto escolar, com quais abordagens, e mantendo quais correspondências com a natureza da ciência? Diante disso, tem crescido o número de estudos dedicados a investigar essa relação entre epistemologia e ensino de

ciências. Como veremos na seção a seguir, essas pesquisas vão desde aquelas focadas apenas no levantamento de concepções de professores e estudantes sobre a natureza da ciência até aquelas voltadas para compreender como tais concepções podem estar relacionadas ao desempenho desses sujeitos em sala de aula e voltadas para sugerir propostas capazes de modificar essas concepções e desempenhos (ELBY et al., 2016).

1.1.2. Estudos sobre epistemologia no contexto educacional

1.1.2.1. Esclarecendo algumas terminologias

O termo “epistêmico” é derivado da palavra grega “*episteme*”, que significa “conhecimento – o que é conhecido ou o modo de conhecer”. Esse termo é tipicamente empregado como um adjetivo, significando “relacionado ao conhecimento” (KITCHENER, 2011), e é usado em uma série de expressões, tais como: concepções epistêmicas, cognição epistêmica, objetivos epistêmicos, compromissos epistêmicos, aspectos epistêmicos, entre outras. A decisão de qualificar esses vocábulos com esse adjetivo tem a função de enfatizar que o pensamento, as ações e os objetivos das pessoas possuem particularidades quando o foco é o conhecimento, em detrimento de outros focos (CHINN et al., 2014).

Já o termo “epistemologia” é composto de “*episteme*” e uma derivação da palavra grega “*logos*”, que significa “teoria de”, “estudo ou discurso sobre” (KITCHENER, 2011). Portanto, epistemologia se traduz literalmente como “teoria do conhecimento”. Esse termo é usado frequentemente para se referir ao “funcionamento” dos grandes campos ou domínios do conhecimento – das diversas áreas/disciplinas acadêmicas. Assim, falamos em epistemologia da física, epistemologia da biologia, ou até mesmo epistemologia da ecologia (uma subárea da biologia) para se referir ao modo como os especialistas dessas áreas produzem conhecimento – quais são seus posicionamentos filosóficos que orientam o escopo, os métodos e as formas de validação usados na construção desse conhecimento.

Enquanto algumas pesquisas que investigam as concepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência ou sobre a natureza do conhecimento dentro de uma área específica referem-se a essas concepções como “crenças epistêmicas” (*epistemic beliefs*), outras usam a expressão “crenças epistemológicas” (*epistemological beliefs*). KITCHENER (2002), entre outros, argumenta que a expressão “crenças epistemológicas” se traduz diretamente como “crenças sobre a teoria do conhecimento”, e que, enquanto algumas pessoas

podem de fato ter tais crenças (por exemplo, os filósofos), é mais provável que os professores e os alunos tenham crenças epistêmicas – “crenças sobre o conhecimento”. Expressar crenças epistemológicas significaria dizer o que se pensa a respeito de perspectivas filosóficas que embasam a construção de conhecimento dentro de um campo, por exemplo, expressar como a perspectiva popperiana, kuhniana ou bachelardiana é compreendida dentro da ciência, ou como a perspectiva de Mayr é concebida dentro da biologia, pois isso sim se refere a teorias gerais do conhecimento que podem orientar o “funcionamento” desses campos. Então, a literatura aponta que nem sempre há entre os pesquisadores clareza no uso desses termos – muitas vezes utilizados de maneira indiscriminada, como se fossem sinônimos –, e que na verdade a maioria dos trabalhos realizados no contexto escolar com professores e alunos trata de concepções *epistêmicas* (e não epistemológicas), pois analisam crenças desses sujeitos sobre “o conhecimento” em si (a natureza do conhecimento) e não crenças sobre “o estudo do” conhecimento (ALEXANDER; SINATRA, 2007; MURPHY et al., 2007).

É importante esclarecer também o conceito de “cognição epistêmica” e em que ele se difere de “concepção epistêmica”. Autores defendem que esses dois termos também precisam ser melhor esclarecidos, já que não distingui-los de maneira clara pode trazer prejuízos para as pesquisas da área, dificultando a caracterização de certos fenômenos e comprometendo os resultados e discussões desses estudos (SINATRA, 2016). Embora estejam fortemente relacionados, cognição epistêmica é diferente de concepções epistêmicas. Enquanto as concepções epistêmicas referem-se às crenças de um sujeito sobre a natureza do conhecimento, conforme já mencionamos (HOFER; PINTRICH, 1997), a cognição epistêmica engloba todos os tipos de cognições, explícitas e implícitas, relacionadas a tarefas epistêmicas (CHINN et al., 2011). Assim, a cognição é um *processo* por meio do qual o sujeito reflete sobre como deve agir perante uma tarefa que envolve a construção de conhecimento, por exemplo, diante de uma situação de ensino-aprendizagem. É claro que para realizar essa reflexão e ação o sujeito irá considerar aquilo que pensa a respeito desse conhecimento, irá refletir sobre suas crenças epistêmicas, mas a cognição em si abrange todo esse processo. Então, embora a cognição epistêmica abarque as concepções epistêmicas, ela está para além disso, e poderíamos dizer que, enquanto as concepções epistêmicas descrevem apenas um “conteúdo” da cognição, a cognição epistêmica descreve um processo (SINATRA, 2016). E estudar esse processo é importante, pois ele permite caracterizar como professores e alunos efetivamente mobilizam e aplicam suas concepções ao desempenhar tarefas epistêmicas

específicas dentro da sala de aula, ou seja, permite caracterizar como esses sujeitos lidam de fato com a construção de conhecimento em seus contextos reais de atuação.

Finalmente, é importante esclarecer uma última terminologia, a expressão “epistemologia pessoal”. Nessa expressão, a palavra “epistemologia” é usada com um sentido diferente daquele que apresentamos anteriormente. Aqui ela se refere não a perspectivas (teorias gerais) sobre o conhecimento propostas por filósofos, mas aos posicionamentos individuais de um sujeito frente ao conhecimento, ou seja, à maneira particular como essa pessoa pensa e atua sobre o conhecimento (HOFER; PINTRICH, 2002; BARZILAI; ZOHAR, 2014). Então, ao investigarmos a cognição epistêmica de alunos ou professores, o que inclui, naturalmente, identificar também suas concepções epistêmicas, o que estamos tentando caracterizar são suas epistemologias pessoais, para que isso ajude a compreender o desempenho desses sujeitos em sala de aula.

1.1.2.2. Histórico de desenvolvimento da área

Nas últimas décadas, as pesquisas sobre crenças a respeito da natureza do conhecimento passaram por algumas fases, assumindo diferentes pressupostos para estudar esse fenômeno. Inicialmente, esses trabalhos partiam da premissa de que essas crenças podem ser enquadradas em alguns estágios fixos e que elas se desenvolvem de maneira linear de acordo com a ordenação desses estágios. O primeiro estágio, o de crenças mais ingênuas, seria o da perspectiva realista ou absolutista – na qual o conhecimento é visto como absoluto, universal, completamente neutro, invariável e, portanto, adquirido a partir da transmissão por especialistas (*experts*); o segundo seria o da perspectiva relativista – na qual o conhecimento é visto como completamente subjetivo e individual, não mais transmitido, mas construído a partir de opiniões pessoais, da interpretação de cada sujeito; e o terceiro e mais sofisticado estágio seria o da perspectiva “avaliativa” – na qual o conhecimento é visto como contextual/social, construído e avaliado com base em entendimentos e evidências compartilhados por uma comunidade de pessoas, usando critérios comuns acordados sobre o que conta como válido e legítimo (KUHN; WEINSTOCK, 2002). Então, os estudos nessa linha tentavam enquadrar as concepções de professores e alunos dentro de um desses estágios para concluir sobre o nível de “maturidade” dessas concepções. Esse modelo – chamado de modelo do “*desenvolvimento epistemológico*” – foi fortemente criticado e apontado como muito reducionista e determinista por pressupor que a epistemologia pessoal de um indivíduo

é composta de crenças que se desenvolvem juntas como um conjunto integrado ou um sistema unificado, afetando todas as suposições desse sujeito sobre a aquisição, estrutura, representação e aplicação do conhecimento.

Por conta dessas críticas, uma tradição alternativa de pesquisas surgiu durante a década de 1990 (BROWNLEE et al., 2016). Essa outra tradição passou a destacar que a natureza do conhecimento abarca diversos aspectos epistêmicos e que um mesmo sujeito pode ter, por exemplo, concepções mais sofisticadas para alguns desses aspectos específicos e concepções mais ingênuas para outros. Desse modo, o conjunto de concepções de um indivíduo não teria a unicidade, uniformidade e previsibilidade postuladas pela tradição de estudos anterior, mas na verdade seria um conjunto de crenças multidimensionais e independentes entre si. Foi a partir de então que os pesquisadores passaram a adotar o termo “*concepções epistêmicas*”, justamente para designar crenças relativas a aspectos epistêmicos bem específicos, e deixaram de considerar que as pessoas possuem uma visão única e homogênea a respeito do conhecimento – uma visão aplicável a todo e qualquer aspecto desse conhecimento.

Dessa maneira, pesquisadores começaram a propor algumas categorias para delimitar esses aspectos mais específicos atrelados à natureza do conhecimento. Exemplos disso são as categorias: “certeza”, “simplicidade”, “fonte” e “justificação” do conhecimento, a partir das quais seria possível avaliar se os sujeitos concebem o conhecimento como, respectivamente: i) fixo/imutável ou flexível/cambiável; ii) formado por fatos individuais ou conceitos complexos e inter-relacionados; iii) autogerado ou produzido por outras pessoas; iv) justificado a partir de evidências ou por discurso de autoridade (SCHOMMER, 1990; HOFER, 2000, 2004).

Além disso, os estudos mais recentes passam a defender que as concepções de uma mesma pessoa não apenas podem variar dependendo dos aspectos epistêmicos específicos que são ponderados, mas também mudam dependendo do contexto no qual essa pessoa está inserida quando precisa pensar sobre o conhecimento. Assim, o quadro mais atual adotado pelos pesquisadores tem analisado a epistemologia pessoal como sendo múltiplas maneiras de uma pessoa lidar com o conhecimento que variam dependendo do domínio específico ao qual esse conhecimento pertence e da situação particular considerada. Esse quadro reforça ainda mais a ideia da epistemologia pessoal como um construto plural e flexível, ao invés de um construto único (unidimensional), fixo e contexto-independente (HAMMER; ELBY, 2002). Dito de outra maneira, os pesquisadores têm argumentado que concepções epistêmicas são situadas, são sensíveis aos diferentes contextos nos quais professores e alunos podem estar engajados e que, portanto, é preciso investigar essas concepções epistêmicas em ação,

observando diversas situações reais de sala de aula na tentativa de capturar os momentos em que as concepções são ativadas em função de tarefas e demandas específicas (MUIS et al., 2016). É a partir desse novo quadro teórico-metodológico que o conceito de “*cognição epistêmica*” é desenvolvido e ganha força dentro das pesquisas. Esse conceito tem contribuído significativamente para a área, estimulando o desenvolvimento de abordagens analíticas mais refinadas e contextualizadas, porque deixa de abordar as concepções epistêmicas como crenças estáticas e passa a vê-las como variáveis envolvidas em processos dinâmicos e “fluidos” (CHINN et al., 2014; SINATRA, 2016).

Sobre a principal mudança de ordem metodológica ocorrida, podemos destacar que inicialmente os trabalhos utilizavam metodologias pautadas exclusivamente na aplicação de questionários e atualmente fazem uso de abordagens mais amplas e diversificadas, incluindo entrevistas com professores e alunos e, principalmente, observação (com filmagens e outras formas de registro) desses sujeitos atuando em sala de aula.

Existem na literatura diversos questionários fechados e proposições de análises quantitativas desenvolvidos para o mapeamento de concepções epistêmicas (SCHOMMER, 1990; WOOD; KARDASH, 2002; MUIS et al., 2015). No entanto, como novos modelos teóricos surgiram e as epistemologias pessoais passaram a ser vistas de outra maneira pelos pesquisadores, esses instrumentos foram criticados por serem incapazes de caracterizar o caráter contextual/situacional dessas epistemologias (DeBACKER et al., 2008). Diversos autores passaram a questionar a relevância de resultados pautados na mera descrição de escores obtidos por professores e alunos durante a resolução de questionários fechados, contendo itens genéricos e descontextualizados a respeito da natureza da ciência e/ou da natureza do conhecimento. Isso porque ao responder esses questionários, os sujeitos estão pensando em como teoricamente e de maneira bem geral o conhecimento é produzido (na ciência ou no ensino de ciências como um todo) e não necessariamente estão refletindo sobre os contextos específicos onde atuam e sobre como, na prática, eles pessoalmente constroem conhecimento nesses contextos, ou seja, não estão pensando nos aspectos epistêmicos presentes em suas salas de aula e suas aulas de ciências em particular.

Segundo Sandoval (2005), esse tipo de pesquisa focada em levantamentos das concepções de professores e alunos por meio de questionários foi uma tradição forte na área. Para o autor, esses estudos estariam limitados ao que ele chama de “epistemologia formal”, ou seja, a compreensão que um sujeito tem acerca da ciência profissional ou formal – acerca de como o cientista deve produzir conhecimento –, o que não corresponde necessariamente à

compreensão sobre como o conhecimento deve ser produzido em sala de aula – “epistemologia prática”. A diferenciação entre esses dois conceitos tem ajudado a esclarecer as críticas a essas abordagens que não avançam na discussão que teria mais relevância para a educação científica: como as concepções epistêmicas relacionam-se de fato a ações de ensino e aprendizagem? (KELLY; DUSCHL, 2002).

O foco de atenção deveria incluir, portanto, as ações utilizadas, tanto por alunos como por professores, para elaborar e resolver questões no contexto escolar, para produzir, justificar, avaliar e comunicar conhecimentos científicos (KELLY; DUSCHL, 2002). É importante discutir como essas ações são desenvolvidas dentro da dinâmica social da sala de aula e como se relacionam, por sua vez, à apropriação de aspectos fundamentais da natureza da ciência, uma vez que pode haver um distanciamento entre essas ações e as concepções dos sujeitos sobre a ciência profissional (SANDOVAL; REISER, 2004; SANDOVAL, 2005). Desse modo, mais do que questionários a respeito do que os indivíduos pensam sobre a ciência, é necessário vê-los em ação e observar como esse processo ocorre *in situ* e quais ideias esses sujeitos aplicam em sua própria construção de conhecimento.

Em resumo, ao responder esses questionários, os sujeitos estariam manifestando apenas suas concepções “formais” acerca dos aspectos epistêmicos sobre os quais foram questionados, e não a maneira como lidam na prática com esses aspectos. E o problema é que um professor ou um aluno pode conceber formalmente a natureza do conhecimento de uma maneira, mas na prática, no momento de efetivamente atuar (ensinar ou aprender) em determinadas situações instrucionais, lidar com a construção de conhecimento de outro modo. Por isso, instaurou-se a necessidade de superar abordagens pautadas unicamente no levantamento de concepções formais, com o aprimoramento de metodologias que incluíssem também a observação das práticas de professores e alunos em situações reais de ensino e aprendizagem.

Diante do exposto até aqui, podemos então sintetizar o desenvolvimento dos estudos sobre a relação entre epistemologia e ensino, dizendo que esse desenvolvimento envolveu basicamente três principais “ondas” de pesquisas (HOFER, 2016), pautadas em diferentes modelos teórico-metodológicos – primeiramente no modelo do *desenvolvimento epistemológico* (por exemplo, Perry, 1970; Kuhn, 1991); depois no modelo das *concepções epistêmicas* (por exemplo, Muis e Duffy, 2013); e mais recentemente no modelo da *cognição epistêmica* (por exemplo, Greene e colaboradores, 2008).

“Cognição” é um termo usado normalmente para se referir a processos mentais como relembrar, perceber, raciocinar, tomar decisões. Alguns estudiosos argumentam que há certos processos cognitivos, ou certas manifestações desses processos, que estão focados especificamente em questões epistêmicas e que, portanto, esses processos configuram um tipo particular de cognição que pode ser chamado de “cognição epistêmica” (GREENE et al., 2016).

Apoiados em uma vasta literatura, Chinn e colaboradores (2014), para atender às novas tendências de pesquisa surgidas na área vinculadas ao processo de cognição epistêmica, propuseram um *framework* para descrever esse fenômeno. Esse modelo está pautado em três componentes principais: i) objetivos epistêmicos; ii) ideais epistêmicos; e iii) processos fiáveis (ou confiáveis).

Os objetivos epistêmicos são os objetivos de um indivíduo orientados para o conhecimento, ou seja, referem-se ao que esse indivíduo espera alcançar quando envolvido em uma tarefa específica de ensino-aprendizagem (tarefa epistêmica). Esses objetivos podem ser, por exemplo, memorizar, explicar, justificar ou usar modelos científicos (CHINN et al., 2011; CHINN et al., 2014). O processo de cognição de um sujeito é iniciado e se desenvolve em função de um objetivo epistêmico que esse sujeito queira atingir.

Os ideais epistêmicos são os critérios ou padrões a partir dos quais o indivíduo avalia se o que é desenvolvido e atingido, em termos de construção de conhecimento em uma tarefa instrucional específica, é algo válido (CHINN et al., 2014). Assim, esses ideais se relacionam à perspectiva do indivíduo sobre a própria natureza do conhecimento e, portanto, é particularmente aqui que as concepções epistêmicas mostram-se relevantes e associadas à cognição, pois essa avaliação depende de como o sujeito concebe certas características desse conhecimento. Por exemplo, um professor que acredita que um determinado conhecimento a ser ensinado tem como características epistêmicas: “ser absoluto e definitivo e ser baseado em uma coleção de fatos isolados e incontestáveis”, pode usar essas crenças para construir uma imagem/um padrão sobre o que considera ideal em uma situação de ensino-aprendizagem.

Os processos fiáveis são as estratégias que o indivíduo efetivamente implementa visando atingir seus objetivos epistêmicos (CHINN et al., 2014). Essas estratégias podem ser, por exemplo, apelo ao discurso de autoridade, ou o uso da argumentação fundamentada em evidências. Assim, há um forte alinhamento entre os objetivos epistêmicos e os processos fiáveis, pois estes últimos são empregados em função de contemplar aquilo que é estabelecido

pelos primeiros. Além disso, o uso desses processos fiáveis pode ter uma relação recursiva com os ideais epistêmicos, pois ao mesmo tempo em que a escolha sobre qual estratégia usar é delimitada pelo escopo daquilo que o sujeito compreende como sendo o ideal em termos de características epistêmicas de um dado conhecimento, a adoção e aplicação dessa estratégia vai reiterando e reforçando essas características.

E por fim, a *cognição epistêmica* em si é vista então como todo esse processo mental no qual o sujeito está engajado quando precisa tomar decisões diante de uma tarefa relacionada à construção de conhecimento – decisões que exigem a consideração de objetivos epistêmicos, ideais epistêmicos e processos fiáveis.

Desse modo, o que se vê atualmente é uma tendência em continuar estudando as concepções epistêmicas, porém dentro do modelo da cognição epistêmica (BUEHL; FIVES, 2016), entendendo que isso permite “captar” melhor como professores e alunos lidam com a natureza do conhecimento e do conhecer (CHINN et al., 2014) e como as concepções epistêmicas desses sujeitos podem afetar suas escolhas e práticas em sala de aula.

1.1.2.3. *Desafios e novas perspectivas*

A maioria das investigações tem privilegiado a análise de concepções de alunos e há poucos esforços focados na figura do professor. O professor precisa ser o representante e mediador da cultura científica dentro da sala de aula, assumindo, portanto, papel central na alfabetização científica.

“(…) O papel do professor de ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas (DRIVER et al., 1999, p. 33).”

“(…) O papel do professor, como autoridade, possui dois componentes importantes. O primeiro deles é introduzir novas ideias ou ferramentas culturais onde for necessário e fornecer apoio e orientação aos estudantes a fim de que eles próprios possam dar sentido a essas ideias. O outro é ouvir e diagnosticar as maneiras como as atividades instrucionais estão sendo interpretadas, a fim de subsidiar as próximas ações. O ensino visto nessa perspectiva é, portanto, também um processo de aprendizagem para o professor. Aprender ciências na sala de aula requer que os alunos entrem numa nova comunidade de discurso, numa nova cultura; o professor é o guia, quase sempre pressionado, dessa excursão, que faz a mediação entre o mundo cotidiano dos alunos e o mundo da ciência (DRIVER et al., 1999, p. 39).”

A falta de oportunidades ou repertórios do professor para trabalhar alguns aspectos da natureza da ciência em sala de aula tem resultado em importantes falhas na alfabetização científica, por exemplo, gerando para os alunos uma imagem positivista de ciência (DRIVER

et al., 2000). As ações do professor devem ter objetivos adequados (OSBORNE et al., 2004) e influenciam diretamente os modos de produção de conhecimento pelos alunos e os critérios que eles desenvolvem para se apropriar da ciência. Para dar conta dessa tarefa, o professor precisa, além de dominar os conteúdos científicos e pedagógicos, conhecer as características epistêmicas do fazer científico e reconhecer sua importância para o ensino de ciências. Cabe ao professor mediar todo o processo de construção de conhecimento em sala de aula, fornecendo critérios para a avaliação dos enunciados que são produzidos, explicitando os objetivos de determinadas ações, apontando limitações e inconsistências de determinadas ideias e desafiando os alunos a justificarem seus posicionamentos.

Trabalhos voltados para o estudo das visões de professores sobre a natureza da ciência (FERNÁNDEZ et al., 2002) têm apontado que essas visões, quando equivocadas, constituem obstáculos à renovação do ensino de ciências (PRAIA et al., 2002; FOUREZ, 2003; CACHAPUZ et al., 2005). Entretanto, diante de todas as considerações feitas aqui sobre a importância de investigar a “epistemologia prática”, é necessário ampliar as pesquisas sobre as ações que ocorrem no contexto escolar (FLICK, 2000; KEYS; BRYAN, 2001) e descrever também qual a relação entre essas ações e as concepções formais dos professores.

Dessa maneira, precisamos ampliar as pesquisas centradas na figura dos professores visando esclarecer melhor as possíveis relações entre as epistemologias pessoais desses profissionais e suas abordagens e práticas de ensino, já que algumas pesquisas têm chegado a resultados e conclusões divergentes. Enquanto certos estudos postulam que há uma forte relação entre as crenças epistêmicas e a prática pedagógica de professores (por exemplo, Tsai, 2002, 2006), outros não verificam essa associação (por exemplo, Kang e Wallace, 2005; Kang, 2008). Então, sugere-se continuar investigando “se e como as concepções epistêmicas influenciam, enquadram, orientam a atuação docente”, analisando como essas concepções servem de filtros, “molduras” e guias para as ações do professor e para as escolhas que faz sobre os métodos instrucionais e os tipos de tarefa e conhecimento que privilegia em suas aulas (FIVES; BUEHL, 2012).

Isso leva ao outro desafio colocado para a área, que é desenvolver metodologias mistas, capazes de caracterizar essa relação entre epistemologia “formal” e epistemologia “prática” (pessoal) (SANDOVAL, 2005). As metodologias, portanto, não podem se limitar à aplicação de questionários, os quais não permitem “capturar” as epistemologias pessoais, dada a sua natureza situada. Chinn e colaboradores (2011) destacam que é impossível conceber um único instrumento capaz de capturar todos os aspectos da cognição epistêmica

simultaneamente, devido à sua natureza complexa e multifacetada. Assim, as metodologias mistas são aquelas que incorporam a análise do discurso e das ações dos professores produzidos em situações autênticas do seu cotidiano escolar, que analisam as concepções e cognições epistêmicas desses sujeitos na prática e em “tempo real”, entendendo a importância dessa abordagem qualitativa e contextualizada para superar as lacunas de estudos pautados unicamente na aplicação de questionários fechados.

E finalmente, as pesquisas precisam se dedicar mais ao desenvolvimento de medidas (instrumentos e análises) capazes de identificar e explicar os inúmeros fatores contextuais que podem operar nas concepções e cognições epistêmicas. Isso inclui ampliar estudos sobre as epistemologias pessoais de professores ligadas a áreas e subáreas específicas do conhecimento (por exemplo, a biologia ou mais especificamente a ecologia), já que essa é uma das variáveis contextuais que precisam ser melhor descritas pelos pesquisadores (HOFER, 2006). Os filósofos da ciência têm esclarecido cada vez mais que não há um método comum ou um único conjunto de práticas na ciência, mas que ao invés disso, cada disciplina científica específica tem suas próprias formas de investigação e maneiras de produzir conhecimento (GALISON; STUMP, 1996), de modo que, por exemplo, dentro de uma mesma área como a biologia, os métodos de investigação dos microbiologistas podem diferir acentuadamente daqueles usados pelos ecólogos de campo, a ponto de um microbiologista não poder avaliar com propriedade a qualidade do trabalho de um ecólogo e vice versa. Assim, as crenças de professores sobre a natureza da ciência ou do conhecimento podem variar dependendo de qual ciência ou quais conhecimentos específicos estão sendo abordados. Portanto, é importante estender os estudos para diferentes disciplinas científicas, já que as concepções epistêmicas são domínio-dependentes (KUHN et al., 2000). Para contribuir com essa demanda e desafio, optamos por estudar as epistemologias pessoais de professores dentro da área específica da ecologia, uma área que não tem recebido a devida atenção, conforme apresentado no próximo capítulo.

1.2. CAPÍTULO 2. A ECOLOGIA

1.2.1. Características da ciência ecologia

Pouca atenção tem sido dispensada a questões filosóficas e epistemológicas sobre a ecologia, quando comparada à física, química ou à própria biologia, o que pode estar relacionado a três principais razões: i) compreender uma área com uma variedade muito grande de subcampos, objetos de estudo e perspectivas teórico-metodológicas; ii) ser uma ciência relativamente jovem e iii) ter pesquisadores menos engajados na comunidade de filósofos da ciência (WILSON, 2009).

Os vários níveis de complexidade estudados na ecologia caracterizam um grande espectro de objetos dessa ciência, compondo uma gama de especializações que vão do estudo do organismo (ou espécie), nas suas relações com o ambiente, até o estudo de fenômenos globais, envolvendo toda a biosfera. Segundo Mayr (2008), dentre as disciplinas biológicas, a ecologia seria a mais heterogênea, por conta dessa sua complexidade, que envolve objetos tão plurais (e não uma única unidade de estudo) e que podem ser analisados em diversas escalas espaciais e temporais.

A ecologia é uma ciência recente (de aproximadamente cem anos), e é um ramo que se desmembrou da biologia, mas com a qual continua guardando estreita relação. Apesar das diferentes interpretações sobre suas raízes, que segundo alguns autores remetem à antiguidade, é consenso que o desenvolvimento da ecologia enquanto ciência profissional (campo vigoroso e autônomo) começou somente no início do século XX, décadas após a cunhagem do termo pelo zoólogo alemão Ernst Haeckel, em 1866. Após anos da inserção do novo termo, a ecologia tornou-se familiar a um núcleo restrito de biólogos, principalmente relacionados a atividades de manejo agrícola, silvicultura, pesca e caça (MCINTOSH, 1986).

Somente em 1960, com a crise ambiental, a ecologia alcançou a arena pública, tornando-se um lema, um guia para repensar o relacionamento das sociedades humanas com o seu ambiente. A apropriação repentina de conceitos e visões da ecologia para interpretar fenômenos sociais, políticos e econômicos distorceu várias características dessa ciência ainda em consolidação. A ecologia passou a ser confundida com qualquer coisa que diz respeito ao meio ambiente, incorporando conhecimentos, métodos e preocupações muito diversos (MCINTOSH, 1986).

A distorção muito difundida dos seus conteúdos e competências dificulta a discussão sobre os antecedentes da área. Se a definição de ecologia englobar qualquer ideia referente à relação dos organismos com o ambiente, especialmente os organismos humanos, então a busca por suas origens torna-se muito mais difícil, já que virtualmente todos os grandes pensadores entre o século V a.C. e o final do século XVIII tiveram algo a dizer sobre algumas dessas ideias (GLACKEN, 1967). Buscar as raízes de um campo de conhecimento implica ter alguma ideia do que está sendo procurado, do que seja essa ciência. Portanto, a falta de clareza sobre o histórico da ecologia parece resultar da dificuldade, mesmo entre os ecólogos, de primeiramente responder a questão: “o que é ecologia?”.

Muitas são as definições dadas para essa ciência:

“(…) Corpo de conhecimento que diz respeito à economia da natureza – à investigação das relações totais dos animais, tanto com seu ambiente inorgânico como orgânico, incluindo, acima de tudo, suas relações amistosas e hostis com animais e plantas com os quais entram em contato direto ou indireto – em resumo, a ecologia é o estudo das relações complexas referidas por Darwin como condições para a luta pela existência (HAECKEL, 1866. Tradução de ALLEE et al., 1949).”

“O estudo da adaptação dos organismos aos seus ambientes (EMLEN, 1973, p. 1).”

“O estudo científico das relações entre organismos e seus ambientes (MCNAUGHTON; WOLF, 1979, p. 1).”

“O estudo científico das interações que determinam a distribuição e abundância dos organismos (KREBS, 1985, p. 4).”

“O estudo dos princípios que determinam os padrões espaciais e temporais de grupos de organismos (FENCHEL, 1987, p. 12).”

Considerando as dificuldades dos próprios biólogos e historiadores que se dedicam a investigar os antecedentes da ecologia, está declaradamente fora do nosso alcance traçar os detalhes do desenvolvimento desse campo, tentando identificar seus fundadores ou “pais”. O intuito aqui é simplesmente levantar algumas questões acerca da natureza da ecologia para contextualizar nossa discussão sobre a complexidade e relevância do ensino dessa ciência.

No século XIX, a biologia concentrou-se nos aspectos funcionais dos organismos individuais, tornando-se essencialmente sinônimo de fisiologia. Entretanto, é necessário reconhecer que de alguma forma a história natural continuou influenciando fortemente o seu desenvolvimento. Não mais praticada como no século XVII e início do XVIII segundo as tradições indutivistas baconiana e aristotélica, a história natural “transformada” ajudou a libertar a biologia dos moldes das ciências físicas. Trabalhos como o de Buffon, no final do século XVIII, teriam contribuído para essa transformação da história natural, que passa de mera descrição dos fatos para a compreensão histórica da natureza como um processo

temporal e dinâmico (LYON; SLOAN, 1981). A maior aquisição da biologia no século XIX – a teoria evolutiva de Darwin – é amplamente um produto da história natural.

A ecologia foi descrita inicialmente por Haeckel e por grandes expoentes da ecologia vegetal (Clements e Cowles) como uma parte da fisiologia ou até como sinônimo dessa (MCINTOSH, 1986). Já os especialistas em ecologia animal descreveram a ecologia como sendo a “nova história natural” (ADAMS, 1917) ou a “história natural científica” (ELTON, 1927). Portanto, a ecologia parece ter assumido uma disputa que antecede a sua origem – a “guerra” entre naturalistas e experimentalistas (fisiologistas) do século XIX –, dificultando o posicionamento dos ecólogos. A ecologia deve enfatizar estudos experimentais típicos da tradição mecanicista e reducionista da fisiologia? Ou a complexidade e interconexão dos fenômenos ecológicos exigem, ao contrário, uma abordagem holística, para a qual laboratório e equações matemáticas são insuficientes (CANNON, 1978)?

Essas tensões podem ser atribuídas justamente às raízes múltiplas da ecologia (ODUM, 1964). Um episódio histórico que elucida bem a tensão entre holismo e reducionismo nessa ciência foi o embate entre as perspectivas teóricas de Clements e Gleason sobre o conceito ecológico de comunidade. O primeiro autor entendia a comunidade como sendo um superorganismo – uma entidade com limites bem definidos, que também nasce, desenvolve-se e morre, de forma altamente previsível. O segundo autor opôs a esse conceito holístico um conceito individualista, questionando a existência das fronteiras nítidas e da interdependência entre os componentes de uma comunidade, ideias defendidas por Clements.

O conceito holístico fortaleceu a ideia sobre hierarquização e propriedades emergentes dos objetos de estudo da ecologia; comunidades, por exemplo, um objeto de estudo diferente de populações ou organismos individuais, teriam propriedades únicas, não encontradas com o estudo isolado de suas partes (estudo em níveis hierárquicos mais baixos). Como estudar sistemas ecológicos em escala suficiente para observar propriedades emergentes? Como não subdividir a ecologia em níveis hierárquicos e não ser reducionista? Essas são mais questões com as quais os ecólogos precisam lidar.

Segundo Holling (1998), a disputa permanece configurando o que ele chama de duas culturas vigentes na ecologia: a cultura analítica e a cultura sintética (ou integrativa), que corresponderiam respectivamente à abordagem reducionista e à abordagem holística. Para compará-las e distingui-las, o autor aponta alguns critérios como: filosofia de cada abordagem; tipos de causalidade com as quais lidam; tipos de hipóteses formuladas; grau de incerteza dos seus resultados. Assim, a abordagem analítica caracteriza-se por possuir metas

pré-estabelecidas e priorizar o método experimental capaz de rejeitar uma hipótese e eliminar incertezas sobre qual é a causa de um determinado fenômeno, enquanto a filosofia da cultura sintética envolve várias linhas de evidências e lida com várias hipóteses que competem por uma mesma explicação, sem necessariamente se excluírem e eliminarem incertezas sobre a origem múltipla do fenômeno (MARTINS; COUTINHO, 2010).

Diante de raízes e interesses tão plurais, uma grande variedade de métodos e abordagens investigativas foi desenvolvida dentro da ecologia. Assim, continuando com o embate anterior, é possível notar uma forte relação entre a emergência da perspectiva holística e o desenvolvimento de abordagens descritivas e qualitativas para o estudo da ecologia vegetal, enquanto a perspectiva individualista exigiu ferramentas quantitativas (SPIEGELBERGER et al., 2012).

As pesquisas iniciais com ecologia de plantas eram predominantemente baseadas no monitoramento ambiental, incluindo observações descritivas e/ou comparativas dos fenômenos na natureza por um longo período. Posteriormente, experimentos laboratoriais e experimentos em campo foram introduzidos para tentar delimitar melhor os mecanismos causais responsáveis por certos eventos observados e garantir certas generalizações (MCINTOSH, 1986). Com o acúmulo de dados dos estudos observacionais e experimentais, no século XX emergiram novas abordagens envolvendo modelos estatísticos ainda mais comprometidos em prever e generalizar padrões ecológicos complexos (COUDUN; GÉGOUT, 2006). Com o auxílio da tecnologia, essas metodologias continuaram diversificando e aperfeiçoando e atualmente existem, por exemplo, ferramentas de sensoriamento remoto que ampliaram o potencial dos registros de campo, assim como computadores e *softwares* capazes de produzir modelagens estatísticas mais complexas. E assim novas questões precisam ser refletidas pelos ecólogos: quais as especificidades, potencialidades e limitações de cada uma dessas abordagens (observações, experimentos e modelagens)? Essas abordagens deveriam ser complementares? Quais os desafios para combiná-las?

À medida que a ecologia subdividiu-se (ecologia vegetal, ecologia animal, ecofisiologia, ecologia comportamental, ecologia de populações, ecologia de comunidades e ecologia de ecossistemas), seu pluralismo ficou mais evidente e isso suscitou ainda mais problemas de identidade e legitimidade para a área, dificultando o debate sobre algumas das suas particularidades.

Um dos principais problemas no debate sobre a legitimidade da área é o estatuto das generalizações ecológicas, ou dito de outra maneira, a existência de leis na ecologia. O requisito da generalidade é o que permite aos cientistas extrapolar o conhecimento de uma situação particular, a que foi investigada, para novas situações. Portanto, generalizar é uma ação típica do fazer científico (WATERS, 1998), desempenhando papel fundamental no planejamento de testes experimentais, na construção de explicações científicas, na derivação de previsões e em intervenções técnicas.

Por muito tempo a questão sobre generalizações impulsionou discussões sobre a legitimidade da própria biologia enquanto ciência, principalmente quando comparada à física. Quando a biologia evolutiva ganhou força, e com ela, a cientificidade da biologia, o debate avançou para a busca das características particulares das generalizações biológicas. Considerando o papel da aleatoriedade e historicidade na determinação dos sistemas biológicos (MAYR, 2005) – a natureza contingente do processo evolutivo –, alguns autores argumentam que a biologia não apresenta leis naturais universais; ela postula regularidades e busca generalizações, mas não com o mesmo estatuto das leis físicas, por exemplo (BEATTY, 1995).

Nos últimos anos essas discussões têm se direcionado para a ecologia (TURCHIN, 1999; PICKETT et al., 2007), provavelmente por conta da principal tensão que marcou o seu desenvolvimento – holismo *versus* reducionismo –, e da diversidade de níveis de organização (por exemplo, ecologia fisiológica ou ecologia de populações) ainda em consolidação nessa recente área científica (BROWN et al., 2004; LEWINSOHN, 2004). A ecologia é capaz de formular leis e prever mecanismos dos sistemas ecológicos? Ou a inseparabilidade das variáveis ecológicas implica em estudos de caso, semelhantes àqueles da história natural? Quais níveis hierárquicos da ecologia permitem generalizações?

A natureza heterogênea dessa ciência parece tornar o debate mais complexo, já que por trabalhar com múltiplos problemas e investigar diferentes níveis de organização, os ecólogos produzem generalizações em diferentes escalas. Os próprios termos holismo e reducionismo tornam-se muito relativos para serem aplicados à ecologia como um todo e passam a depender do nível de organização considerado (MARTINS; COUTINHO, 2010). Assim, por exemplo, a autoecologia poderia ser vista como holística em relação à fisiologia, mas reducionista em relação à ecologia de populações. Essa heterogeneidade, que também se refere à necessidade, à forma e aos objetivos das diferentes teorias ecológicas, teria permitido o desenvolvimento da ecologia sem uma teoria unificada e vigorosa (GHILAROV, 2001).

Refletindo sobre as contribuições históricas de alguns autores, Wilson (2009) aponta que a introdução de modelos matemáticos e estatísticos na ecologia contribuiu grandemente para o seu desenvolvimento enquanto disciplina científica, avançando de atividades unicamente de descrição e classificação para esforços na constituição de teorias mais gerais. Mas ele ressalta que no começo do século XX esses modelos estavam fortemente relacionados à busca de leis ecológicas como, por exemplo, os modelos de Lotka-Volterra para competição e predação e suas aproximações com princípios da termodinâmica, o que sugere a preocupação em aplicar a sistemas ecológicos leis com o mesmo rigor e propriedades das leis físicas e químicas.

Segundo Wilson (2009), após algumas décadas os modelos dos ecólogos deixaram de focar a proposição dessas leis “universais” e passaram a preocupar-se em caracterizar e prever o comportamento de algumas situações ecológicas, traduzindo de forma matemática os seus mecanismos subjacentes. Um exemplo seria o posicionamento de Paine em alguns trabalhos sobre comunidades intertidais, nos quais ele reconhece a relevância dos modelos construídos para prever com bastante precisão alguns eventos observados, mas ao mesmo tempo as dificuldades de generalizar esses modelos para além dos sistemas ecológicos abordados.

Desse modo, poderíamos resumir alguns dos aspectos que consideramos mais relevantes no desenvolvimento histórico da ciência ecologia, dizendo que:

- i. Inicialmente, valendo-se da tradição de estudos da história natural, a ecologia preocupava-se apenas em descrever os padrões morfológicos dos seres vivos (principalmente das plantas) e relacioná-los aos respectivos habitats desses organismos.
- ii. Com o acúmulo de dados, a ecologia passa a querer superar esses estudos muito descritivos e começa a se dedicar também à busca por modelos, teorizações e generalizações, ou seja, à busca por resultados com maior poder explicativo e preditivo a respeito dos fenômenos ecológicos investigados. Nesse momento, os ecólogos, mais do que descrever os componentes (“produtos”) bióticos e/ou abióticos de um ambiente natural, querem postular os mecanismos de causalidade (“processos”) que explicam as interações entre esses componentes.
- iii. Então pesquisas sobre dinâmica de populações, comunidades e ecossistemas vão ganhando espaço e exigindo novas abordagens metodológicas com uma priorização cada vez maior de análises quantitativas e modelagens matemáticas auxiliadas por ferramentas estatísticas e computacionais.

Como abordado ao longo deste capítulo, essa história tem sido marcada por questionamentos a respeito da identidade/natureza da ciência ecologia e da validade dos conhecimentos que ela produz, sendo um dos principais questionamentos decorrente da discussão sobre holismo e reducionismo dentro dessa ciência.

“(…) A ecologia científica por si mesma tentou dotar-se de leis e de modelos matemáticos, dotar-se, em suma, dum aparelho conceptual que lhe conferisse respeitabilidade no campo científico. Os primeiros esforços de matematização da ecologia teórica aproximavam-na, portanto, dum modelo ortodoxo da ciência, herdeiro do ideal cartesiano e newtoniano. E desta forma, com certeza, muito nos ensinou sobre o estado do nosso planeta. Mas, contraditoriamente, ao pensar em termos de produtividade e de eficácia, não estaria a tornar-se o arauto dos valores ‘objetivos’ da ciência cartesiana e analítica de que, por outra via, combatia a cegueira em relação aos problemas do mundo? (DELÉAGE, 1993, p. 253-254).”

Sobre esse embate entre “holismo *versus* reducionismo” que tem acompanhado a história da ecologia e que tem se configurado como uma discussão particularmente proeminente e relevante nessa área científica específica, o que queremos destacar a partir de nossa revisão da literatura é que mesmo sendo uma ciência complexa e tendo uma origem “holista” (relacionada à “ótica” dos naturalistas), a ecologia evoluiu muito, e como as outras ciências naturais, está inscrita no paradigma da ciência moderna, o qual envolve inevitavelmente o uso de abordagens analíticas de pesquisa (tidas como “reducionistas”) (MELLO, 2006).

E como vimos, outra questão que parece “ameaçar” a identidade da ecologia é sua abrangência excessiva, que passou a ser um problema para a identificação do que delimita o domínio de atuação dessa área. Conforme mencionamos, as próprias definições de ecologia, como a definição de que a ecologia é o campo que estuda “todas as relações dos seres vivos”, são muito amplas e vagas para delimitar adequadamente essa ciência (KREBS, 2001). Por conta de sua abrangência, a ecologia foi se tornando um significante capaz de comportar um aglomerado enorme de significados e seus conteúdos foram sendo confundidos com inúmeros outros discursos e práticas, inclusive discursos e práticas não-científicos.

Autores defendem que a polissemia do termo ecologia e a transposição irrestrita e precipitada de seus conteúdos para outros domínios dificultam reconhecer os limites da ciência ecológica e compreender quais são de fato seus objetos e objetivos de estudo e suas metodologias (HEEMANN, 2001). E assim, pela disponibilidade de significações possíveis para a ecologia, ela pode ser concebida tanto como uma disciplina científica, quanto como uma “prática de preservação”, uma “reflexão política”, uma “filosofia”. Para mostrar essa polissemia, Coutinho (1996) evidencia as dezenas de significados diferentes para a palavra

ecologia presentes em vários tipos de publicações e demonstra que diversos significados vão muito além da definição da ecologia como ciência.

O discurso científico da ecologia acaba se misturando a tantos outros discursos, que no campo discursivo e das representações sociais (imaginário popular) não encontramos apenas uma, mas sim várias “ecologias”. Essas outras “ecologias” transitam entre objetos e métodos diversos, que ora se complementam, ora se contradizem, e vão assim mascarando a identidade da autêntica ecologia – impedindo reconhecer o que compõe de fato suas bases científicas já consolidadas e que a distinguem de outros discursos e práticas (ÁVILA-PIRES, 1999).

Dessa maneira, essa pluralidade de interpretações, por conta da apropriação indiscriminada e do uso polissêmico e ambíguo de diversos termos, conteúdos e discursos, acaba “transformando” a ecologia em outros campos destituídos de seu conteúdo científico original, comprometendo assim a compreensão da sociedade acerca dessa ciência – qual o seu real escopo e seus verdadeiros compromissos, de que maneira ela efetivamente “atua” e produz conhecimento.

Muito dessa compreensão confusa sobre a ecologia está relacionado, conforme mencionamos anteriormente, ao movimento ambientalista que ganhou destaque na década de 1960 e permanece até os dias atuais. A partir desse período, foi crescente o número de manifestações sociais de caráter político propondo reflexões sobre o papel do ser humano na biosfera e sobre o futuro da humanidade diante da crise ambiental (por exemplo, “Rio+20” e “A Hora do Planeta”) (LIGNANI; AZEVEDO, 2013).

No auge desse movimento pela conscientização ambiental é que o campo de abrangência da ecologia passa a ser ampliado exageradamente, adquirindo um caráter mais do que científico. A partir desse momento, os princípios científicos ecológicos passam a compor verdadeiros sistemas de pensamento dentro dos quais são transformados em princípios normativos – por exemplo, éticos, morais, políticos, econômicos. Então a ecologia, originariamente ligada à biologia, é incorporada aos mais diferentes segmentos da sociedade e associada a preocupações muito diversas. Dito de outra maneira, com as apropriações das ideias surgidas no debate sobre as questões ambientais, a ecologia ultrapassa os limites das ciências biológicas e naturais e incorpora-se no discurso das ciências humanas e nos movimentos sociais e políticos ligados a essas questões (MELLO, 2006). E como consequência, vemos uma crise de identidade na ecologia.

A sociedade acaba atribuindo à ecologia uma grande expectativa em resolver problemas – resolver a crise ambiental do planeta – e atribuindo um valor que escapa ao

domínio e ao significado dessa ciência. No discurso ecologista e no senso comum, ela vai se tornando sinônimo de tudo que diz respeito à preservação da natureza, de modo que seus conteúdos são “distorcidos” ou desvirtuados em relação ao que representam dentro do contexto científico original no qual foram produzidos (COUTINHO, 1996). Como dissemos, esses conteúdos científicos da ecologia são transformados em conteúdos normativos, ou seja, em “regras” para orientar decisões políticas, comportamentos sociais e hábitos pessoais (ÁVILA-PIRES, 1999), visando modificar a relação do homem com a natureza. Esses discursos normativos que configuram determinadas correntes de pensamento (éticas, filosóficas, políticas) voltadas para modificar valores e atitudes da sociedade frente ao meio ambiente são, para autores como Dajoz (1973, citado por Coutinho, 1996), não mais ecologia, mas ecologismo. Esses autores defendem a necessidade de termos clareza de que a ecologia como campo profissional – a ecologia praticada pelos ecólogos –, cujo compromisso é científico, é diferente daquilo que é praticado pelos ecologistas, cujo compromisso é político, e daí a necessidade de se cunhar o termo “ecologismo” para marcar a distinção entre o que não mais se refere à atividade científica da ecologia, mas sim à sua vertente política.

Em resumo, as questões suscitadas pela ecologia alcançaram muitas dimensões que estão fora do seu âmbito – dimensões, por exemplo, preocupadas em: prescrever ou normatizar comportamentos que devem ser adotados; refletir sobre modelos de civilização e sobre como os Estados devem proceder para minimizar os problemas ambientais; e propor medidas que devem ser implementadas para assegurar a sustentabilidade. Logo, a ecologia foi ganhando cada vez mais destaque nas discussões sobre os destinos da humanidade, seus modos de vida e modelos de desenvolvimento e, com isso, a natureza e identidade dessa ciência empírica e explicativa dos fenômenos naturais nem sempre estão claras e bem demarcadas para a sociedade (MELLO, 2006).

O intuito aqui de apresentar um pouco da natureza plural e complexa da ecologia, a partir do resgate histórico de suas principais influências e tensões, foi demarcar questões que consideramos relevantes para discutir a identidade e algumas particularidades dessa ciência frente a outros campos do conhecimento, pois são questões que só aparecem de maneira tão proeminente na ecologia e que não vemos repercutir da mesma maneira em outras áreas da biologia ou das ciências naturais. Acreditamos assim que essas questões permitem mapear aspectos epistêmicos – especificamente ligados à ecologia – não contemplados por ferramentas disponíveis na literatura, que se propõem a caracterizar apenas aspectos genéricos da ciência (a caracterizar a natureza da ciência como um todo). Ou dito de outra maneira,

acreditamos que essas questões ajudem a caracterizar o que as concepções epistêmicas de professores, dentro do contexto da ecologia, podem ter de “especial”/específico – podem ter de diferente em relação a maneira como lidam com o conhecimento em outras disciplinas. Defendemos que essas questões suscitadas pelo presente capítulo são fundamentais para discutir a natureza específica da ecologia e não deveriam ter atenção apenas de historiadores e filósofos da ciência. A comunidade de professores de biologia/ecologia, por exemplo, tem consciência dessas discussões?

1.2.2. O ensino de ecologia

Se discussões sobre a relação entre epistemologia e ensino devem ter mais espaço, isso é especialmente válido para a área da ecologia. A reflexão insuficiente sobre a natureza dessa disciplina por parte dos professores foi apontada como um dos maiores obstáculos ao seu desenvolvimento nos programas escolares (CHERIF, 1992). A formação escassa ou ausente de professores para lidar com o ensino de ecologia tem causado insegurança para trabalhar com questões que se alicerçam nessa temática.

Todas as questões, levantadas aqui, relacionadas à natureza da ecologia não estão à margem do contexto educacional e naturalmente têm implicações para o ensino dessa disciplina. Assim como acontece com a ciência ecologia, a ecologia escolar também tem encontrado dificuldades em estabelecer sua identidade. De acordo com Dowdeswell e Potter (1974), o ensino da ecologia provavelmente apresenta mais problemas do que qualquer outra área da biologia. Cherif (1989), em seu extenso estudo discutindo obstáculos para o ensino de ecologia, apresenta como um dos grandes problemas a falta de preocupação da comunidade científica com o tratamento que é dado à ecologia fora do círculo acadêmico. Ele aponta que os ecólogos e até mesmo os filósofos contemporâneos da educação têm dado pouca importância ao ensino de ecologia na educação básica, e que ao mesmo tempo, os professores têm dificuldades de trabalhar com essa disciplina, por conta dessa falta de diálogo e trocas com a comunidade científica. O autor considera que há uma dificuldade de aproximação entre os professores e a ciência ecologia e um desconhecimento da maioria sobre os avanços e as diferentes tendências de pesquisa dessa área do conhecimento – sobre o que é essa ciência e como ela “funciona”. Então, todo esse panorama estaria contribuindo consequentemente para a falta de esclarecimento da população sobre a ecologia.

A falta de compreensão sobre o que caracteriza essa ciência resulta em dificuldade de delimitar o que é essencial, em termos de currículo, objetivos centrais e estratégias instrucionais, para o ensino de ecologia. E essa delimitação se torna ainda mais problemática por conta da abrangência e das diversas representações alternativas que a ecologia adquire fora do campo científico, conforme já discutimos. Como muitas vezes a ecologia está “misturada” de maneira indiscriminada/acrítica com outros campos, discursos e práticas, e como várias “ecologias” acabam coexistindo no imaginário popular, pode ser difícil para o professor entender “qual ecologia” ele deve ensinar (MANZOCHI, 1994).

Desse modo, à medida que é atribuída à ecologia a responsabilidade de resolver os problemas decorrentes da atividade industrial e tecnológica (problemas como as mudanças climáticas e a degradação ambiental) e que essa ciência é confundida com ecologismo, o ensino de ecologia passa a ser visto como o responsável pela mudança de valores e atitudes dos alunos a fim de promover uma sociedade mais sustentável, e passa a ser confundido muitas vezes com educação ambiental (JOHNSON; MAPPIN, 2005). Barker e Slingsby (1999) sugerem que essa confusão entre o ensino sobre questões ambientais e o ensino sobre a ciência ecologia é comum entre professores e alunos. E Coutinho (1994) considera que reduzir a ecologia a discursos socialmente prescritivos (ecologistas/ambientalistas) é um dos grandes problemas no ensino dessa disciplina.

Portanto, a literatura aponta a importância de um entendimento comum tanto sobre o que é ensinar ecologia como sobre o que é educação ambiental, para que essas práticas não fiquem à mercê de interpretações muito diferentes conforme o contexto institucional onde se realizam. Daí a supor-se que, enquanto não houver clareza sobre o que é o ensino de ecologia – quais são os seus limites e sua área de abrangência e em que se diferencia da educação ambiental –, esse ensino não tem condições de ser praticado como deveria. É necessário compreender que os conhecimentos ecológicos que estão presentes nas disciplinas de biologia (ensino médio) e de ciências naturais (ensino fundamental) no contexto escolar podem ser relacionados, mas não reduzidos, às questões ambientais, e compreender que a ecologia, enquanto uma ciência biológica, possui focos diferentes daqueles pertencentes ao campo da educação ambiental.

Diante desse quadro, devemos pensar em caminhos que contribuam com uma transposição mais adequada da ecologia para o contexto escolar. Defenderemos aqui que um desses caminhos é avaliar novas possibilidades para a formação de professores de ciências naturais que contribuam efetivamente para uma melhor compreensão desses profissionais

acerca das ciências que precisam ensinar. Essa compreensão exige não apenas conhecer os produtos dessas disciplinas – seus principais conceitos e teorias –, mas também envolve compreender o processo como cada uma delas constrói conhecimento, ou seja, exige uma reflexão sobre a natureza dessas ciências. Para Andrade e colaboradoras (2008, p.13), a forma como as áreas científicas são construídas deve ser socializada, pois:

“(…) Da mesma forma que a epistemologia da ciência contribui para os cientistas construírem um conhecimento mais consistente de sua área de pesquisa, os estudos dos aspectos epistemológicos podem contribuir para um ensino de ciências mais significativo (...)”

Conforme já discutimos, as diferentes áreas do conhecimento científico são autônomas e apresentam características, metodologias e objetos próprios – apresentam maneiras específicas de produzir conhecimento –, e assim é importante compreender a epistemologia de cada uma dessas áreas para ter uma visão mais clara acerca de suas identidades. Logo, acreditamos que é necessário darmos mais atenção a questões relacionadas à epistemologia da ecologia, especialmente em cursos de formação de professores, para que eles adquiram maior consciência e, conseqüentemente, uma visão menos vaga e confusa sobre o que de fato é essa ciência. Foi pensando nisso, que propusemos o presente projeto de pesquisa.

2. SEGUNDA PARTE: OBJETIVOS, METODOLOGIAS E RESULTADOS

2.1. CAPÍTULO 3. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE CIÊNCIA E ECOLOGIA A PARTIR DE QUESTIONÁRIOS FECHADOS

2.1.1. Objetivos específicos

O presente capítulo discute o desenvolvimento da pesquisa para o cumprimento dos seguintes objetivos específicos: - produção e validação de questionários fechados do tipo Likert para o mapeamento de concepções sobre a ciência e a ecologia e sobre o ensino de ecologia; - caracterização dos perfis de concepções de uma amostra inicial de professores respondentes, em função do desempenho obtido nesses questionários.

2.1.2. Esclarecimentos teóricos

Questionário refere-se a um conjunto de perguntas que visa medir de um respondente suas crenças, interesses, posicionamentos sobre um determinado tópico, e/ou levantar atributos biográficos e da personalidade desse respondente (YAREMKO et al., 1986 *apud* GÜNTHER, 2003). A obtenção de dados sobre características, ações, opiniões de determinada população-alvo, por meio de questionários ou outros instrumentos similares, visando descrições quantitativas dessa população, pode ser chamada de *survey* (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993; FINK, 1995; GÜNTHER, 2003).

Essas abordagens por meio de questionários são muito utilizadas nas ciências sociais, especialmente quando queremos estudar aspectos do perfil da população-alvo que não podem ser inferidos unicamente por meio da observação dos sujeitos investigados. Questionários estão, portanto, entre as formas mais práticas de obtenção de informações sobre comportamentos, atitudes, opiniões e preferências de um público alvo (HORA et al., 2010).

Existem várias discussões sobre o cuidado rigoroso necessário na elaboração de questionários, e diversos pontos são apontados como críticos: - se os questionários serão abertos ou fechados; - se a aplicação ocorrerá presencialmente, por meio de entrevistas individuais ou em grupos, ou se os questionários serão enviados por *email*; - se as questões exibem uma linguagem clara, sem ambiguidade, e se não utilizam palavras ou expressões que podem enviesar o posicionamento dos respondentes; - se o questionário como um todo tem validade (GÜNTHER, 2003).

Questionários fechados e enviados pela internet otimizam o tempo de coleta e análise dos dados, assim como o número amostral. Perguntas abertas, especialmente em testes autoaplicáveis, exigem maior esforço dos respondentes, o que pode implicar em maior tempo para obtenção dos *feedbacks* desses sujeitos, além de maiores probabilidades de desistência dos participantes, dentre outras desvantagens (MATTAR, 1996; GÜNTHER, 2003). Além disso, é mais difícil e demorado organizar e categorizar respostas dissertativas.

Estudos do tipo *survey* normalmente utilizam amostragem não probabilística, que é aquela na qual a seleção dos elementos da população depende ao menos em parte do julgamento do pesquisador, e impede que qualquer membro dessa população tenha a mesma probabilidade de ser incluído na amostra (MATTAR, 1996). Essa estratégia é, muitas vezes, inevitável, já que os estudos dependem da adesão voluntária dos sujeitos para a amostragem. Nesse sentido, envolvem situações nas quais nem todos os indivíduos da população estão disponíveis para entrarem em um sorteio (amostragem probabilística, aleatória) que garantirá obrigatoriamente a sua participação na pesquisa (MATTAR, 1996). Além do fator viabilidade e facilidade operacional, a literatura aponta outras vantagens e justificativas atreladas a amostragens não probabilísticas (OLIVEIRA, 2001).

O pesquisador precisa optar entre estudos de corte transversal ou estudos longitudinais. Na pesquisa de corte transversal (*cross-sectional*), a coleta de dados ocorre somente em um momento, e objetiva descrever o estado das variáveis analisadas apenas nesse dado instante. Já a pesquisa longitudinal realiza diversas medidas ao longo de um período de tempo, e busca avaliar a evolução do objeto de estudo e suas eventuais mudanças (SAMPIERI et al., 1991; DALBERT et al., 2001).

Sobre o tipo de escala para questionários fechados, a literatura destaca a escala Likert como a mais utilizada nas ciências sociais, especialmente em estudos cujo objetivo central é levantar crenças e opiniões de um público-alvo sobre determinado tópico de interesse (GÜNTHER, 2003). Pede-se aos respondentes que especifiquem seu posicionamento com relação a diversas alegações sobre esse tópico. Diante de cada questão, o participante deve escolher uma alternativa de resposta que julga refletir sua posição. As escalas mais utilizadas são aquelas que oferecem cinco alternativas – escalas de cinco pontos –, mas também podem ser encontradas com duas, três, nove ou até mais alternativas (GÜNTHER, 2003). O importante é que se estabeleça um gradiente para os sujeitos situarem seu nível de concordância com as alegações trazidas.

Há um extenso debate sobre a adequabilidade de questionários Likert para tratamentos estatísticos (BORTZ; DÖRING, 1995). Via de regra, escalas Likert são classificadas como ordinais, que são aquelas em que as categorias de respostas exibem uma ordenação, entretanto, com intervalos entre essas categorias que não podem ser presumidos como sendo iguais; por exemplo, é difícil afirmar que a diferença entre alguém que discorda fortemente de algo (nível 4), e alguém que apenas discorda (nível 3), é exatamente da mesma magnitude da diferença entre um indivíduo que discorda (nível 3) e outro que está indeciso (nível 2), embora em ambos os casos, os sujeitos estejam a um ponto de diferença dentro da escala de cinco pontos.

Essa discussão é importante, uma vez que dados ordinais teoricamente excluem a possibilidade de aplicação de procedimentos e testes mais sofisticados, robustos, com maior poder inferencial, provenientes da estatística paramétrica (JAMIESON, 2004). Entretanto, de acordo com alguns autores, temos atualmente evidências mais do que suficientes de que dados produzidos por questões do tipo Likert podem sim ser submetidos a uma ampla variedade de técnicas estatísticas, dentre as quais destaca-se a análise fatorial e a análise de consistência interna, que serão descritas mais adiante neste trabalho (GÜNTHER, 2003; CARIFIO; PERLA, 2008; NORMAN, 2010).

Dentre todos os aspectos sobre o rigor envolvido na utilização de questionários, o conceito de validade é indubitavelmente o mais complexo e fundamental quando se discute a cientificidade desses instrumentos como ferramentas de pesquisa. Validade pode ser entendida como a capacidade de um instrumento medir exatamente aquilo que ele propõe medir (MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009). Pode parecer uma definição muito simples, contudo ela exige conhecimento de uma série de outros termos e conceitos usados pelos especialistas.

Primeiramente, é importante entender o conceito de construto. No processo de resolução de um questionário, cada resposta que um participante oferece para um item ou questão corresponde a uma variável observada, e supõe-se que as respostas estão relacionadas a algum construto psicológico desse sujeito. Esse construto não é diretamente mensurado, mas sim inferido a partir do comportamento dos respondentes, ou seja, a partir das variáveis observadas durante a aplicação do teste. Por exemplo, espera-se que ao realizarem um questionário sobre natureza da ciência, respondentes que possuem como construto uma visão positivista e indutivista “ingênua” tenham um desempenho diferente daqueles dotados de construtos psicológicos mais “sofisticados” sobre o empreendimento científico. É justamente a legitimidade dessa associação entre desempenho observado *versus* construto latente que

reflete a validade do instrumento (PRIMI et al., 2009). Dito de outra maneira, o questionário é válido se suas questões e os dados produzidos por meio destas são adequados e suficientes para sustentar as interpretações e considerações que o pesquisador faz acerca dos construtos psicológicos dos respondentes, ou seja, para sustentar os sentidos que são atribuídos aos escores do teste (MESSICK, 1989).

Em segundo lugar, é preciso considerar que a avaliação da validade de um instrumento não é nada trivial e deve estar pautada em inúmeras fontes de evidências, pois se trata de um processo cumulativo. Uma dessas fontes refere-se às evidências baseadas no conteúdo, que irão avaliar se os itens do questionário abrangem o domínio específico de conteúdo que se pretende investigar. A primeira validação normalmente é feita por especialistas que julgam a relação entre o conteúdo abarcado pelo questionário e referenciais teóricos que descrevem o domínio a ser investigado. Assim, o primeiro passo é uma descrição sistemática de como esse domínio é caracterizado pela literatura, e à luz desses referenciais teóricos o instrumento tem sua validade de conteúdo analisada (MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009).

Outra importante fonte de evidências para estudar a validade refere-se à análise da estrutura interna do instrumento. Diferente da análise baseada no conteúdo, que é um processo subjetivo, a avaliação da estrutura interna envolve uma série de procedimentos estatísticos. Tais procedimentos devem indicar qual a estrutura de correlações entre os itens do questionário. Se estes itens são construídos para medirem o mesmo construto ou uma mesma dimensão dentro desse construto, então essa estrutura de correlações deve ficar evidente durante um tratamento estatístico. Há várias técnicas empregadas, sendo as mais comuns: análise fatorial e análise da consistência interna (AERA, APA, NCME, 1999; MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009), que serão descritas mais adiante.

Validade também pode ser analisada a partir de evidências baseadas na relação do instrumento com variáveis externas ou critérios externos. Procedimentos estatísticos são utilizados, porém investigam-se as relações entre os escores obtidos em um teste e outras variáveis não contempladas pelo teste em si; lembrando que na avaliação da estrutura interna são tratadas apenas as relações – as correlações, variâncias, covariâncias – entre as variáveis internas ao próprio teste (PRIMI et al., 2009). Poderia ser, por exemplo, a relação entre o escore obtido por um respondente e o desempenho deste sujeito no seu ambiente de trabalho ou o escore *vs.* seu rendimento acadêmico, ou mesmo a relação entre o escore obtido em um teste sobre determinado construto e o escore proveniente de um segundo teste sobre outro construto. Se a teoria sugere que um construto e um determinado critério externo (por

exemplo, rendimento escolar) estão relacionados, ou que dois construtos estão relacionados, então são esperadas correlações moderadas entre os desempenhos dos sujeitos de pesquisa, o que chamamos de validade convergente. Por outro lado, se dois instrumentos são desenhados para acessarem construtos muito distintos, a expectativa é de correlações próximas de zero, o que é chamado de validade discriminante (MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009).

O esquema a seguir (Figura 1) resume os principais conceitos e procedimentos adotados por estudos que utilizam questionários como instrumentos de pesquisa. É importante destacar que existem outras fontes de evidência da validade de um instrumento, contudo fogem ao escopo da nossa pesquisa e não serão abordadas aqui (para maiores informações ver PRIMI et al., 2009).

Figura 1. Principais conceitos envolvidos em metodologias de validação de testes e questionários.

Análise fatorial corresponde a uma classe de métodos estatísticos multivariados voltados para a determinação da estrutura subjacente a uma matriz de dados a partir da análise das correlações entre um determinado número de variáveis (no nosso caso, os itens do questionário) (HAIR Jr. et al., 2005). Por meio de seus métodos, é possível verificar se cada item do questionário se relaciona adequadamente com os outros itens, ou seja, se o conjunto de variáveis observadas está medindo um único e mesmo construto, ou um único fator ou dimensão dominante desse construto, o que corresponde a um dos parâmetros utilizados para estimar o que chamamos de unidimensionalidade do instrumento (PASQUALI, 2003). Essa é uma das técnicas mais utilizadas na validação de testes em estudos da sociologia e psicologia (MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009).

Se a solução fatorial aponta a ocorrência de um único fator dominante responsável pela maior parte da variância da matriz de dados, ou seja, responsável pela covariação entre as variáveis observadas, então é inferida a unidimensionalidade do questionário. Com isso, há uma única dimensão latente do construto sendo avaliada pelo instrumento. Por outro lado, se mais fatores são extraídos, pode ser que o instrumento meça várias dimensões relacionadas ao construto, ou até mesmo vários construtos distintos. A premissa central da análise fatorial é que as medidas obtidas com o instrumento (variáveis observadas) são combinações lineares de algumas variáveis subjacentes/latentes (os fatores). Como o princípio é redefinir o grande número de dados mensurados, agrupando-os nessa estrutura subjacente que representa um menor número de variáveis – princípio da parcimônia –, a análise fatorial também é conhecida pelos especialistas como um processo para a redução de dados (LAROS, 2005).

Segundo diversos autores (TABACHNICK; FIDELL, 2001; HAIR Jr. et al., 2005; PESTANA; GAGEIRO, 2005; HAIR Jr. et al., 2010; KLINE, 2011), a análise fatorial tem como pressupostos: i) ausência de observações atípicas (*outliers*), que são dados com distribuições extremamente assimétricas e desequilibradas e que podem, portanto, alterar estimativas das médias e dos desvios padrão, e ter um pobre desempenho nas análises fatoriais (HAIR Jr. et al., 2009; KLINE, 2011); ii) normalidade e linearidade das distribuições, embora autores como Gorsuch (1983) considerem a análise fatorial relativamente robusta com relação a violações de normalidade; iii) baixa multicolinearidade, pois quando elevada, há excessiva correlação entre as variáveis independentes. Para análises fatoriais e de consistência interna, é necessária a independência entre os itens de um questionário. Os itens não podem dizer ou representar exatamente a mesma coisa e a resposta para um não pode condicionar a resposta para outro e, justamente por isso, são chamados variáveis independentes. Logo, variáveis independentes não podem estar mais fortemente correlacionadas entre si além do que estão com as variáveis dependentes, e é disso que trata a multicolinearidade (KEITH, 2006; HAIR Jr. et al., 2009).

Normalmente, uma primeira preocupação é com relação ao tamanho da amostra. Existem discussões intermináveis sobre qual o número amostral necessário para a execução de análises fatoriais, com alguns autores sugerindo um mínimo de 10 sujeitos para cada item do questionário (CROCKER; ALGINA, 1986). Outros autores sugerem um mínimo de 5 (GORSUCH, 1983) por variável, e ainda outros argumentam que não existe nenhuma base teórica ou empírica para estabelecer regras do mínimo de participantes exigido em função do número de itens (GUADAGNOLI; VELICER, 1988; WOLINS, 1995).

Outro cuidado importante é com relação à ausência de dados nas amostras investigadas. Dados ausentes (*missing values* ou *missing data*) são informações não disponíveis a respeito de um caso sobre o qual outras informações estão disponíveis (HAIR Jr. et al., 2009). Isso é comum em pesquisas que utilizam questionários, especialmente se as escalas oferecem de antemão aos respondentes a possibilidade de omissão de suas opiniões, como é o caso daquelas escalas que incluem a alternativa “Não entendi” dentre as opções de resposta. Um respondente que marca a alternativa “Não concordo com essa afirmação e nem discordo (estou indeciso)” para um determinado item do questionário, expressa um posicionamento intermediário, de neutralidade, dentro de um gradiente que vai da total concordância à total discordância. De qualquer maneira, isso reflete uma posição do respondente e, portanto, constitui um dado a ser analisado. Entretanto, um sujeito que marca a opção “Não entendi” é alguém que reconhece sua impossibilidade, seja qual for o motivo, de se posicionar, de oferecer alguma resposta para o item e, nesse caso, temos um dado ausente.

É delicado decidir o que fazer com um caso com dados ausentes, pois ao mesmo tempo em que informações faltantes podem prejudicar análises estatísticas, as informações remanescentes sobre esse caso ainda podem ser dados importantes para a caracterização da população investigada. Assim, algumas possibilidades são discutidas na literatura, como por exemplo: i) excluir todos os sujeitos que apresentam dados ausentes (procedimento chamado de *listwise*) (VIEIRA, 2009), ou ii) manter esses sujeitos, excluindo apenas os dados faltantes (*pairwise*) ou substituindo esses dados pela média dos escores obtida dentro daqueles itens do questionário que esses sujeitos deixaram de responder. Segundo Kline (1998), Hair Jr. e colaboradores (2005), a exclusão de um sujeito (*listwise*) pode ser evitada quando estão em falta menos de 10% das suas respostas. Se essa porcentagem é baixa, então é recomendada a retenção dos casos com a substituição dos valores faltantes pela média. Diferente do procedimento do *pairwise*, que pode prejudicar ou até mesmo impedir algumas análises, a substituição pela média não altera as variâncias de cada item e contribui proporcionalmente à variância total do questionário, não prejudicando as estimativas de confiabilidade (FREITAS; RODRIGUES, 2005).

Para investigar a presença de observações atípicas devem ser utilizados métodos para detecção tanto de *outliers* univariados como de *outliers* multivariados. A detecção univariada normalmente envolve a inspeção de *boxplots* de cada item dos questionários segundo o critério do intervalo interquartil – intervalo entre o primeiro quartil (Q_1) que corresponde ao 25º percentil, e o terceiro quartil (Q_3) que corresponde ao 75º percentil (KLINE, 1998).

Segundo esse critério são definidos o limite inferior (L_i) e superior (L_s) para dados admissíveis: $L_i = Q_1 - c$; $L_s = Q_3 + c$ (em que c é uma constante positiva). Assim, por meio dos *boxplots*, os valores discrepantes univariados são definidos como aqueles situados a “ c ” ou mais desvios quartílicos do quartil superior ou inferior da distribuição. Como na detecção univariada os itens são analisados individualmente, podemos encontrar casos que representam observações atípicas apenas para um item, mas não para outros, sendo difícil determinar se esses casos devem ser excluídos das análises.

Já na detecção multivariada de *outliers*, as observações atípicas são definidas para o questionário como um todo. Esses valores discrepantes multivariados são resultantes de uma combinação anormal de escores em dois ou mais itens do questionário. Essa análise usualmente envolve o cálculo da medida conhecida como distância de Mahalanobis (D^2), que avalia a posição de cada caso comparada com a centróide de todos os outros casos remanescentes (sendo a centróide o ponto criado pela intersecção das médias de todas as variáveis analisadas) (TABACHNICK; FIDELL, 2001; LOPES, 2005). A distância D^2 é testada pela distribuição qui-quadrado, com graus de liberdade definidos pelo número de itens do questionário, e nível de significância de 0,001 (TABACHNICK; FIDELL, 2001). Assim, casos com medidas D^2 significantes na distribuição qui-quadrado são considerados *outliers*, apresentando valores extremos em vários itens e não apenas em um ou outro, configurando-se como casos não representativos da população e que talvez devam ser removidos para não comprometer as análises fatoriais e de consistência interna (HAIR Jr. et al., 2009).

O pressuposto da normalidade também pode ser verificado tanto a partir de indicadores univariados como multivariados. A normalidade univariada pode ser analisada por meio da verificação dos valores absolutos de assimetria e curtose de cada variável, conforme sugerido por Hair Jr. e colaboradores (2005). Quanto mais perto de zero esses valores, mais os dados se aproximam de uma distribuição normal; ainda que sejam tolerados valores dentro de certa faixa. Variáveis com índices de assimetria acima de 3,0 e de curtose acima de 10,0 (KLINE, 1998) podem ser consideradas realmente problemáticas para a normalidade dos dados, já que a análise fatorial é relativamente robusta em relação a esses critérios de assimetria e curtose desde que não haja valores muito altos (TABACHNICK; FIDELL, 2001).

A normalidade multivariada pode ser verificada a partir do valor de curtose multivariada calculado pela estimativa de Mardia (teste de Mardia). Uma curtose multivariada com razão crítica superior a 5,0 pode indicar violações sérias de uma distribuição multivariada razoavelmente normal, sendo essas violações capazes de comprometer análises fatoriais

(BENTLER, 2005; BYRNE, 2009). É importante destacar a dificuldade de produzir dados com distribuição normal a partir de estudos empíricos em ciências sociais, especialmente quando os instrumentos de coleta são questionários que utilizam escalas do tipo Likert (BARNES et al., 2001; TABACHNICK; FIDELL, 2001).

A linearidade também é uma premissa que precisa ser investigada, uma vez que essa é uma suposição de qualquer técnica multivariada baseada em medidas correlacionais de associação entre variáveis. Como correlações representam a associação linear entre variáveis, efeitos não lineares não são considerados e podem resultar em subestimações dos parâmetros (HAIR Jr. et al., 2009). Dentre os métodos mais comuns para verificação da linearidade estão: i) a inspeção de gráficos de dispersão bivariados (*scatterplots* bivariados) e gráficos de resíduos padronizados (*residual plots*); ii) a análise dos coeficientes de correlação produto-momento de Person (correlações bivariadas). Com relação ao primeiro método, a verificação par a par de todas as variáveis pode tornar-se impraticável quando se trata de um questionário extenso, pois dezenas ou até centenas de diagramas de dispersão (*scatterplots* e *residual plots*) são gerados (TABACHNICK; FIDELL, 1996; GIAVONI; TAMAYO, 2003). Além disso, essa técnica é apontada como demandando grande subjetividade do pesquisador na avaliação do grau de linearidade entre as variáveis (LOPES, 2005). Já o segundo método, que se utiliza apenas de uma matriz simples contendo todos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson calculados para todos os pares de variáveis, pode configurar-se como um procedimento mais viável e menos subjetivo. Um bom ajuste linear entre as variáveis é inferido quando a maior parte dos coeficientes na matriz de correlações é significativa ($p < 0,05$) (LELIS et al., 2011).

Finalmente, deve-se testar o pressuposto da baixa multicolinearidade, o que normalmente é feito de duas maneiras: i) preliminarmente por meio da matriz de correlações bivariadas (coeficientes de Pearson) – a mesma utilizada para a inspeção da linearidade; e posteriormente ii) por meio de diagnósticos de colinearidade (*Collinearity Diagnostics*) – uma ferramenta oferecida por inúmeros pacotes (*softwares*) estatísticos. Na análise das correlações, a presença de coeficientes muito altos (maiores do que 0,9) entre pares de variáveis independentes já representa indícios de associações exageradas entre essas variáveis. Assim, destaca-se que, embora a maior parte dos coeficientes deva ser significativa para inferirmos a linearidade das distribuições, esses coeficientes não podem atingir valores muito altos para não comprometerem as suposições que se referem ao quesito da colinearidade (LELIS et al., 2011).

A ferramenta “*Collinearity Diagnostics*” dos *softwares* de estatística, por outro lado, está pautada principalmente nos testes do Valor de Tolerância e do Fator de Inflação da Variância (VIF – *Variance Inflation Factor*). Tolerância indica a influência de uma determinada variável independente sobre todas as outras variáveis independentes ou, em outras palavras, o grau de independência entre essas variáveis independentes, podendo atingir valores entre 0 (ausência de independência) e 1 (variáveis completamente independentes entre si) (KEITH, 2006). O VIF é inversamente proporcional à tolerância – é calculado dividindo 1 pelo valor de tolerância. Logo, quanto menor a tolerância, maior o VIF, e mais forte a relação entre as variáveis independentes. Assim, são calculados um valor de tolerância e um respectivo valor de VIF para cada variável independente (cada item do questionário). Grandes valores de VIF indicam alta multicolinearidade, o que é indesejável para análises fatoriais (KEITH, 2006), sendo adotado o valor crítico de 10,0 (valores de VIF inferiores a 10 sugerindo colinearidade aceitável) (SHIEH, 2010). Variáveis com problemas de colinearidade muitas vezes são variáveis redundantes, por exemplo, itens do questionário dizendo praticamente a mesma coisa e/ou questões cujas respostas são indissociáveis. Essas redundâncias devem ser removidas das análises, ou devem ser agregadas em uma única variável. Aumentar o tamanho da amostra também pode contribuir para reduzir problemas de multicolinearidade (KEITH, 2006).

Resumindo, é recomendável testar todas as suposições sobre a adequabilidade dos dados antes da aplicação de técnicas multivariadas. A Tabela 1 sintetiza todos os procedimentos que podem ser adotados nessa fase preparatória.

Tabela 1. Resumo de alguns procedimentos e critérios recomendados pela literatura para testar a adequabilidade dos dados antes da aplicação de técnicas fatoriais.

Preparação dos dados para a Análise Fatorial	Procedimento recomendado	Crítérios / Valores de referência
Tratamento de Dados Ausentes	Contagem do número de itens do questionário faltantes para cada sujeito respondente (cada caso)	Exclusão do sujeito (caso) evitada quando estão em falta menos de 10% dos seus itens ; os valores faltantes podem então ser substituídos pela média dos escores obtida dentro de cada item
Ausência de Outliers	Deteção univariada pela inspeção de boxplots segundo o critério do intervalo interquartil	Para não configurarem outliers, casos devem estar situados a menos de 2,2 desvios quartílicos do quartil superior ou inferior ; <i>*esse valor de 2,2 é sugerido por Hoaglin e colaboradores (1986)</i>

		Detecção multivariada pelo cálculo da distância (D^2) de Mahalanobis	Para não configurarem outliers, casos devem apresentar D^2 com qui-quadrado <u>não</u> significativo: $\alpha > 0,001$
Verificação da Normalidade	da	Inspeção dos valores absolutos de assimetria e curtose de cada variável (normalidade univariada) Estimativa do valor de curtose multivariada a partir do teste de Mardia (normalidade multivariada)	Assimetria $< 3,0$ Curtose $< 10,0$ Razão Crítica da curtose multivariada $< 5,0$
Verificação da Linearidade	da	Análise das correlações entre todos os pares de variáveis por meio do coeficiente de Pearson	Maior parte das correlações bivariadas deve ser significativa: $p < 0,05$
Verificação da Baixa Multicolinearidade		Análise das correlações entre todos os pares de variáveis por meio do coeficiente de Pearson Diagnóstico de colinearidade a partir do teste do Fator de Inflação da Variância (VIF)	Coefficientes devem ser $< 0,9$ VIF $< 10,0$

A análise fatorial exploratória é usada quando o objetivo central é caracterizar um conjunto de variáveis sobre as quais não se tem nenhuma expectativa firme *a priori* a respeito de sua estrutura fatorial, ou seja, a respeito de como essas variáveis observadas se relacionam e compõem as variáveis latentes que explicam o construto de interesse. Por outro lado, a análise fatorial confirmatória é recomendada quando o objetivo é simplesmente testar hipóteses prévias avaliando o grau em que os dados satisfazem uma estrutura esperada com dimensões latentes definidas *a priori* (LAROS, 2005).

Uma pesquisa dedicada a aplicações de questionários já validados em outros contextos normalmente prioriza testes da análise fatorial confirmatória, visto que parte de subsídios empíricos que já oferecem uma caracterização prévia válida do construto investigado, restando aos pesquisadores apenas avaliar se seus novos dados condizem com essa caracterização preliminar oferecida pela literatura. Este não é o caso do presente estudo e, por isso, realizamos a análise fatorial exploratória.

Além de todas as suposições apresentadas anteriormente (tamanho da amostra, dados ausentes, casos atípicos, normalidade, linearidade e multicolinearidade das distribuições), outros questionamentos perpassam o carregamento de uma análise fatorial: 1) a adequabilidade do padrão de correlação entre as variáveis; 2) o tipo de técnica utilizada para extrair os fatores; 3) o número de fatores a serem extraídos; 4) o procedimento de rotação a

ser utilizado para direcionar os fatores; 5) a interpretação dos resultados gerados (LAROS, 2005; FIGUEIREDO FILHO; SILVA Jr., 2010).

O primeiro questionamento é sobre o grau de inter-relações entre as variáveis, posto que este determinará se a matriz de dados é realmente uma matriz de correlação e, portanto, adequada para a aplicação de técnicas fatoriais. Essa avaliação é feita a partir de três medidas principais. A primeira delas é a verificação dos valores presentes na diagonal da matriz anti-imagem – esses valores devem ser superiores a 0,50 (SCHAWB, 2007). A segunda medida provém do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e deve resultar em um valor superior a 0,5 (quanto mais próximo de 1,0, mais adequada é a amostra) (MALHOTRA, 2001; HAIR Jr. et al., 2009). Por fim, a última medida examina a matriz de correlação inteira por meio do teste de esfericidade de Bartlett. O resultado do teste de Bartlett deve ser significativo (sig. <0,05), apontando que a matriz de dados não é uma matriz identidade (matriz com correlações nulas) (HAIR Jr. et al., 2009). Todas essas medidas deverão indicar se a aplicação da análise fatorial é adequada, ou seja, se poucos fatores poderão explicar grande proporção da variabilidade dos dados.

Depois de verificada a adequabilidade da matriz de correlações, é preciso determinar a técnica de extração dos fatores, dentre as várias técnicas disponíveis. O método de componentes principais é o mais utilizado em análises fatoriais exploratórias (PALLANT, 2007; TABACHNICK; FIDELL, 2007; HAIR Jr. et al., 2009). Já outros métodos de extração, como a análise de fatores comuns, podem ser mais indicados em análises confirmatórias e voltadas para modelagens causais (GARSON, 2009).

Definido o método de extração, é necessário determinar qual o número final de fatores que representa a estrutura latente dos dados (número que melhor representa o padrão de correlação entre as variáveis). Segundo Zwick e Velicer (1986), essa é a decisão mais importante durante o desenvolvimento de uma análise fatorial, pois envolve um *trade off* entre parcimônia e explicação. Quanto mais fatores são retidos, maior quantidade de variância das variáveis observadas é explicada pelos fatores, porém, menor é o grau de parcimônia (FIGUEIREDO FILHO; SILVA Jr., 2010). Portanto, a solução ótima envolve delimitar o número mínimo de fatores capaz de explicar o máximo da variância total registrada. Destaca-se que tanto a superestimação como a subestimação do número de fatores podem levar a conclusões muito equivocadas (VELICER; JACKSON, 1990). Três critérios complementares podem ser utilizados para definir o número de fatores extraídos: a) a regra dos autovalores (*eigenvalues*), também chamado critério de Guttman-Kaiser (GK) (GUTTMAN, 1954;

KAISER, 1960); b) o teste do gráfico de escarpa (*Scree test*) proposto por Cattell (CATTELL, 1966); e c) o critério da análise paralela de Horn (HORN, 1965).

Pelo critério de GK, devem ser extraídos apenas os fatores com autovalores superiores a 1,0, já que baixos *eigenvalues* indicam reduzida contribuição dos fatores para explicar a variância nas variáveis mensuradas. O critério do *Scree test* é baseado em um gráfico dos autovalores, e ele pode ser um pouco mais rigoroso, uma vez que não considera apenas os valores absolutos dos *eigenvalues*, mas sim a relação entre eles, permitindo visualizar melhor quais fatores podem ser classificados como triviais e quais seriam realmente não triviais. Essa distinção é baseada no ponto de inflexão na curva do gráfico de escarpa. Esse ponto é como um “cotovelo”, uma “quebra”, que separa a curva em um trecho de declividade mais acentuada e outro trecho onde os pontos formam uma linha praticamente horizontal. A queda abrupta na curva de variância de cada fator indica que muita variância foi perdida e que não vale a pena extrair mais fatores (GARSON, 2009). Assim, apenas os fatores acima do ponto de inflexão (anteriores à horizontalização do gráfico) são definidos como fatores não triviais e os únicos que justificariam a extração pela análise fatorial (LAROS, 2005). O gráfico de escarpa é importante como um critério complementar, tendo em vista que a magnitude da diferença entre um autovalor e outro, ou seja, entre a porcentagem de variância explicada pelo primeiro fator e aquela explicada pelos outros, pode ser mais representativa do que os autovalores em si, tomados isoladamente pelo critério GK (CUESTA, 1996). Utilizar única e exclusivamente o critério de GK pode resultar em severa super-extração de fatores (HORN, 1965; ZWICK; VELICER, 1986).

Para ter ainda mais segurança sobre o número de fatores retidos, é recomendável realizar uma análise paralela, que compara os autovalores obtidos empiricamente com os valores médios de autovalores gerados a partir de matrizes hipotéticas (amostras de mesmo tamanho contendo dados randômicos não correlacionados). Nesse sentido, como critério decisivo, devem ser extraídos apenas os fatores com autovalores empíricos superiores aos autovalores obtidos randomicamente.

Depois da extração, os fatores retidos devem ser rotacionados de modo a deixar a solução fatorial mais interpretável, desde que conservadas suas propriedades estatísticas. Após o processo de rotação, a estrutura fatorial torna-se mais simples e visível, pois cada variável tende a carregar com uma carga fatorial alta em um único fator. Assim, é mais fácil determinar quais fatores explicam melhor cada uma das variáveis (SCHAWB, 2007). O tipo de rotação deve ser definido pelo pesquisador de acordo com algumas características do

estudo. Procedimentos de rotação do tipo ortogonal são indicados para fatores não correlacionados, enquanto os de rotação oblíqua estão voltados para fatores correlacionados (LAROS, 2005; TABACHNICK; FIDELL, 2007). A literatura aponta o método de rotação ortogonal Varimax como um dos mais utilizados em análises fatoriais exploratórias.

Finalmente, a última etapa da análise fatorial compreende a interpretação da matriz fatorial rotacionada. Nessa matriz, as cargas fatoriais indicam a força de associação entre uma determinada variável e seu respectivo fator. Quanto mais próxima de 1,00 é a carga, melhor é o carregamento dessa variável nesse fator e isso significa que melhor ela representa o fator (PASQUALI, 2003). Quando uma variável tem cargas muito baixas em todos os fatores, talvez ela deva ser excluída e a análise tenha que ser refeita com o subconjunto restante de itens. Por outro lado, quando uma mesma variável tem, simultaneamente, carregamentos muito altos em mais de um fator, também é necessário refletir sobre a possibilidade de removê-la da análise e de obter uma nova solução fatorial (SCHAWB, 2007; HAIR Jr. et al., 2009). Como um dos pressupostos da análise fatorial é a estrutura simples de fatores, devem-se evitar problemas de indeterminação da relação entre as variáveis e esses fatores. Contudo, é necessário destacar que a remoção de dados não deve ser uma decisão tomada única e exclusivamente a partir de critérios técnicos/matemáticos.

É justamente em decorrência de todos os procedimentos descritos anteriormente que a solução fatorial permite estimar a dimensionalidade, ajudando o pesquisador a definir se o instrumento está mensurando uma única dimensão do construto de interesse e é, portanto, unidimensional, ou ao contrário, se envolve várias dimensões, exigindo a retenção de dois ou mais fatores.

É importante não confundir unidimensionalidade com consistência interna. A literatura aponta a existência de uma confusão recorrente entre esses conceitos e esclarece que, embora a unidimensionalidade normalmente implique em maior consistência interna, é possível produzir questionários unidimensionais com fraca consistência. A suposição contrária é ainda mais problemática, porque existem inúmeros questionários altamente consistentes que não são unidimensionais, sendo multidimensionais com dimensões fortemente correlacionadas (CUESTA, 1996; MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006; VITÓRIA et al., 2006).

Consistência interna, também chamada de confiabilidade ou fiabilidade, indica a consistência com a qual um instrumento realiza suas medidas. Em outras palavras, o quanto os registros produzidos por este instrumento estão livres de erros aleatórios das observações – livres da variância de erros aleatórios (PASQUALI, 2003; MAROCO; GARCIA-MARQUES,

2006). Para ser consistente, um mesmo instrumento deve gerar medidas semelhantes quando utilizado em condições semelhantes. Uma balança, por exemplo, que registra resultados discrepantes entre cada pesagem realizada para um mesmo objeto nas mesmas condições pode ser considerada um instrumento não calibrado, cujas medidas não são consistentes ou fiáveis. Obviamente que para instrumentos como questionários e testes psicométricos, a questão torna-se um pouco mais complexa, assim como os métodos de mensuração da confiabilidade.

Existem vários métodos estatísticos para estimar a fiabilidade enquanto consistência interna, e o mais amplamente divulgado é o cálculo do índice “alfa” de Cronbach (CRONBACH, 1951). A fórmula do “alfa” de Cronbach é uma derivação de outros coeficientes popularizados na década de 40, e passou a ter grande impacto em estudos envolvidos com a aplicação de testes educacionais e psicológicos (HORA et al., 2010). Esse coeficiente é calculado pela equação:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k - 1} \right] \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

onde:

k é o número de itens (perguntas) do questionário

S_i^2 é a variância de cada item

S_t^2 é a variância total do questionário (variância dos escores totais de cada avaliador)

Podemos pensar que, se o instrumento tem consistência interna e os diferentes itens medem um mesmo fator latente, então esses itens estarão fortemente correlacionados, de modo que as variâncias dentro de cada item terão uma forte relação com a variância encontrada também para os escores totais dos respondentes. Por exemplo, se cinco itens são confiáveis para medir um mesmo fator, os sujeitos respondentes de um questionário que tiverem opiniões diferentes sobre esse fator deverão responder os cinco itens de maneira consistente – sujeitos com pontuação alta em um item obtendo pontuação alta também nos outros quatro, e sujeitos com pontuação baixa obtendo sempre pontuação baixa. Dessa maneira, a variância dos escores totais desses sujeitos (S_t^2) se manterá bem maior que o somatório da variância de cada um desses itens ($\sum S_i^2$), resultando, pela fórmula de Cronbach, em um alto índice de consistência interna. Por outro lado, repostas randômicas farão com que a variância total (S_t^2) seja comparável à soma das variâncias individuais ($\sum S_i^2$), fazendo com que o alfa tenda a zero (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006; ALMEIDA et al., 2010).

Existem inúmeras discussões sobre qual o valor mínimo aceitável para a caracterização de um bom índice de consistência interna. Adotamos as proposições da literatura que consideram o valor de 0,6 como mínimo esperado para o valor de alfa (PASQUALI, 2003; HAIR Jr. et al., 2005).

Uma premissa para a aplicação do alfa de Cronbach é a unidimensionalidade do instrumento avaliado (HORA et al., 2010). Como já mencionado, índices de consistência interna não devem ser tomados como garantias da unicidade ou unidimensionalidade e, por isso, o ideal é realizar primeiramente a análise fatorial para confirmar se o questionário é realmente unidimensional e apenas no final prosseguir com análise da consistência interna (Figura 1). Se houver mais de uma dimensão latente do construto, deve-se calcular o alfa de Cronbach separadamente – calcular um coeficiente para cada fator (cada subconjunto de itens do questionário) extraído pela análise fatorial.

Por meio do cálculo do alfa do Cronbach é realizado também o que chamamos de purificação do instrumento, ou seja, é possível verificar qual a consistência interna obtida com a remoção de determinados itens do questionário. Se a exclusão de um item eleva o coeficiente alfa, então esse item pode ter comprometido a confiabilidade e talvez deva ser excluído das análises (HORA et al., 2010). Mas, novamente, é necessário lembrar que a exclusão de variáveis nunca é uma decisão fácil e deve ser refletida com cuidado pelo pesquisador. Essa decisão não pode estar pautada apenas no resultado de um cálculo estatístico, mas também no julgamento do pesquisador ou de um grupo de especialistas sobre a relevância dessas variáveis dentro de todo o escopo do instrumento.

Finalmente, é importante esclarecer que o conceito de confiabilidade não deve ser tomado como sinônimo de validade. Enquanto a validade está relacionada à capacidade de medir especificamente aquilo que se pretende medir – de atingir somente o construto de interesse –, a confiabilidade indica apenas com que consistência um determinado alvo é alcançado – qualquer alvo, independentemente de ser o alvo de interesse. A figura a seguir exemplifica melhor essa ideia. Além disso, como já mencionado anteriormente, a validade de um instrumento não pode ser inferida a partir de um único parâmetro, uma vez que exige a caracterização cumulativa de inúmeras evidências – relacionadas ao conteúdo, à estrutura interna, a critérios externos e ainda outras evidências não mencionadas neste trabalho. Por isso é um equívoco grave tomar o alfa de Cronbach como um parâmetro da validade de um instrumento.

Na imagem A tem-se flechas que foram lançadas repetidas vezes num mesmo ponto – um certo alvo –, e, portanto, um instrumento capaz de reproduzir de maneira consistente seus disparos. Entretanto, apesar de confiável, esse não seria um instrumento válido se o objetivo fosse atingir outro alvo – por exemplo, o centro das circunferências. Seguindo essa lógica, na imagem B é que teríamos um instrumento válido e confiável, visto que ele atinge o alvo de interesse e o faz de maneira consistente, sem grandes erros ou desvios entre os registros de cada disparo. Por fim, na imagem C, vemos um instrumento sem consistência interna e consequentemente com a validade comprometida.

2.1.3. Metodologia

Vários instrumentos já se tornaram referências para a análise de concepções sobre a natureza da ciência: INPECIP (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores) (PORLÁN, 1989), VOSTS (Views on Science-Technology-Society) (AIKENHEAD; RYAN, 1992), VNOS (Views of Nature of Science) (LEDERMAN; O'MALLEY, 1990). Esses instrumentos inspiraram a construção do primeiro questionário utilizado no presente estudo – o questionário 1. VNC (“Visões sobre a Natureza da Ciência”) (Apêndice A). Entretanto, esses são instrumentos relacionados a visões sobre a ciência como um todo, e não contemplam concepções sobre determinadas áreas ou subáreas como a biologia e a ecologia. Assim, ressalta-se a importância de esforços, como o do presente estudo, em desenvolver ferramentas adicionais para mapear também concepções dentro das diferentes disciplinas científicas (SANDOVAL, 2005).

Usando alguns embates filosóficos da ecologia apresentados nos “REFERENCIAIS TEÓRICOS”, foram elaborados questionários voltados à delimitação de concepções mais

específicas do que aquelas normalmente acessadas pelas ferramentas mais comumente encontradas na literatura. Os questionários foram construídos à luz de tipologias já caracterizadas historicamente para a ecologia, pensando em facilitar o mapeamento de particularidades epistêmicas dessa área que tem recebido pouca atenção. Assim, por exemplo, são abordados itens como: - “os estudos ecológicos permitem apenas descrições, ou permitem a construção de modelos e generalizações?”; - “são estudos sintéticos/holísticos ou analíticos/reducionistas?”; - “descritivos ou experimentais?”; - “qualitativos ou quantitativos?”. Além dos embates acima, outros itens foram elaborados para investigar as concepções sobre o ensino de ecologia: - “por que os alunos precisam aprender ecologia e o que deve ser avaliado como aprendizagem?”; - “como deve ser a estrutura curricular de um curso de ecologia?”; - “quais as particularidades dessa disciplina em termos de abordagens instrucionais exigidas e em termos de potencialidades e limitações para o ensino de ciências?”. As primeiras versões dos questionários foram submetidas inicialmente a um processo de avaliação por pesquisadores do grupo de pesquisa LINCE (Linguagem e Ensino de Ciências), grupo vinculado ao presente projeto. A partir das críticas e sugestões que emergiram, esses instrumentos foram revisados e modificados até suas versões atuais – questionário 2. VNEC (“Visões sobre a Natureza da Ecologia”) (Apêndice B) e questionário 3. VEEC (“Visões sobre o Ensino de Ecologia”) (Apêndice C).

Então, resumidamente, foram elaborados três questionários: questionário 1. VNC – relacionado a visões sobre a ciência; questionário 2. VNEC – que contempla discussões sobre a ciência ecologia em particular, e não a ciência como um todo; e questionário 3. VEEC – que aborda o ensino de ecologia. Entendemos que esses questionários avaliam o que os professores pensam acerca de alguns aspectos da natureza da ciência e da ecologia em termos formais, ou seja, quando pensam em uma ciência, em uma ecologia e em um ensino de ecologia “virtuais, ideais, genéricos”. O professor não está refletindo sobre como a natureza da ciência e da ecologia se manifestam em suas práticas particulares de ensino, sobre como o conhecimento científico/ecológico efetivamente é construído em seus contextos específicos de salas de aulas com os seus alunos. Isso não ocorre nem mesmo no questionário 3 (VEEC – “Visões sobre o Ensino de Ecologia”). Portanto, assumiremos que as respostas dadas para esses três questionários expressam o que chamamos de **concepções formais** dos professores.

No presente estudo, optou-se por priorizar questionários autoaplicáveis, enviados por *email* e *facebook* aos participantes da pesquisa, contendo predominantemente questões fechadas com escalas Likert de cinco pontos. Como foram utilizados três questionários, as questões

fechadas foram priorizadas para não tornar o *survey* longo e cansativo. Assim, a opção por questões fechadas e enviadas pela internet almejou otimizar o tempo de coleta e análise dos dados, bem como o volume de dados produzidos. O envio pela internet contribuiu para tornar a coleta menos dispendiosa e mais viável logisticamente, permitindo incluir na amostragem sujeitos de diferentes partes do Brasil como Amazonas, Pernambuco, Bahia, Paraná e Santa Catarina.

Optou-se por uma escala de cinco pontos incluindo os seguintes níveis: “Concordo fortemente”, “Concordo”, “Indeciso”, “Discordo”, “Discordo fortemente”; para o tratamento estatístico dos dados esses níveis foram convertidos em escores de um a cinco. As categorias de resposta “Concordo fortemente”, “Concordo”, “Indeciso”, “Discordo”, e “Discordo fortemente” foram convertidas respectivamente nos valores 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 e 5.0 para itens alinhados com uma concepção “informada/embasada” (por exemplo, item 23 do primeiro questionário: “A observação e o desenvolvimento de uma investigação científica são orientados por teorias prévias – hipóteses, metas pré-estabelecidas – sobre aquilo que se quer investigar”), e tiveram essa pontuação invertida para itens alinhados com uma concepção “não-informada/não-embasada” (por exemplo, item 1 do primeiro questionário: “A ciência é isenta de interesses, valores sociais, culturais”).

Neste ponto do trabalho torna-se necessário esclarecer algo importante. Sabemos que classificar concepções como adequadas ou inadequadas é passível de críticas, uma vez que não há uma única perspectiva tida como a mais “correta” ou apropriada para caracterizar a natureza da ciência. Ao contrário, existem muitas vertentes de pensamento e divergências dentro da própria comunidade de filósofos e epistemólogos (MCCOMAS et al., 1998; GIL-PÉREZ et al., 2001). Entretanto, isso não quer dizer que não haja certo consenso na literatura sobre alguns aspectos essenciais do trabalho científico e, portanto, sobre ideias que devem ser evitadas na caracterização da ciência. Essas ideias indesejáveis refletem uma visão ingênua predominantemente empírico-indutivista e absolutista da natureza da ciência, ou seja, que tende a compreender: - a observação e a experimentação como sendo neutras, os dados e resultados científicos como incontestáveis; - o método científico como linear, universal e infalível; - o trabalho dos cientistas como isento de subjetividade, criatividade, aspectos sociais, políticos e econômicos (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; GIL-PÉREZ et al., 2001). Assim, para o questionário 1 (VNC), chamamos de **concepções “não-informadas”** aquelas que defendem as ideias ingênuas mencionadas acima e parecem desconhecer aspectos

epistêmicos centrais do empreendimento científico, e chamamos de **concepções “informadas”** aquelas que discordam dessas ideias.

Do mesmo modo, apoiando-se em nossos referenciais teóricos, chamaremos de concepções não-informadas, para os questionários 2 (VNEC) e 3 (VEEC), aquelas que expressam visões já superadas historicamente, por exemplo, que defendem a ecologia como uma área caracterizada por abordagens metodológicas exclusivamente holísticas/sintéticas, descritivas e qualitativas, pautadas em estudos de caso e, portanto, como uma área que não possui o mesmo potencial de outras ciências na busca por quantificações, modelizações, generalizações. Essas visões limitadas colocam a ecologia muito mais próxima da história natural do que de outras ciências atualmente praticadas e/ou concebem a ecologia mais como uma filosofia para a preservação e educação ambientais do que como uma ciência propriamente dita. Com relação ao ensino de ecologia, concepções não-informadas também são marcadas por crenças ingênuas, tais como: supervalorização do trabalho de campo e dos espaços não formais; e defesa de um currículo fragmentado e linearizado. Essa última crença posiciona-se exatamente no sentido contrário às tendências das propostas curriculares mais recentes, que defendem a ecologia como eixo organizador e integrador de todo o currículo da biologia.

A escala Likert utilizada também incluiu a opção de resposta “Não entendi” para permitir uma diferenciação entre situações nas quais o respondente entendeu a alegação e pôde avaliá-la, mas não quis manifestar concordância e nem discordância, das situações nas quais o sujeito nem sequer compreendeu o enunciado, atestando sua impossibilidade de manifestar qualquer tipo de posicionamento. Nesse último caso, como não há avaliação por parte do respondente, as respostas não foram traduzidas em escores e foram tratadas como dados ausentes. Sujeitos com dados faltantes para mais de 10% dos itens de um questionário foram excluídos da análise desse questionário (*listwise*), e nos outros casos, os dados ausentes foram substituídos pela média dos escores obtida dentro dos seus respectivos itens.

Os questionários foram disponibilizados por *email* e *facebook* para todos os profissionais conhecidos pelos integrantes do grupo de pesquisa que atendiam às características do perfil de interesse: - sujeitos graduados em biologia (bacharel ou licenciatura), - atuantes ou que já atuaram como professores de ciências ou biologia na educação básica (ensino fundamental e/ou médio) ou em cursinhos pré-vestibulares, em escolas públicas ou privadas. Esses foram os requisitos para participação na investigação e, além do perfil profissional, os sujeitos foram escolhidos em função da sua acessibilidade e sua

disponibilidade para contribuir com a pesquisa. Dessa maneira, o estudo configurou-se como do tipo *survey online*, de corte transversal (PARASURAMAN et al., 2006) com amostragem não probabilística por conveniência, já que só tiveram acesso aos questionários aqueles sujeitos que estavam na lista de *emails* ou no perfil do *facebook* dos pesquisadores. A amostra obtida a partir do *survey online* correspondeu a um total de 54 sujeitos.

Os questionários também foram enviados por *email* aos Professores Coordenadores de Núcleo Pedagógico (PCNPs) de biologia das diretorias de ensino (DEs) de Catanduva, Ribeirão Preto e Sertãozinho, mas não tivemos a colaboração esperada, e poucos foram os professores dessas diretorias que acessaram aos questionários *online*. Em função disso, tentamos agendar visitas a essas DEs para aplicar os questionários presencialmente, contudo só conseguimos com um grupo de 26 professores da diretoria de Ribeirão Preto, aumentando o tamanho da amostra para 80 respondentes.

Com relação à validação dos questionários, primeiramente, foi realizada uma validação baseada no conteúdo (MARTINS, 2006; PRIMI et al., 2009). Como já mencionado, essa primeira validação foi feita dentro do grupo de pesquisa do qual este estudo faz parte, e realizada antes do início da coleta de dados. Especialistas do grupo avaliaram a relação entre o conteúdo abarcado pelos questionários e algumas discussões sobre epistemologia da ciência (geral) e da ecologia presentes na literatura, e deram algumas sugestões, como inclusão/exclusão de alguns itens, adequação da linguagem, dentre outras.

Posteriormente, por meio da análise fatorial exploratória, foi realizada uma validação baseada na estrutura interna dos instrumentos. Foram testadas, conforme procedimentos e critérios apontados na Tabela 1, as suposições sobre a adequabilidade dos dados para a aplicação da análise fatorial (ausência de *outliers*, linearidade das distribuições e baixa multicolinearidade) e os dados mostraram-se adequados. Os três questionários foram analisados separadamente.

A avaliação da adequabilidade da matriz de dados foi feita a partir da verificação dos valores presentes na diagonal da matriz anti-imagem e a partir dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Bartlett (MALHOTRA, 2001; HAIR Jr. et al., 2009). Para a extração de fatores, optou-se pelo método de componentes principais (HAIR Jr. et al., 2009). Para definir o número de fatores extraídos foram considerados: a regra dos autovalores (*eigenvalues*), também chamado critério de Guttman-Kaiser (GK) (GUTTMAN, 1954; KAISER, 1960); o teste do gráfico de escarpa (*scree test*) proposto por Cattell (CATTELL, 1966); e o critério da

análise paralela de Horn (HORN, 1965). Depois da extração, os fatores retidos foram rotacionados pelo método de rotação ortogonal Varimax (TABACHNICK; FIDELL, 2007).

Após a obtenção das soluções fatoriais e da caracterização da dimensionalidade dos questionários, prosseguimos com a análise da consistência interna calculando o coeficiente “alfa” de Cronbach (CRONBACH, 1951) para cada fator extraído pela análise fatorial, ou seja, para cada subconjunto de itens dos questionários que refletiu uma escala unidimensional (HORA et al., 2010). Adotamos o valor de 0,6 como mínimo esperado para o coeficiente alfa (PASQUALI, 2003; HAIR Jr. et al., 2005).

A seguir, tem-se um esquema de todas as etapas da análise fatorial exploratória conduzida (Figura 2).

Figura 2. Síntese de todas as etapas (com seus procedimentos e critérios) da análise fatorial exploratória rodada no presente estudo.

Para caracterizar os perfis de concepções dos respondentes, em função do desempenho obtido nos questionários, utilizamos a análise de agrupamento (análise de *cluster*). Diferente da análise fatorial, que se mostra mais robusta para o agrupamento dos itens do questionário, a análise de agrupamento está centrada justamente no agrupamento dos sujeitos respondentes (CORRAR et al., 2007; FAVERO et al., 2009). No nosso estudo, a finalidade foi dividir os sujeitos de pesquisa em grupos, de modo a maximizar a homogeneidade dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos, ou seja, de modo a categorizar os diferentes desempenhos dos participantes por meio de critérios mais objetivos (estatísticos).

A análise de agrupamento envolveu os seguintes passos: 1º) seleção das variáveis e dos sujeitos; 2º) definição da medida de distância/dissimilaridade entre cada par de sujeitos – medida utilizada para calcular se eles pertencem ou não a um mesmo grupo, sendo que quanto maior a distância, menor a semelhança entre os sujeitos; 3º) escolha do método (algoritmo) de agrupamento – se hierárquico ou não hierárquico; 4º) definição da quantidade de grupos a serem formados e interpretação dos resultados (CORRAR et al., 2007; FAVERO et al., 2009).

Os agrupamentos incluíram todos os sujeitos de pesquisa ($n = 80$) e foram feitos a partir dos escores fatoriais de cada participante. Desse modo, ao invés das variáveis originais do questionário, foram utilizados apenas os fatores resultantes da análise fatorial. Os escores fatoriais são estimativas dos escores dos indivíduos para os fatores. Em nossa análise fatorial, os escores fatoriais foram estimados usando o método de regressão (opção padrão no pacote “psych” do *software* R). Pelo método de regressão, os escores fatoriais são obtidos pelo produto da inversa da matriz de correlação entre as variáveis, e da matriz de correlação entre fatores e variáveis. Nesse caso existe uma alta correlação entre os fatores e os escores fatoriais, e a distribuição de cada escore fatorial tem média igual a zero e desvio padrão igual a um (TABACHNICK; FIDELL, 1996).

A partir dos escores fatoriais foram calculadas matrizes de distância euclidiana (“d”) entre os sujeitos e foi aplicado o método hierárquico de Ward, que está entre os procedimentos mais utilizados na análise de agrupamento (MALHOTRA, 2001; HAIR Jr. et al., 2005). Como cada um dos questionários foi caracterizado por duas dimensões latentes (fator 1 e fator 2 resultantes da análise fatorial), inicialmente pensamos em dividir os respondentes em quatro grupos para tentar facilitar a categorização dos perfis: sujeitos com pontuações altas em ambas as dimensões do construto (i); ou pontuações baixas em ambas (ii); aqueles com pontuações maiores apenas na primeira dimensão (iii); ou apenas na segunda (iv). Porém, como não encontramos tanta variação assim nas pontuações dos respondentes,

optamos pela divisão em apenas três grupos, conforme será apresentado a seguir na seção de *Resultados*.

Os agrupamentos gerados foram representados por meio de soluções gráficas que mostram a posição de cada sujeito em função dos fatores de interesse e marcam quais sujeitos pertencem a cada grupo, facilitando a visualização e interpretação das percepções dos grupos sobre o construto investigado (natureza da ciência e da ecologia).

Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software* RStudio versão 0.99.902 (R CORE TEAM, 2016) com os pacotes “psych” (REVELLE, 2016), “GPArotation” (BERNAARDS; JENNRICH, 2005), “nFactors” (RAICHE, 2010), “ltm” (RIZOPOULOS, 2006) e “msm” (JACKSON, 2011).

2.1.4. Resultados

2.1.4.1. Validação dos questionários com base no conteúdo

O conteúdo dos questionários foi julgado como válido pelos especialistas do grupo de pesquisa vinculado ao presente estudo. Os itens do questionário 1 – VNC (“Visões sobre a Natureza da Ciência”) foram avaliados como adequados para abordar aspectos que, segundo a literatura, são críticos nas discussões sobre epistemologia da ciência (Tabela 2).

Tabela 2. Relação entre o conteúdo do questionário 1 (“Visões sobre a Natureza da Ciência” – VNC) e o construto psicológico de interesse.

Construto psicológico de interesse: “Visões sobre a Natureza da Ciência”	
Conteúdos que caracterizam o construto	Conteúdos das asserções/questões presentes no questionário
<p>✓ A predominância de <i>imagens de uma ciência neutra, algorítmica e, portanto, infalível</i>:</p> <p>- Enxergar que a ciência apresenta um único método (“O” método científico), dotado de uma sequência de etapas rígidas, invariáveis e absolutamente objetivas (“descontaminadas” de subjetividades, valores, interesses políticos e econômicos), envolvendo experimentações e quantificações rigorosas por meio das quais a obtenção da verdade é inevitável.</p> <p>✓ E também a predominância de <i>concepções empírico-indutivistas e positivistas</i>:</p>	<p>A ciência é isenta de interesses e valores sociais, culturais. / A ciência trabalha com o conhecimento isento de aspectos subjetivos e emocionais. / Criatividade e imaginação comprometem a objetividade e racionalidade da ciência. / Existe um método universal para produzir conhecimento científico. / A lógica do trabalho científico exige separar a natureza em objetos de estudo menores e passíveis de análise, de modo a estudar cada “parte” para compreender o “todo”. / Dados científicos são dados quantitativos (dados mensuráveis, que podem ser convertidos em números). / A ordem de etapas do método científico é: 1º) Observação, 2º) Levantamento de hipóteses, 3º) Coleta de dados, 4º) Elaboração de teorias e ou leis. / Pesquisas científicas revelam algumas verdades sobre o mundo natural. / Conhecimentos científicos, uma vez estabelecidos e consolidados, são definitivos. / A observação do cientista é orientada por teorias prévias (hipóteses, metas pré-estabelecidas) sobre aquilo que se</p>

- Acreditar que toda pesquisa sempre começa com a observação/experimentação “neutra” (como se não houvesse teorias e hipóteses prévias e nem subjetividade do pesquisador), e acreditar fortemente que os dados por si só (os “dados puros”) são provas inquestionáveis que revelam as verdades sobre o mundo (que levam automaticamente, por meio do raciocínio indutivo, à descoberta de leis universais).

quer investigar. / Conhecimento científico é aquilo que é passível de comprovação experimental. / Experimentos são procedimentos capazes de provar que uma explicação científica é verdadeira. / Dados ou evidências científicas são fatos incontestáveis. / O produto da pesquisa é a formulação de leis científicas (leis universais). / Se uma teoria é provada, ela se torna uma lei científica. / Leis científicas são mais importantes que teorias científicas.

(GIL-PÉREZ *et al.*, 2001)

Seguindo o mesmo procedimento, os itens do questionário 2 – VNEC (“Visões sobre a Natureza da Ecologia”) e os itens do questionário 3 – VEEC (“Visões sobre o Ensino de Ecologia”) foram avaliados como adequados para representar algumas tensões que, segundo os estudiosos da área, caracterizam o desenvolvimento histórico da ciência ecologia, e algumas discussões relacionadas ao seu desenvolvimento enquanto disciplina nos programas escolares (Tabela 3).

Tabela 3. Relação entre o conteúdo dos questionários 2 (“Visões sobre a Natureza da Ecologia” – VNEC) e 3 (“Visões sobre o Ensino de Ecologia” – VEEC) e os construtos psicológicos de interesse.

Construtos psicológicos de interesse: “Visões sobre a Natureza da Ecologia e sobre o Ensino de Ecologia”			
Conteúdos que caracterizam os construtos	Conteúdos das asserções / questões presentes no questionário 2	Conteúdos das asserções / questões presentes no questionário 3	
<p>✓ <i>Imagens de uma ecologia ampla e exploratória (holística, descritiva, qualitativa):</i></p> <p>- Ver essa área como detentora de objetos de estudo muito complexos e que <i>impossibilitam perspectivas/metodologias mais analíticas e quantitativas</i> (impossibilitam teste de hipóteses, delimitação de variáveis de estudo, realização de experimentos, construção de modelos e generalizações sobre os fenômenos ecológicos), ou seja, ver os ecólogos mais como “naturalistas”, comprometidos <i>exclusivamente</i> com <i>observações de campo</i> e com</p>	<p>Os estudos ecológicos exigem a análise conjunta de todas as variáveis relacionadas aos seres vivos e seus ambientes para compreender a natureza em sua totalidade e integralidade. / Por lidar com objetos de estudo complexos, o trabalho na ecologia é amplo e exploratório. / As pesquisas em ecologia impossibilitam o estabelecimento de metas e hipóteses (teorias prévias) antes das saídas e observações de campo. / Nas pesquisas em ecologia, os dados são qualitativos (dados do tipo: “o que, onde, quando, como e por quê?”). / Dada a interconexão ou interdependência das variáveis ambientais relacionadas aos fenômenos ecológicos, a pesquisa em ecologia impossibilita a realização de experimentos. / Dada a</p>	<p>O trabalho de campo (por exemplo, visitas a alguns biomas ou ecossistemas) é imprescindível para o ensino de ecologia. / O ensino de ecologia é voltado para informações qualitativas, ou seja, para respostas do tipo: “o que, onde, como e por quê?”. / A aula de ecologia tem menor potencial (quando comparada a outras disciplinas da biologia) para ensinar habilidades como: levantar hipóteses, fazer previsões e previsões sobre o fenômeno, construir relações de causalidade, fazer generalizações. / A aprendizagem da ecologia é avaliada pela mudança de ações e hábitos do aluno voltada para uma relação mais saudável, sustentável entre a sociedade e o meio ambiente. / A aprendizagem da ecologia é avaliada pela capacidade do aluno de emitir opinião sobre problemas socioambientais. / Temas estritamente científicos (e não</p>	

descrições qualitativas de todos os aspectos do meio ambiente.

- Ver a ecologia mais como uma *filosofia* (um “guia”) *para a preservação ambiental* do que como uma disciplina científica (dotada dos mesmos compromissos epistêmicos que as outras ciências naturais); entender que a função do profissional ecólogo é realizar o manejo do meio ambiente (por exemplo, cuidar de uma unidade de conservação ou realizar um reflorestamento), e entender que o objetivo do professor de ecologia e das aulas de ecologia é, acima de tudo, a *educação ambiental*.

✓ *Imagens de um ensino de ecologia fragmentado e linearizado:*

- Ver a ecologia como uma disciplina que, por lidar com objetos de estudo muito complexos, precisa ser ensinada de maneira linear e fragmentada, e depende do domínio prévio de muitos conhecimentos de outras áreas da biologia (depende de pré-requisitos).

(vários autores apresentados nos referenciais teóricos)

complexidade dos fenômenos que estuda, a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de equações ou modelos matemáticos para esses fenômenos. / Como os fenômenos ecológicos dependem de muitas particularidades (variáveis ambientais locais), a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de generalizações sobre esses fenômenos. / Os resultados da pesquisa em ecologia são descrições ou explicações daquilo que é registrado no momento e local específicos da investigação (são estudos de caso sobre as realidades locais). / A atuação do ecólogo exige o trabalho com ações práticas e concretas de manejo e conservação (preservação ambiental).

sociais ou socioambientais) são mais distantes das demandas de formação dos alunos enquanto cidadãos críticos. / O ensino de ecologia é mais significativo quando organizado respeitando a divisão dos níveis hierárquicos da biologia (organismo → população → comunidade → ecossistema → biosfera), e tratando os conteúdos separadamente e nessa ordem, do nível de menor complexidade para o de maior. Por exemplo, deve-se ensinar os conceitos associados ao estudo do “organismo”, para depois passar ao tópico (nível) posterior, que é “população”, e assim por diante. / A ecologia é efetivamente ensinada quando os alunos já adquiriram um bom repertório de muitos conceitos (conhecimentos prévios) de outras áreas da biologia. / Aulas investigativas, que usam problematizações, exigem um acúmulo prévio de conceitos da área.

2.1.4.2. Caracterização da amostra

Foram obtidas respostas de um total de 80 participantes (33,7% do gênero masculino e 66,3% do gênero feminino), com idade entre 24 e 66 anos e residentes em diversos estados brasileiros (mais de 80% residente em SP e ao menos um representante dos estados de MG, PR, SC, BA, PE, PA, AM). Com relação ao perfil profissional, 65% possui algum tipo de pós-graduação. As especializações (considerando tanto as *stricto sensu* como as *lato sensu*) estão concentradas nas seguintes áreas: educação, educação ambiental, e ensino de ciências/biologia (40,4% dos casos); genética e biologia molecular (15,1%); meio ambiente (por exemplo:

recursos florestais, gestão de recursos naturais, saúde ambiental, gerenciamento ambiental) (11,3%). Apenas 20% dos participantes admitiram ter alguma experiência como pesquisador na área de ecologia, como algum estágio ou iniciação científica durante a formação inicial, ou durante alguma atividade profissional posterior à graduação. A maioria (52,5%) possui entre dois e dez anos de experiência docente. Do total de participantes, 88,8% atua como professor (a maioria destes na educação básica e em escolas públicas – 78,9%).

2.1.4.3. Adequabilidade dos dados

Os testes estatísticos de identificação tanto de *outliers* univariados como multivariados não detectaram casos atípicos. A normalidade não foi testada, pois como alguns autores apontam, a análise fatorial é relativamente robusta com relação a violações de normalidade (GORSUCH, 1983).

Do total de correlações bivariadas em cada questionário, 63,3% foram significativas (coeficientes de Pearson com $p < 0,05$) no questionário 1, 66,6% no questionário 2, e 41,6% no questionário 3 (ver Apêndice D). De acordo com a literatura, é recomendável que a maior parte das associações lineares entre as variáveis tenha significância estatística e, segundo esse critério, apenas o questionário 3 mostrou linearidade aquém do desejado. Contudo, isso não representa uma restrição severa à realização de uma análise fatorial exploratória. Além disso, nenhum questionário revelou problemas com relação ao pressuposto da colinearidade – as correlações bivariadas foram sempre inferiores a 0,9 e os valores de Fator de Inflação da Variância (VIF) inferiores a 3,0 (sendo que valores inferiores a 10,0 já poderiam ser tolerados). Logo, foi possível inferir a existência de baixa multicolinearidade para os três instrumentos avaliados.

Ainda sobre a adequabilidade das amostras para o carregamento da análise fatorial, observou-se, para os três questionários, que todos os valores da diagonal das matrizes anti-imagem foram superiores a 0,50. Os resultados dos testes de KMO e Bartlett também reforçaram a adequabilidade dos dados – questionário 1: KMO = 0,65; teste de Bartlett com qui-quadrado = 306,07; gl = 120; sig. = 0,00 / questionário 2: KMO = 0,71; teste de Bartlett com qui-quadrado = 122,34; gl = 36; sig. = 0,00 / questionário 3: KMO = 0,59; teste de Bartlett com qui-quadrado = 86,94; gl = 36; sig. = 0,00.

2.1.4.4. Validação dos questionários com base na estrutura e consistência internas

Com relação ao número de fatores extraídos, utilizando os critérios mencionados na metodologia, especialmente o critério da análise paralela, decidiu-se pela retenção de dois fatores para cada um dos questionários (Figura 3). As porcentagens de variância dos dados explicada por esses dois fatores são: 42,2%, 55,1% e 47,1% para os questionários 1, 2 e 3, respectivamente. Após o procedimento de rotação, os questionários apresentaram a solução fatorial mostrada na Tabela 4.

Figura 3. Análise do *scree plot* para decisão final sobre o número de fatores a serem extraídos em cada um dos questionários. Pelo critério dos *eigenvalues*, devem ser extraídos todos os fatores com autovalores superiores a 1,0, mas pelo critério da análise paralela devem ser extraídos apenas aqueles com valores superiores aos valores médios gerados a partir de simulações com matrizes hipotéticas-aleatórias. Nos gráficos, a linha com círculos representa os autovalores obtidos empiricamente, enquanto a linha com triângulos representa os autovalores provenientes das simulações, o que resulta em uma terceira linha, sem marcadores, representando a solução ótima. Apenas os fatores acima da linha da solução ótima foram extraídos (dois fatores em cada questionário).

Assim, o questionário 1 teve seus 16 itens divididos da seguinte maneira: itens 9, 8, 20, 13, 12, 7, 11, 6, 4 e 10 associados mais fortemente ao primeiro fator, pois esses itens mostram cargas fatoriais mais altas nessa dimensão; e itens 1, 19, 2, 16, 3 e 23 ao segundo fator. No questionário 2, os itens 8, 1, 11, 6 e 9 mostram-se mais associados ao primeiro

componente e os itens restantes – 7, 10, 13 e 12 – ao segundo componente. No questionário 3, o primeiro fator está mais relacionado aos itens 5, 4, 14, 20 e 3, enquanto o segundo fator aos itens 11, 8, 15 e 7 (Tabela 4).

Tabela 4. Soluções fatoriais rotacionadas para os três questionários. As cargas fatoriais indicam quais variáveis observadas (questões do questionário) estão mais fortemente relacionadas a cada variável latente extraída (fatores retidos). A extração dos fatores se deu pelo método de componentes principais e a rotação pelo método ortogonal Varimax. As cargas fatoriais não apresentadas são cargas com valor inferior a 0,10.

Solução fatorial para o questionário 1 (VNC)			Solução fatorial para o questionário 2 (VNEC)			Solução fatorial para o questionário 3 (VEEC)		
Item	Fator 1	Fator 2	Item	Fator 1	Fator 2		Fator 2	Fator 1
	Cargas fatoriais	Cargas fatoriais		Cargas fatoriais	Cargas fatoriais		Cargas fatoriais	Cargas fatoriais
q9	0,73	–	q8	0,79	0,13	q11	0,64	0,12
q8	0,62	–	q1	0,69	0,28	q8	0,63	0,17
q20	0,54	0,14	q11	0,61	0,16	q15	0,57	–
q13	0,49	0,33	q6	0,58	–	q7	0,33	0,12
q12	0,48	0,31	q9	0,38	0,28	q5	0,21	0,73
q7	0,48	0,46	q7	0,22	0,89	q4	–	0,66
q11	0,41	0,20	q10	0,13	0,72	q14	0,22	0,44
q6	0,40	0,35	q13	0,11	0,60	q20	0,30	0,41
q4	0,38	0,18	q12	–	0,51	q3	–	0,25
q10	0,36	0,28						
q1	0,28	0,74						
q19	0,30	0,71						
q2	0,31	0,55						
q16	0,21	0,50						
q3	0,13	0,39						
q23	-0,15	0,34						

Analisando os subconjuntos de itens formados para o questionário 1, os seus dois fatores foram nomeados de: “Fator 1. Rigidez do método científico” e “Fator 2. Neutralidade da ciência” (Tabela 5).

Tabela 5. Nomeação dos fatores do questionário 1 em função dos itens agrupados pela análise fatorial.

Questionário 1. VNC – Visões sobre a Natureza da Ciência	
Nomeação:	Itens do questionário:
<p>Fator 1.</p> <p>Rigidez do método científico</p>	<p>9. A ordem de etapas do método científico é: 1º) Observação, 2º) Levantamento de hipóteses, 3º) Coleta de dados, 4º) Elaboração de teorias e ou leis.</p> <p>8. Pesquisas científicas revelam algumas verdades sobre o mundo natural.</p> <p>20. Leis científicas são mais importantes que teorias científicas.</p> <p>13. Se uma teoria é provada, ela se torna uma lei científica.</p> <p>12. Experimentos são procedimentos capazes de provar que uma explicação científica é verdadeira.</p> <p>7. Dados científicos são dados quantitativos (dados mensuráveis, que podem ser convertidos em números).</p> <p>11. Conhecimento científico é aquilo que é passível de comprovação experimental.</p> <p>6. A lógica do trabalho científico exige separar a natureza em objetos de estudo menores e passíveis de análise, de modo a estudar cada “parte” para compreender o “todo”.</p> <p>4. Existe um método geral/universal para produzir conhecimento científico.</p> <p>10. O produto da pesquisa é a formulação de leis científicas (leis universais).</p>
<p>Fator 2.</p> <p>Neutralidade da ciência</p>	<p>1. A ciência é isenta de interesses/valores sociais, culturais.</p> <p>19. Conhecimentos científicos, uma vez estabelecidos e consolidados, são definitivos.</p> <p>2. A ciência trabalha com o conhecimento isento de aspectos subjetivos e emocionais.</p> <p>16. Dados ou evidências científicas são fatos incontestáveis.</p> <p>3. Criatividade e imaginação comprometem a objetividade e racionalidade da ciência.</p> <p>23. A observação e o desenvolvimento de uma investigação científica são orientados por teorias prévias (hipóteses, metas pré-estabelecidas) sobre aquilo que se quer investigar.</p>

O primeiro fator recebeu esse título por descrever um método científico que invariavelmente: começa com a observação; exige experimentação capaz de produzir provas que revelam as verdades do mundo; e culmina com a descoberta de leis universais. O segundo fator, por sua vez, esteve mais relacionado a alegações em defesa de uma ciência completamente “descontaminada” de subjetividades, uma ciência que lida com dados, observações, resultados, conhecimentos tidos como “puros”, absolutamente objetivos e, portanto, inquestionáveis e invariáveis.

Analisando a solução fatorial do segundo questionário, os dois fatores extraídos foram nomeados de: “Fator 1. Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo” e “Fator 2. Possibilidades de ‘modelagem’ dos fenômenos pesquisados pelo ecólogo”. O primeiro fator recebeu esse nome por agrupar asserções que demarcam os compromissos que um ecólogo deveria ter, por

exemplo, com o manejo do meio ambiente; e com pesquisas amplas, exploratórias e qualitativas, com estudos de caso e análise de TODAS as variáveis ambientais (Tabela 6). Esse primeiro fator estaria, portanto, ligado a uma caracterização do que a ciência ecologia “essencialmente é e/ou busca ser/fazer”. Já o segundo fator estaria mais ligado a uma caracterização dos limites dessa ciência, uma caracterização do que a ecologia também “pode ou poderia fazer, além do que ela normalmente faz”. Por exemplo: se mesmo comprometida com um “olhar mais holístico, exploratório e qualitativo sobre os fenômenos naturais”, a ecologia possibilita, em certa medida, “enquadrar” esses fenômenos dentro de hipóteses, modelos explicativos, preditivos e generalizáveis, dentro de experimentos e regularidades (que poderiam ser expressas matematicamente) (Tabela 6).

Tabela 6. Nomeação dos fatores do questionário 2 em função dos itens agrupados pela análise fatorial.

Questionário 2. VNEC – Visões sobre a Natureza da Ecologia	
Nomeação:	Itens do questionário:
<p>Fator 1.</p> <p>Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo</p>	<p>8. Os estudos ecológicos exigem a análise conjunta de todas as variáveis relacionadas aos seres vivos e seus ambientes para compreender a natureza em sua totalidade/integralidade.</p> <p>1. A atuação do ecólogo exige o trabalho com ações práticas e concretas de manejo e conservação (preservação ambiental).</p> <p>11. Os resultados da pesquisa em ecologia são descrições ou explicações daquilo que é registrado no momento e local específicos da investigação (são estudos de caso sobre as realidades locais).</p> <p>6. Por lidar com objetos de estudo complexos, o trabalho na ecologia é amplo e exploratório.</p> <p>9. Nas pesquisas em ecologia, os dados são qualitativos (dados do tipo: “o que, onde, quando, como e por quê?”).</p>
<p>Fator 2.</p> <p>Possibilidades de “modelagem” dos fenômenos pesquisados pelo ecólogo</p>	<p>7. As pesquisas em ecologia impossibilitam o estabelecimento de metas e hipóteses (teorias prévias) antes das saídas e observações de campo.</p> <p>10. Dada a complexidade dos fenômenos que estuda, a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de equações ou modelos matemáticos para esses fenômenos.</p> <p>13. Dada a interconexão ou interdependência das variáveis ambientais relacionadas aos fenômenos ecológicos, a pesquisa em ecologia impossibilita a realização de experimentos.</p> <p>12. Como os fenômenos ecológicos dependem de muitas particularidades (variáveis ambientais locais), a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de generalizações sobre esses fenômenos.</p>

Finalmente, analisando o questionário 3, os dois fatores extraídos foram chamados de: “Fator 1. Foco do ensino de ecologia” e “Fator 2. Organização dos conteúdos ensinados na

ecologia”. O primeiro fator agrupou alegações que definem os aspectos que deveriam ser privilegiados no ensino de ecologia: discussões sobre questões socioambientais (ao invés de questões científicas); a mudança de hábitos dos alunos perante o meio ambiente; o trabalho de campo e trabalho com informações qualitativas (Tabela 7). O segundo fator recebeu esse nome por envolver asserções que caracterizam como o currículo escolar da disciplina de ecologia deveria ser estruturado – se voltado mais para conceitos do que para habilidades do fazer científico e se esses conceitos devem seguir uma organização rígida, pré-definida, linear e fragmentada (Tabela 7).

Tabela 7. Nomeação dos fatores do questionário 3 em função dos itens agrupados pela análise fatorial.

Questionário 3. VEEC – Visões sobre o Ensino de Ecologia	
Nomeação:	Itens do questionário:
<p>Fator 1.</p> <p>Foco do ensino de ecologia</p>	<p>5. A aprendizagem da ecologia é avaliada pela capacidade do aluno de emitir opinião sobre problemas socioambientais.</p> <p>4. A aprendizagem da ecologia é avaliada pela mudança de ações/hábitos do aluno voltada para uma relação mais saudável, sustentável entre a sociedade e o meio ambiente.</p> <p>14. O ensino de ecologia é voltado para informações qualitativas, ou seja, para respostas do tipo: “o que, onde, como e por quê?”.</p> <p>20. O trabalho de campo (por exemplo, visitas a alguns biomas ou ecossistemas) é imprescindível para o ensino de ecologia.</p> <p>3. Temas estritamente científicos (e não sociais ou socioambientais) são mais distantes das demandas de formação dos alunos enquanto cidadãos críticos.</p>
<p>Fator 2.</p> <p>Organização dos conteúdos ensinados na ecologia</p>	<p>11. Aulas investigativas, que usam problematizações, exigem um acúmulo prévio de conceitos da área.</p> <p>8. O ensino de ecologia é mais significativo quando organizado respeitando a divisão dos níveis hierárquicos da biologia (organismo → população → comunidade → ecossistema → biosfera), e tratando os conteúdos separadamente e nessa ordem, do nível de menor complexidade para o de maior. Por exemplo, deve-se ensinar os conceitos associados ao estudo do “organismo”, para depois passar ao tópico (nível) posterior, que é “população”, e assim por diante.</p> <p>15. A aula de ecologia tem menor potencial (quando comparada a outras disciplinas da biologia) para ensinar habilidades como: levantar hipóteses, fazer previsões/previsões sobre o fenômeno, construir relações de causalidade, fazer generalizações.</p> <p>7. A ecologia é efetivamente ensinada quando os alunos já adquiriram um bom repertório de muitos conceitos (conhecimentos prévios) de outras áreas da biologia.</p>

A seguir (Tabela 8) é apresentada a matriz de correlações entre os escores fatoriais dos respondentes para todos os fatores dos três questionários.

Tabela 8. Matriz de correlações entre os fatores dos três questionários. A tabela mostra os coeficientes de Pearson (r) e seus respectivos p-valores. As correlações com significância estatística no nível de 5% ($p < 0,05$) estão marcadas em negrito.

	F1.VNC <i>Método na Ciência</i>	F2.VNC <i>Neutralidade da Ciência</i>	F2.VNEC <i>“Modelagem” na Ecologia</i>	F1.VNEC <i>Perspectiva da Ecologia</i>	F1.VEEC <i>Foco do Ensino</i>
F2.VNC <i>Neutralidade da Ciência</i>	0,160 $p = 0,168$				
F2.VNEC <i>“Modelagem” na Ecologia</i>	0,276 $p = 0,016$	0,447 $p = 0,000$			
F1.VNEC <i>Perspectiva da Ecologia</i>	0,566 $p = 0,000$	0,250 $p = 0,029$	0,071 $p = 0,543$		
F1.VEEC <i>Foco do Ensino</i>	0,313 $p = 0,006$	0,159 $p = 0,170$	0,022 $p = 0,848$	0,615 $p = 0,000$	
F2.VEEC <i>Conteúdos para o ensino</i>	0,390 $p = 0,001$	0,558 $p = 0,000$	0,543 $p = 0,000$	0,286 $p = 0,012$	0,152 $p = 0,190$

Apenas as correlações entre fatores de um mesmo questionário e as correlações entre “F2 VNC” e “F1 VEEC”, e entre “F2 VNEC” e “F1 VEEC”, não foram significativas. A ausência de correlação entre fatores de um mesmo questionário era esperada devido à geração de fatores ortogonais pelo método das componentes principais e da rotação Varimax. Assim, a maior parte das correlações entre fatores de diferentes questionários mostrou-se significativa, o que sugere que as concepções sobre um determinado construto (por exemplo, sobre a ciência) não são completamente independentes das concepções sobre os outros construtos (a ciência ecologia e a ecologia escolar). Essa interdependência é particularmente observada entre os pares de fatores que exibiram coeficientes de maior magnitude ($r > 0,5$): i) fatores “Método na Ciência” e “Perspectiva da Ecologia”; ii) fatores “Neutralidade da Ciência” e “Conteúdos para o ensino”; iii) fatores “Perspectiva da Ecologia” e “Foco do Ensino”; e iv) fatores “Modelagem na Ecologia” e “Conteúdos para o Ensino”. Portanto, esses pares de fatores apresentam correlações mais fortes, enquanto os demais possuem menor grau de dependência estatística linear, mas ainda assim com significância estatística.

Essas correlações mais fortes permitem algumas reflexões e inferências. Por exemplo, as concepções não-informadas dos professores sobre o “Método científico” na ciência como um todo talvez possam explicar parcialmente as concepções que estes também possuem sobre a “Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo”. Possivelmente a visão de um método

científico muito rígido, algorítmico e infalível contribua para os professores pensarem que a ecologia não seja capaz de usar “esse método” – método mais analítico que a ciência de modo geral usa, que as outras ciências usam –, dado o seu rigor e, por isso, os ecólogos tenham que adotar uma perspectiva diferenciada – mais ampla, exploratória, holística, descritiva e qualitativa. Então, pode ser que a concepção de um *estatuto* muito particular para a ecologia, afastando-a das outras ciências, apresente relação com o fato de compará-la com uma referência de ciência geral, ciência padrão, ciência modelo muito estereotipada.

As concepções sobre a “Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo”, por sua vez, parece ter relação com o modo como os professores concebem o “Foco do ensino de ecologia”. Assim, entender que a ciência ecologia está fortemente comprometida com a conservação do meio ambiente, com um “olhar” holístico sobre a natureza, e com estudos descritivos e qualitativos, pode ser um fator que influencia os posicionamentos dos professores em defesa de um ensino de ecologia mais voltado para a “educação ambiental” dos alunos, para o trabalho com temas socioambientais e o trabalho de campo.

Outra correlação interessante é entre as concepções dos professores sobre a “Neutralidade da ciência” e suas concepções sobre a “Organização dos conteúdos ensinados na ecologia”. Logo, uma visão de que a ciência é neutra e lida com fatos incontestáveis e conhecimentos definitivos pode estar acompanhada de uma visão de que o ensino de ecologia depende de uma descrição cumulativa de conceitos.

Por fim, podemos pensar na relação entre as concepções sobre a “Modelagem na ciência ecologia”, e a maneira como os professores avaliam a “Organização dos conteúdos ensinados na ecologia”. A tendência de achar que os fenômenos ecológicos são muito mais complexos, a ponto de impossibilitarem a construção de “modelos” para abordar esses fenômenos, também poderia associar-se a essa defesa de um currículo dependente do acúmulo de conceitos.

Com relação ao teste de consistência interna (ou teste de confiabilidade), os três questionários mostraram coeficientes alfa de Cronbach razoáveis – fatores 1 e 2 do primeiro questionário: 0,80 e 0,72, respectivamente; fatores 1 e 2 do segundo questionário: 0,76 e 0,78, respectivamente; fatores 1 e 2 do terceiro questionário: 0,62 e 0,64, respectivamente. Conforme explicitado na metodologia, o alfa deve ser calculado apenas para escalas unidimensionais, ou seja, para conjuntos de itens medindo uma única dimensão latente do construto e, por isso, cada questionário teve dois coeficientes calculados, um para cada fator. A exclusão de nenhum item revelou aumento dos coeficientes e, portanto, nenhuma

purificação das escalas foi necessária. Então, podemos concluir que os questionários mostraram-se ferramentas confiáveis.

2.1.4.5. Caracterização das concepções dos professores

O gráfico a seguir (Figura 4) representa os grupos formados após a análise de agrupamento do tipo hierárquica voltada para a caracterização do desempenho dos professores no questionário 1 (“Natureza da Ciência”). Para todos os questionários, a similaridade/dissimilaridade entre os participantes foi inferida a partir dos seus respectivos escores fatoriais, o que permitiu segregar melhor grupos com perfis distintos. Isso resultou em uma interpretação mais parcimoniosa e com maior poder discriminante, uma vez que o desempenho dos sujeitos pôde ser mapeado especificamente em função das dimensões latentes extraídas pela análise fatorial, ou seja, em função apenas de duas variáveis: o fator 1, representado no eixo horizontal, e o fator 2, no eixo vertical.

As pontuações dos respondentes para as variáveis originais (cada item) do questionário configuram uma escala de 1,0 a 5,0. Porém, o gráfico tem uma escala diferente desta e inclui até valores negativos, pois a análise de cluster foi feita a partir dos escores fatoriais de cada sujeito, e não de seus escores originais. Os escores fatoriais são estimativas, calculadas pelo software, dos escores dos indivíduos para as variáveis latentes extraídas pela análise fatorial – fator 1 e fator 2. Essas estimativas envolvem método de regressão e produto de matrizes de correlação, com isso resultam em uma escala diferente. De qualquer modo, escores maiores para as variáveis originais resultam em escores maiores também para os fatores. No caso do presente estudo, são os escores menores que representam concepções informadas/embasadas (conforme explicado na *Metodologia*) por conta da maneira como orientamos o sistema de escores.

Assim, interpretando os resultados da análise de agrupamento, podemos dizer que o grupo 1 é aquele que mais tende a demonstrar concepções informadas sobre a natureza da ciência, pois é o grupo que possui menor pontuação tanto no primeiro quanto no segundo fator, e podemos observar que 25% dos respondentes foram classificados nesse grupo. O contrário é válido para o grupo 3, que por demonstrar maiores escores nos dois fatores, pode ser interpretado como o grupo que mais tende a concepções não-informadas, e esse é o grupo em que se concentra cerca de 40% dos sujeitos (Figura 4).

Nesse grupo estão professores que tendem a concordar com a ideia de que a ciência é neutra (fator 2) e, principalmente, com a ideia de que ela é capaz de provar/revelar verdades do mundo a partir da aplicação de um método universal, rígido e infalível (fator 1). Já no grupo 2, os sujeitos tendem a demonstrar posições intermediárias, com concepções mais informadas em um fator (aquele referente à ‘Neutralidade da ciência’), e menos informadas no outro (‘Rigidez do método científico’).

Figura 4. Mapa perceptual dos professores com relação ao construto do questionário 1 (“Natureza da Ciência”, em suas duas dimensões avaliadas – ‘Rigidez do método científico’ e ‘Neutralidade da ciência’). O gráfico mostra a posição dos sujeitos (marcados por números de 1 a 80) em função dos seus escores em cada fator extraído pela análise fatorial (eixos horizontal e vertical), e demarca quais os grupos formados pela análise de agrupamento. Sujeitos dentro de um mesmo grupo apresentam maior similaridade entre si em termos de percepção sobre o construto investigado. A análise foi feita pelo método de Ward utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade.

Com relação ao construto do questionário 2 (“Natureza da Ecologia”), também podemos destacar a presença de: um grupo com concepções informadas nas duas dimensões avaliadas (grupo 1); um grupo que tende a concepções não-informadas em ambas as dimensões (grupo 3); e um grupo com concepções que tendem a ser informadas apenas para uma dimensão – nesse caso a dimensão referente a ‘Possibilidades de modelagem dos fenômenos pesquisados pelo ecólogo’ (grupo 2) (Figura 5).

Figura 5. Mapa perceptual dos professores com relação ao construto do questionário 2 (“Natureza da Ecologia”, em suas duas dimensões avaliadas). O gráfico mostra a posição dos sujeitos (marcados por números de 1 a 80) em função dos seus escores em cada fator extraído pela análise fatorial, e demarca quais os grupos formados pela análise de agrupamento. Sujeitos dentro de um mesmo grupo apresentam maior similaridade, entre si, em termos de percepção sobre o construto investigado. A análise foi feita pelo método de Ward utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade.

No grupo 3 estão os participantes que tendem a afirmar mais facilmente que o trabalho do ecólogo é a preservação ambiental – a realização ativa de manejo do meio ambiente – e que esse trabalho exige um “olhar” predominante holístico e qualitativo sobre o mundo (fator 1). Eles tendem a concordar que os fenômenos ecológicos, por serem muito complexos, não permitem perspectivas mais analíticas e quantitativas de pesquisa, que envolvem teste de hipóteses, delimitação de variáveis de estudo, realização de experimentos, construção de modelos e generalizações sobre esses fenômenos (fator 2) (Figura 5).

Compreender que a ecologia é voltada basicamente para estudos de caso, apenas para “descrições de tudo que é registrado no momento e local específicos desses estudos”, parece uma crença típica de quem aproxima a ecologia muito mais do trabalho de natureza ampla e exploratória dos naturalistas (do início do século passado) do que da natureza analítica, das outras ciências naturais atuais. Essa visão de que o ecólogo é apenas aquele envolvido diretamente com práticas de manejo e conservação do meio ambiente também é uma visão desinformada. Deste modo, no grupo 3 predomina um perfil de concepções não-informadas /

não-embasadas sobre a ciência ecologia, sendo que neste grupo estão situados quase 70% dos professores. No grupo 1 por outro lado, estão os sujeitos que mais fortemente discordam desses aspectos – apenas 15% dos respondentes – e que demonstram, portanto, concepções mais informadas sobre a ecologia ao reconhecerem sua natureza analítica (Figura 5).

É interessante observar que os mapas perceptuais referentes ao primeiro e segundo questionários reforçam nossas considerações sobre a correlação entre o fator ‘Rigidez do método científico’ e o fator ‘Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo’. É possível notar que são nesses dois fatores que a maioria dos participantes (composta pelos grupos 2 e 3) demonstra escores mais altos, os quais refletem concepções não-informadas.

No questionário 3 (“Visões sobre o Ensino de Ecologia”) também observamos dois perfis de concepções mais distantes, representados pelos grupos 1 e 3 (Figura 6). No grupo 3 estão os professores que tendem a concordar mais facilmente com uma visão mais tradicional de ensino, em defesa de um currículo mais fragmentado e linearizado e dependente do acúmulo de conceitos, e não com uma visão mais atual que defende a ecologia como “ponto de partida” e eixo integrador dos conteúdos biológicos. Além disso, esses indivíduos tendem a acreditar que questões científicas não são o foco de uma aula de ecologia, mas sim discussões sobre problemas socioambientais visando à adoção de hábitos mais sustentáveis / ecologicamente corretos pelos alunos. Aparentemente, trata-se de uma visão que confunde ecologia com algumas perspectivas simplistas de educação ambiental.

O grupo 1, pela posição que ocupa no gráfico (Figura 6), denota um perfil contrário ao demonstrado pelo grupo 3, apresentando concepções mais informadas do ensino de ecologia. A posição do grupo 2 sugere tratar-se de um grupo com concepções parcialmente informadas – elas tendem a ser um pouco melhor informadas na dimensão referente à ‘Organização dos conteúdos ensinados na ecologia’ (por conta dos escores relativamente baixos no fator 2) e menos informadas na dimensão referente ao ‘Foco do ensino de ecologia’ (por conta dos escores mais altos no fator 1).

Resumidamente, podemos dizer que, para o ensino de ecologia, a minoria dos respondentes mostrou concepções informadas – apenas 15% dos professores foram classificados no grupo 1, enquanto 30% e 55% mostraram-se pertencentes aos grupos 3 e 2, respectivamente.

Figura 6. Mapa perceptual dos professores com relação ao construto do questionário 3 (“Ensino de Ecologia”, em suas duas dimensões avaliadas). O gráfico mostra a posição dos sujeitos (marcados por números de 1 a 80) em função dos seus escores em cada fator extraído pela análise fatorial, e demarca quais os grupos formados pela análise de agrupamento. Sujeitos dentro de um mesmo grupo apresentam maior similaridade entre si em termos de percepção sobre o construto investigado. A análise foi feita pelo método de Ward utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade.

Foi possível notar uma correspondência entre o desempenho dos participantes nos diferentes questionários, reforçando nossas considerações sobre a provável interdependência entre os construtos investigados. Do total de professores classificados no grupo 1 do questionário 3 (ensino de ecologia), 70% corresponde a sujeitos que também foram classificados no grupo 1 do questionário 2 (ciência ecologia), sendo que 60% destes 70% corresponde a sujeitos que também estão no grupo 1 do questionário 1 (ciência). Isso sugere que professores com concepções informadas sobre a ciência e principalmente sobre a ciência ecologia tendem a ter concepções informadas sobre o ensino de ecologia. O contrário ocorre da mesma forma, uma vez que, do total de professores classificados no grupo 3 do questionário 3, 76% corresponde a sujeitos que estão classificados no grupo 3 do questionário 2, sendo que quase 50% destes 76% corresponde a sujeitos que também estão no grupo 3 do questionário 1.

Ao olhar melhor o grupo 1 de cada questionário – grupo com concepções informadas – observamos que: i) a média de idade dos professores fica em torno de 31 anos; ii) 100% se formou em universidades públicas, sendo a maior parte delas (pelo menos 60%) universidades

estaduais do estado de São Paulo; e iii) cerca de 50% desses professores possuem mestrado e ou doutorado na área de educação ou ensino de ciências.

Em contrapartida, ao analisar o grupo 3 de cada questionário – grupo com maior tendência a concepções não-informadas – verificamos que: i) a média de idade dos professores fica em torno de 40 anos; ii) cerca de 50% se formou em instituições de ensino superior particulares do interior paulista; e iii) mais de 70% desses professores não possuem pós-graduação *stricto sensu* em nenhuma área.

Assim, aparentemente, professores mais jovens, que se formaram mais recentemente em universidades públicas, e que possuem pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e ou doutorado), especialmente na área de educação/ensino de ciências, tendem a demonstrar concepções melhor informadas sobre a natureza da ciência e da ecologia e sobre o ensino de ecologia.

2.2. CAPÍTULO 4. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE A ECOLOGIA E O ENSINO DE ECOLOGIA A PARTIR DE QUESTÕES ABERTAS

2.2.1. Objetivos específicos

Neste capítulo analisamos as respostas dos professores para as questões abertas com o intuito de auxiliar a caracterização de suas concepções referentes à ciência ecologia e ao ensino de ecologia, complementando os resultados obtidos com os questionários fechados. Assim, os objetivos são: - categorização das respostas dissertativas dos participantes; - estabelecimento de algumas relações entre as categorias obtidas a partir das questões abertas e as categorias obtidas a partir das escalas Likert (apresentadas no capítulo anterior).

2.2.2. Esclarecimentos teóricos

É importante destacar que as respostas dissertativas dos participantes não representam em si resultados de pesquisa, pois elas precisam ser interpretadas pelo pesquisador à luz dos referenciais teóricos adotados. Esse processo permite o agrupamento das dezenas de respostas em categorias mais gerais e mais direcionadas para responder às questões de pesquisa. Essa categorização pode corresponder a tipologias previamente pensadas durante a elaboração dos questionários ou pode resultar em categorias inéditas, visíveis somente após um longo processo de interpretação do pesquisador.

Para criar categorias durante análises do discurso utiliza-se frequentemente a abordagem conhecida como análise de conteúdo (BARDIN, 2004), que envolve um exaustivo exercício de interpretação do pesquisador sobre os significados (análise semântica) emergentes no discurso dos sujeitos pesquisados. Uma das limitações desse tipo de procedimento é a dificuldade de aplicá-lo em um grande *corpus* de análise – um grande volume de conteúdos textuais (NASCIMENTO, MENANDRO, 2006). Pensando nesses grandes bancos de dados textuais, a análise de conteúdo eletrônica tem sido proposta e, conseqüentemente, alguns programas de computador têm sido desenvolvidos e testados (MARTINS, 2008), como é o caso do *software* Alceste ("*Analyse lexicale par context d'un ensemble de segments de texte*"). Essas ferramentas têm se tornado uma tendência entre pesquisas qualitativas que almejam incorporar suportes estatísticos em suas análises (COZBY, 2003; DENZIN; LINCOLN, 2006; ROCHA et al., 2008).

O Alceste foi desenvolvido na França por Max Reinert (alguns autores dizem que na década de 80, outros dizem na década de 90) e, apesar de possuir todos os comandos, menus e tutorias na língua francesa, ele permite a análise de textos em outras línguas, pois possui dicionários em vários idiomas. No Brasil, o *software* foi introduzido no final da década de 90 e desde então tem ganhado espaço nas ciências humanas e sociais, não apenas na área da linguística, mas também nas áreas de psicologia, sociologia, história e educação, sendo apontado como um instrumento que ajuda a avaliar as opiniões (visões, concepções) de um público alvo sobre um determinado assunto (CAMARGO, 2005).

O Alceste realiza de forma automática a análise de grandes volumes de textos, utilizando dispositivos matemáticos e estatísticos que permitem identificar e quantificar as palavras (análise léxica) mais significativas e assim acessar as principais informações presentes nesses textos (CAMARGO, 2005). Dito de outra maneira, o programa mapeia e estrutura as relações existentes entre os conteúdos lexicais de um discurso, e desse modo ajuda a identificar, descrever e classificar a organização tópica desse discurso, ou seja, a identificar os tópicos mais relevantes no discurso dos sujeitos investigados.

A presença de vocabulários específicos - "mundos lexicais" característicos – é entendida como um "traço" deixado na língua, não por acaso, mas como manifestação do campo de referências de um grupo social de enunciadores; seria a manifestação da representação social ou contexto típico desse grupo, também chamado na literatura de "campo contextual", "fundo associativo" ou "fundo tópico" (REINERT, 1990, 2001). Deste modo, ao evidenciar esses traços linguísticos ou "mundos lexicais", o que o Alceste detecta são os diferentes tópicos de interesse dos produtores de um discurso. Esses tópicos são entendidos como refletindo as diferentes representações que esse público tem a respeito do assunto sobre o qual discursam (KALAMPALIKIS, 2003).

A primeira etapa realizada pelo Alceste é a leitura dos textos e o cálculo dos dicionários. Nessa etapa, as Unidades de Contexto Inicial (UCIs) do *corpus* de análise são fragmentadas nas chamadas Unidades de Contexto Elementar (UCEs), de natureza lexical. UCIs são as divisões naturais dos textos a serem analisados, enquanto as UCEs são conjuntos mínimos de palavras representativas que co-ocorrem em trechos do texto, e que podem variar dependendo do tamanho do texto e da pontuação. O programa diferencia palavras com função puramente sintática (artigos, preposições e conjunções) daquelas com "conteúdo" (verbos, substantivos e adjetivos) e é essa segunda classe de palavras, sobretudo, que o programa utiliza. Em seguida, o vocabulário das UCEs é mapeado e quantificado e cria-se o dicionário

de formas reduzidas, que são as raízes/radicais das palavras encontradas (por exemplo, ecologia, ecólogo, ecologista, ecologismo, ecológico, ecologicamente teriam a forma reduzida "ECOLOG+"). Esse procedimento de substituir palavras por uma forma reduzida de modo a agrupar palavras com radical comum é chamado lematização.

A segunda etapa envolve o estabelecimento de algumas matrizes para a classificação das UCEs, delimitando quais formas reduzidas (raízes de palavras) são características de cada segmento do texto e quais as correspondências lexicais entre diferentes UCEs. As matrizes de classificação são geradas a partir da associação das palavras com as UCEs (REINERT, 1986 *apud* SOUSA et al., 2009), e são consideradas apenas as formas reduzidas com frequência igual ou superior a quatro. Essa classificação representa uma das principais técnicas estatísticas do programa: a Classificação Hierárquica Descendente (CHD) (KRONBERGER; WAGNER, 2002), que envolve o uso do teste de qui-quadrado para calcular a significância estatística da associação de cada palavra com sua matriz. São consideradas associações significativas aquelas com índice de qui-quadrado igual ou superior a 3,84 (grau de liberdade = 1), e as matrizes são divididas de forma que se diferenciem nitidamente quanto aos seus vocabulários.

As matrizes permitem, então, na terceira etapa, a definição de classes/categorias entendidas como agrupamentos de UCEs com vocabulário homogêneo. A finalidade da Classificação Hierárquica Descendente é dividir as classes da maneira mais nítida possível, formando grupos que possuam a menor sobreposição possível de palavras (KRONBERGER; WAGNER, 2002), e assim gerando um dendrograma que permite verificar também a relação entre essas classes e a representatividade de cada uma delas (percentual de UCEs agrupadas).

Finalmente, na quarta etapa, ocorrem cálculos complementares para refinamento na descrição das classes, ou seja, refinamento na seleção das UCEs e léxicos mais representativos de cada agrupamento. Com isso, após essas operações, é "possível visualizar os contextos lexicais formados pelas classes, ou seja, os conjuntos de expressões (palavras) que podem ser entendidos como diferentes formas de discurso dos participantes sobre um determinado assunto" (COSTA, 2005, p. 85).

Resumidamente, o *software* realiza um fracionamento sucessivo dos textos, identificando as oposições mais fortes (segundo testes de qui-quadrado) entre as palavras que os compõem, e mapeando, em poucos minutos, com base na distribuição desses conteúdos lexicais, a estrutura temática (as classes ou eixos temáticos) dos discursos analisados. Assim, o produto da análise refere-se a uma classificação objetiva, a partir de critérios estatísticos,

baseada na co-ocorrência de palavras, e que auxilia a representação icônica do objeto de estudo e, conseqüentemente, complementa o processo interpretativo do pesquisador (SOUSA et al., 2009). É importante destacar esse caráter de complementaridade, já que a análise de conteúdo automática por meio de *softwares* não dispensa em nenhum momento a interpretação dos dados pelo pesquisador. É por isso que a maioria dos estudos utiliza o Alceste vinculado à análise de conteúdo clássica da Bardin (2004).

A análise de conteúdo segundo o modelo da Bardin (2004) também envolve procedimentos sistemáticos de classificação de discursos, assim como a fragmentação de textos com o propósito de identificar regularidades. Porém, essa análise é feita de forma manual e sem artifícios estatísticos. Como se trata de uma análise semântica e não lexical (BECHARA, 2009), ela não se restringe à materialidade do texto, exigindo do analista um longo processo de reflexão para inferir os conteúdos implícitos em um discurso, ou seja, as possíveis significações envolvidas nos discursos dos sujeitos investigados.

Além disso, é possível tratar o *corpus* por completo, diferentemente do Alceste, que descarta boa parte do material textual. É por esse motivo que se trata de uma abordagem voltada para um *corpus* de menor tamanho e para pesquisas que dispõem de bastante tempo. Por outro lado, ela envolve uma perspectiva analítica mais aberta e adaptável ao imprevisto, permitindo a "leitura e captura" mesmo dos eventos não hipotetizados ou focados *a priori* pelo investigador. Isso é um bom atributo para as pesquisas nas ciências humanas que lidam com sujeitos e não com objetos, lidam com fenômenos sociais, dependentes de infinitas variáveis e, portanto, naturalmente imprevisíveis (ROCHA et al., 2011).

A análise manual de conteúdo normalmente apresenta os seguintes passos: (1) Leitura do material textual definido como *corpus* de análise; (2) Recorte de Unidades de Contexto, que são diferentes das UCEs geradas pelo Alceste, pois são unidades com base semântica e não lexical – são os menores fragmentos textuais que o pesquisador considera como dotados de significação própria; (3) Formação e quantificação das chamadas pré-categorias a partir do agrupamento de Unidades de Contexto de mesmo significado (novamente trata-se da natureza semântica e não lexical); (4) Formação e quantificação das categorias, que são classes mais abrangentes elaboradas a partir do refinamento das pré-categorias; (5) Descrição e interpretação das categorias pelo pesquisador de modo a dar sentido aos discursos analisados.

2.2.3. Metodologia

O processo de interpretação das respostas dissertativas dos professores foi conduzido por dois procedimentos analíticos: uma análise computacional, do tipo lexical, feita pelo *software* Alceste, acompanhada de uma análise de conteúdo clássica (BARDIN, 2004), do tipo semântica e feita manualmente. Assim como ocorreu com a análise fatorial e a análise de agrupamento no capítulo 3, o Alceste foi adotado aqui no capítulo 4 como uma ferramenta quantitativa capaz de complementar e refinar a análise dos dados.

O *software* foi utilizado para ajudar a caracterizar as concepções dos professores sobre a ciência ecologia e sobre a ecologia escolar. Buscou-se, nas estruturas lexicais de seus discursos, indícios de como estes sujeitos pensam sobre algumas características do conhecimento ecológico. Esses discursos referem-se às respostas dos sujeitos participantes para as questões abertas dos questionários VNEC e VEEC (Tabela 1) e representaram o *corpus* de análise do Alceste.

Tabela 1. Questões abertas analisadas.

Questionário	Questões abertas
Questionário 2. VNEC – Visões sobre a Natureza da Ecologia	<p><u>QUESTÃO I.</u> Na sua opinião, quais os principais objetos e objetivos de pesquisa da ecologia (o que os ecólogos estudam e com qual finalidade)?</p> <p><u>QUESTÃO II.</u> Na sua opinião, o que torna a ecologia diferente de outras ciências - outras áreas de pesquisa?</p> <p><u>QUESTÃO III.</u> Na sua opinião, quantos ecólogos utilizam os métodos ilustrados a seguir (<i>a. coleta de dados em campo; b. coleta de dados em programas de computador; c. coleta de dados em laboratório</i>)? Justifique.</p>
Questionário 3. VEEC – Visões sobre o Ensino de Ecologia	<p><u>QUESTÃO I.</u> Na sua opinião, por que os alunos devem aprender ecologia? A disciplina de ecologia, se comparada a outras disciplinas da biologia, oportuniza de modo diferente (favorecendo ou desfavorecendo) a aprendizagem de certas habilidades e conteúdos da biologia? Justifique.</p> <p><u>QUESTÃO II.</u> Na sua opinião, quais as principais dificuldades para ensinar ecologia? Justifique sua resposta.</p>

O *corpus* foi preparado e rodado da seguinte maneira: as respostas dissertativas de cada participante, para cada questão, foram inseridas como unidades de contexto inicial (UCIs), e as questões foram analisadas separadamente. As UCIs foram vinculadas a

características dos seus respectivos enunciadores: idade; região do país onde reside; tipo de instituição onde fez graduação (pública ou particular); área de especialização ou pós-graduação; tempo de atuação docente; se já teve alguma experiência como pesquisador na área de ecologia; e se já realizou algum curso sobre epistemologia.

Destacamos a possibilidade de utilização do Alceste, pois nosso estudo atende a alguns pré-requisitos (KRONBERGER; WAGNER, 2002):

- ✓ Utilizar como *corpus* textos que exibem um grau de coerência entre si – os sujeitos de pesquisa respondem às mesmas questões e, portanto, discursam sobre os mesmos assuntos.
- ✓ Possuir um *corpus* com um volume mínimo de 10.000 palavras.

Destacamos novamente que os dados gerados pelo *software* não se constituíram como fonte única, automática e definitiva dos resultados, mas serviram como suporte adicional para a construção das categorias de análise. Para compreensão dos dados computacionais gerados pelo Alceste, é fundamental ter conhecimento sobre os procedimentos manuais de análise do conteúdo, pois é por meio desse conhecimento que se torna possível significar as classes geradas pelo *software*. Assim, juntamente com a interpretação do pesquisador, objetivamos atingir uma triangulação mais eficiente na análise dos dados e, conseqüentemente, uma discussão mais fidedigna dos resultados. Portanto, foi realizada uma análise conjugada, envolvendo a análise manual de conteúdo segundo o modelo da Bardin (2004), e a análise computacional do Alceste, uma vez que essas abordagens são complementares.

2.2.4. Resultados

Para a primeira questão aberta do questionário VNEC – Visões sobre a Natureza da Ecologia, o Alceste obteve 65 UCEs, das quais 44 foram eliminadas e apenas 21 foram categorizadas (aproveitamento de apenas 32,3% do *corpus*) e divididas em duas classes (11 UCEs na classe 1 e 10 na classe 2). Exemplos de UCEs representativas de cada classe gerada pelo *software* podem ser observados a seguir (Tabela 2).

Tabela 2. Exemplos de UCEs das duas classes geradas pelo Alceste durante a análise lexical/computacional das respostas dissertativas para a questão I do questionário VNEC. As palavras sublinhadas são aquelas que mostraram associação mais forte com a classe.

Exemplos de UCEs	
Classe 1	UCE nº 28: “Os ecólogos estudam as <u>relações</u> entre os <u>seres vivos</u> e entre o <u>ambiente</u> que os cercam, com o intuito de minimizar possíveis <u>interferências</u> , ou para sua <u>preservação</u> simplesmente.”

	UCE nº 65: “O principal objeto de estudo são as <u>relações</u> entre os <u>seres vivos</u> e entre os seres e o <u>meio</u> . O objetivo é intervir em favor de sua <u>preservação</u> ou <u>conservação</u> .”
Classe 2	UCE nº 07: “Seus objetos são diversos biomas, <u>ecossistemas</u> e mini_ecossistemas. Os objetivos envolvem <u>compreender</u> as razões pelas quais cada objeto de estudo é e se <u>comporta</u> daquela maneira, o que torna possível a explicação das relações entre os <u>fatores bióticos</u> e <u>abióticos</u> envolvidos.”
	UCE nº 13: “ <u>Compreender</u> as relações entre os <u>fatores bióticos</u> e <u>abióticos</u> de um sistema delimitado, ou de um processo que se repete em mais de um ambiente.”

Apesar do baixo aproveitamento de UCEs na geração das classes, os resultados do Alceste contribuíram para a análise das respostas dos professores, ao sugerirem pelo menos duas categorias – dois tópicos principais e distintos – presentes nessas respostas. Enquanto a classe 1 apresenta um discurso marcado por um viés preservacionista, centrado na discussão sobre o compromisso dos ecólogos com a conservação do meio ambiente, a classe 2 apresenta um discurso pautado em outro tópico – o reconhecimento dos objetivos da ciência ecologia como sendo apenas a compreensão e explicação de seus objetos de estudo (biomas, ecossistemas, fatores bióticos e abióticos de um ambiente).

Utilizando esse ensaio inicial de classificação e aproveitando as unidades de análise já delimitadas pelo *software*, prosseguimos então para a análise de conteúdo manual, na tentativa de categorizar também a parte do *corpus* descartada pelo Alceste (as UCEs eliminadas). O tratamento preliminar dos dados oferecido pela análise computacional otimizou muito o processo de categorização, especialmente as etapas iniciais, já que não foi preciso realizar todos aqueles passos metodológicos sugeridos por Bardin (2004), necessários para a fragmentação dos textos até a obtenção das unidades de contexto e pré-categorias. Ao invés disso, partimos diretamente dos recortes propostos pelo Alceste – as UCEs geradas.

Após o processo de categorização manual, apenas oito UCEs permaneceram eliminadas e todo o restante pôde ser enquadrado na classe 1 ou 2 geradas pelo Alceste (aproveitamento de 87,7% do *corpus*) (alguns exemplos estão presentes na Tabela 3 a seguir, e todos os outros podem ser encontrados no Apêndice G). Além disso, depois da interpretação do pesquisador, essas categorias foram nomeadas.

Tabela 3. Exemplos de UCEs das duas categorias propostas pelo pesquisador após interpretação (análise de conteúdo manual) das respostas dissertativas para a questão I do questionário VNEC. As UCEs marcadas com asterisco são exemplos de unidades de análise eliminadas pelo Alceste, mas que foram classificadas manualmente pelo pesquisador.

Exemplos de UCEs	
Categoria 1. Ecologia focada na preservação	*UCE nº 20: “Creio que o objeto de pesquisa dos ecólogos seja os diferentes ecossistemas existentes. Assim, eles têm a finalidade de estuda_los, bem como

ambiental	<p>prover maneiras para a diminuição dos impactos causados pela degradação humana.”</p> <p>UCE nº 28: “Os ecólogos estudam as relações entre os seres vivos e entre o ambiente que os cercam, com o intuito de minimizar possíveis interferências, ou para sua preservação simplesmente.”</p> <p>*UCE nº 36: “Estuda a natureza, a-fim-de compreende_la; a interação homem e natureza, a-fim-de compreende_la e harmoniza_la.”</p> <p>*UCE nº 48: “O objeto é sempre os seres vivos em interação com fatores físicos e químicos. O objetivo é conhecer cada vez mais a dinâmica desta interação para auxiliar na sustentabilidade e preservação do meio_ambiente.”</p> <p>UCE nº 65: “O principal objeto de estudo são as relações entre os seres vivos e entre os seres e o meio. O objetivo é intervir em favor de sua preservação ou conservação.”</p>
Categoria 2. Ecologia focada na compreensão de fenômenos naturais	<p>*UCE nº 05 e *UCE nº 06: “Mas percebo que as pesquisas ecológicas têm a relação com o objeto e objetivo de estudo, pois tenta perceber como as relações formam uma rede complexa. A finalidade do estudo do ecólogo é como a de um outro cientista, é tentar entender a realidade em diversos níveis de organização.”</p> <p>*UCE nº 23: “Os objetos são os seres vivos e suas interações com fatores bióticos e abióticos, com a finalidade de entender estas relações, fornecer explicações para elas e poder prever como estas relações podem se comportar em determinados contextos.”</p> <p>*UCE nº 26: “O objetivo genérico dessas pesquisas é o de aumentar a compreensão a respeito da dinâmica dos ecossistemas. Essa compreensão, no-entanto, permite o uso desse conhecimento para outras finalidades, como previsões de impactos ambientais, planejamento de obras ou de reflorestamentos, melhorias na agropecuária, etc.”</p> <p>*UCE nº 37: “Estudam as múltiplas interações entre seres vivos e seus entornos. As pesquisas buscam a construção de modelos teóricos representativos dos fenômenos estudados e os dados conversam e oferecem consistência a esses modelos explicativos.”</p> <p>*UCE nº 40 e *UCE nº 41: “Estudam as relações entre os seres vivos e o meio_ambiente. Todas as análises têm a principal finalidade da descoberta em si, saciar dúvidas e curiosidades do pesquisador e, em decorrência disso, expandir a compreensão humana sobre os mecanismos de funcionamento da natureza, o-que pode ou não levar a ideias de manejo ou a influenciar a economia de uma determinada sociedade ou cultura.”</p>

A primeira categoria foi nomeada “Ecologia focada na preservação ambiental”. Ao responderem sobre os principais objetivos da ciência ecologia, os enunciados presentes nessa categoria alegam que os ecólogos estudam as interações entre os seres vivos e o meio ambiente com a finalidade central de assegurar a manutenção e o equilíbrio dessas interações no sentido de diminuir os impactos ambientais causados pela interferência antrópica, promover ações de sustentabilidade e conservação, bem como harmonizar a relação ‘homem-natureza’.

Já a segunda categoria – “Ecologia focada na compreensão de fenômenos naturais” – defende que os ecólogos estudam as relações entre os seres vivos e o meio ambiente com o objetivo de simplesmente entender melhor, fornecer explicações e fazer previsões para esses objetos de estudo. Esse objetivo seria, portanto, similar ao de qualquer outro cientista de outra área: o objetivo de responder perguntas de pesquisa a respeito do funcionamento da natureza por meio da construção de modelos capazes de representar uma dada realidade estudada. Assim, conforme exemplificado pelas UCEs nº 26, nº 40 e nº 41 da Tabela 3, o ecólogo estaria comprometido apenas com a produção de conhecimento na sua área, enquanto a aplicação desse conhecimento para outros fins, tais como manejo e preservação do meio ambiente, seria apenas um desdobramento dependendo dos interesses e da atuação de outras esferas da sociedade.

Do total de 45 participantes que responderam à questão, 35,6% exibiram respostas pertencentes à categoria “Ecologia focada na preservação ambiental”, e 51,1% produziram respostas pertencentes à categoria “Ecologia focada na compreensão de fenômenos naturais” (o restante está situado entre as UCEs eliminadas). Não houve nenhum caso de respondente presente em ambas as categorias. A análise computacional apontou correlações significativas entre as classes e algumas variáveis demográficas dos respondentes. Mas, como essas classes sofreram diversas modificações após a análise manual de conteúdo e a recategorização de várias UCEs, as correlações foram desconsideradas.

Deste modo, com relação a essa primeira questão do questionário VNEC, observamos que uma parcela dos respondentes possui concepções informadas sobre os objetivos da ciência ecologia pelo fato de reconhecerem que o papel do ecólogo, assim como o de qualquer outro cientista, é conduzir pesquisas para investigar alguns fenômenos de interesse e produzir conhecimento a respeito desses objetos de estudo. São concepções que não atribuem a esse profissional a responsabilidade ou a função de realizar o manejo e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. Portanto, os 51,1% dos respondentes que tiveram o discurso vinculado à categoria 2 da Tabela 3 demonstraram essas concepções melhor informadas/embasadas, pois esses sujeitos identificaram aspectos que aproximam o objetivo da ecologia do objetivo de outras ciências. Sujeitos dos grupos 1 e 2 obtidos na análise de *cluster* das questões fechadas do questionário VNEC aparecem preferencialmente nessa categoria. Os grupos 1 e 2 foram aqueles que demonstraram escores menores na escala Likert, lembrando que escores menores denotam concepções informadas. Deste modo, pela análise do discurso das respostas dissertativas, podemos compreender melhor o desempenho desses

participantes nas questões fechadas. Estes são professores que tendem a conceber o objetivo da ciência ecologia como sendo voltado para a “compreensão de fenômenos naturais”.

A outra parcela de respondentes demonstrou concepções limitadas por uma imagem ambientalista da ecologia – categoria 1 da Tabela 3. Com exceção de um professor, todos os outros sujeitos com discursos classificados nessa categoria são respondentes pertencentes ao grupo 3 da análise de *cluster* – grupo que demonstrou os maiores escores nas questões fechadas e, portanto, concepções não-informadas sobre diversos aspectos da ciência ecologia. Então podemos notar que esses professores tendem a conceber o objetivo da ecologia como voltado necessariamente para a “preservação ambiental”.

Com relação à segunda questão aberta do questionário VNEC, o Alceste obteve 55 UCEs, das quais quatro foram eliminadas e 51 foram categorizadas (aproveitamento de 92,7%) e divididas em duas classes (11 UCEs na classe 1 e 40 na classe 2). Exemplos de UCEs representativas de cada classe podem ser observados a seguir (Tabela 4).

Tabela 4. Exemplos de UCEs das duas classes geradas pelo Alceste durante a análise lexical/computacional das respostas dissertativas para a questão II do questionário VNEC. As palavras sublinhadas são aquelas que mostraram associação mais forte com a classe.

Exemplos de UCEs	
Classe 1	<p>UCE nº 01: “Sua <u>relação</u> holística e <u>complexa</u> nas análises do <u>ambiente</u> e comunidades estudados.”</p> <p>UCE nº 18: “Porque ela estuda as <u>relações</u> biológicas entre <u>seres vivos</u> entre si e o seu <u>ambiente</u>, algo que outras áreas não fazem.”</p> <p>UCE nº 51: “O olhar deve ser amplo, relacionado a todas as <u>variáveis</u>.”</p>
Classe 2	<p>UCE nº 08: “Mas, sem-dúvida, a <u>ecologia</u> é uma área que integra <u>diferentes</u> conceitos de <u>diferentes</u> áreas que não a própria.”</p> <p>UCE nº 14: “A <u>ecologia</u> é uma disciplina <u>diferente</u> das outras da biologia devido ao fato de se propagar no nosso dia_a_dia, estar ligada à nossa sobrevivência, nossa adaptação, as mudanças constantes do meio_ambiente, que ocorrem de forma rápida.”</p> <p>UCE nº 20: “Objetos de estudos <u>diferentes</u> demandam estratégias <u>diferentes</u> de <u>pesquisa</u>. Como a ecologia estuda interações, que são abstratas, já-que não é possível pegar uma interação e observa_la diretamente como-se faz com um músculo na fisiologia, então ela precisa de uma maneira específica de construir conhecimento que dê conta disso.”</p> <p>UCE nº 23: “A <u>ecologia</u> tem uma visão dinâmica do todo e não só das partes que compõem o ambiente.”</p> <p>UCE nº 32: “A <u>ecologia</u> tem a preservação da natureza como tema norteador de todas as suas <u>pesquisas</u>.”</p>

A primeira classe gerada pelo Alceste mostrou-se bem específica, com um discurso focalizado na discussão sobre a complexidade dos objetos de estudo da ecologia. Segundo os enunciados dessa classe, a ecologia é diferente de outras ciências por estudar não os

componentes isolados ou as partes isoladas do ambiente, mas a relação entre todos esses componentes. Portanto, apresenta um “olhar” mais holístico, amplo e complexo sobre os fenômenos.

Já a segunda classe mostrou-se muito menos específica em termos de tópicos presentes na discussão dos respondentes, talvez até por conta do número muito maior de UCEs agrupadas. As palavras destacadas como mais representativas da classe 2 (palavras como ‘ecologia’, ‘diferente’, ‘pesquisa’) parecem insuficientes para revelar o que realmente caracteriza o conteúdo dessa classe e para descrever a sua organização tópica, omitindo a pluralidade de assuntos abordados nas respostas dos professores. É possível observar vários tópicos presentes na segunda classe (Tabela 4), tais como: a interdisciplinaridade exigida pela ecologia (UCE nº 08); o fato dela ser uma ciência mais próxima do cotidiano das pessoas (UCE nº 14); a necessidade de metodologias diferenciadas para as suas pesquisas (UCE nº 20); a preocupação da ecologia com a preservação ambiental (UCE nº 32). Além disso, foi agrupado na classe 2 um tópico que mostra-se muito mais relacionado ao conteúdo temático da classe 1 – tópico referente ao pensamento holístico da ecologia (UCE nº 23). Deste modo, vimos a necessidade de, por meio da análise de conteúdo manual, reclassificar diversas UCEs e dividir a classe 2 em subgrupos, criando novas categorias e nomeando-as (Tabela 5).

Tabela 5. Exemplos de UCEs das cinco categorias propostas pelo pesquisador após interpretação (análise de conteúdo manual) das respostas dissertativas para a questão II do questionário VNEC. As UCEs marcadas com dois asteriscos são exemplos de unidades apontadas pelo Alceste como pertencentes à classe 2, mas que foram remanejadas pelo pesquisador para a classe 1 (formando a categoria 1), ou unidades agrupadas pelo *software* na classe 1, mas que foram transferidas manualmente para outras categorias.

Exemplos de UCEs	
Categoria 1. A natureza holística / relacional do objeto de estudo da ecologia	UCE nº 01: “Sua relação holística e complexa nas análises do ambiente e comunidades estudados.”
	**UCE nº 27 e **UCE nº 28: “Ecologia esta relacionada às questões ambientais, que são extremamente importantes e muitas vezes negligenciadas por outras áreas de pesquisa que não consideram o todo, analisando as partes, como faz por exemplo a área da saúde onde as investigações referem-se ao ser humano apenas, não considerando o meio natural em-que o sujeito está inserido.”
	**UCE nº 33: “Acredito que a ecologia faz parte do corpo teórico da biologia enquanto ciência autônoma. Dentro dessa perspectiva, o campo de estudo da ecologia se caracteriza pelo pensamento complexo, levando em consideração múltiplas variáveis.”
	UCE nº 51: “O olhar deve ser amplo, relacionado a todas as variáveis.”
	**UCE nº 53: “A ecologia tem a premissa de-que a parte não explica o todo. A ecologia é talvez a maior expressão das propriedades emergentes, que enuncia que a soma das partes resulta em algo mais-do-que a soma algébrica.”

Categoria metodologia diferenciada ecologia	2.	A da	<p>UCE nº 05 e UCE nº 06: “Diferentemente da maior parte das demais ciências, os estudos em ecologia demandam um tempo muito grande de observação para-que os fenômenos sejam percebidos e tornem possível a elaboração de teorias. Além-disso, a quantificação dos dados deve ser difícil de ser realizada.”</p> <p>UCE nº 20: “Objetos de estudos diferentes demandam estratégias diferentes de pesquisa. Como a ecologia estuda interações, que são abstratas, já-que não é possível pegar uma interação e observa_la diretamente como-se faz com um músculo na fisiologia, então ela precisa de uma maneira específica de construir conhecimento que dê conta disso.”</p> <p>UCE nº 40, UCE nº 41 e UCE nº 42: “Acredito que estudos ecológicos mesclam bem pesquisa qualitativa e quantitativa, enquanto que há pesquisas, dentro da própria biologia, que são essencialmente quantitativas, e outras, como a área de ensino, essencialmente qualitativas. Também acho que o objeto de estudo da ecologia, que é a interação entre seres e destes com o meio, é difícil de reproduzir em laboratório, então são estudos predominantemente in_loco, que dependem de muitas variáveis.”</p> <p>UCE nº 44: “Acho que o-que mais difere ecologia das outras áreas de pesquisa é que ecologia é a-que mais depende de atuação em campo.”</p> <p>UCE nº 47: “O que difere é que outras ciências estão mais concentradas em laboratório, e a ecologia é mais ampla em suas pesquisas em contato com a natureza.”</p>
Categoria proximidade ecologia tem sociedade	3.	A que a	<p>UCE nº 14: “A ecologia é uma disciplina diferente das outras da biologia devido ao fato de se propagar no nosso dia_a_dia, estar ligada à nossa sobrevivência, nossa adaptação, as mudanças constantes do meio_ambiente, que ocorrem de forma rápida.”</p> <p>UCE nº 16: “A ecologia trabalha com o lado emocional das pessoas, procura tocar e não obrigar.”</p> <p>UCE nº 37: “A ecologia exerce uma grande atratividade perante os estudantes, por muitas vezes intrigar e despertar o interesse, por envolver alguns fenômenos existentes no cotidiano deles, diferentemente de algumas áreas da biologia.”</p> <p>UCE nº 48: “A ecologia está presente em qualquer canto do planeta, por-isso acho que todos os cursos universitários deveriam ter ecologia engajada em suas disciplinas curriculares.”</p> <p>UCE nº 50: “Creio que seja uma das ciências mais palpáveis que exista. Conseguimos observa_la e compara_la com maior facilidade.”</p>
Categoria articulação ecologia exige diferentes saberes de diferentes áreas	4.	A que a	<p>**UCE nº 03: “As relações que podem ser estabelecidas entre o meio natural, social e econômico.”</p> <p>UCE nº 08: “Sem-dúvida, a ecologia é uma área que integra diferentes conceitos de diferentes áreas que não a própria.”</p> <p>UCE nº 34: “O que torna a ecologia diferente é a interdisciplinaridade.”</p> <p>UCE nº 43: “A ecologia é uma ciência sistêmica, que permite a integração de vários saberes. Dessa maneira, as pesquisas podem ser voltadas para uma visão ampla do que acontece em determinado ambiente, agregando vários fatores.”</p> <p>UCE nº 45: “Talvez a ecologia seja a parte da biologia que envolva a maior integração de áreas do conhecimento biológico e de outros temas ligados a outras matérias como a sociologia.”</p>

<p>Categoria 5. O compromisso da ecologia com as questões ambientais (o seu "viés preservacionista")</p>	<p>UCE nº 15: "Creio que seja os estudos referentes à diminuição dos impactos causados pela ação do homem, isto-é, uma ciência que está voltada diretamente para a defesa da vida, se podemos dizer assim."</p> <p>**UCE nº 31: "É muito importante conhecermos melhor o funcionamento e nos adaptarmos as condições ambientais para melhores condições de vida."</p> <p>UCE nº 32: "A ecologia tem a preservação da natureza como tema norteador de todas as suas pesquisas."</p> <p>UCE nº 36: "A ecologia tem envolvimento com a questão ambiental."</p>
---	---

Após o processo de categorização manual, cinco UCEs permaneceram eliminadas – uma unidade que já havia sido descartada pelo Alceste e quatro que inicialmente foram colocadas na classe 2 pelo *software* (a categorização das UCEs na íntegra pode ser vista no Apêndice G).

A categoria 1 foi nomeada "A natureza holística / relacional do objeto de estudo da ecologia". Nessa categoria, os textos discutem que a ecologia é diferente por se dedicar ao estudo das relações que ocorrem entre certos objetos, certas entidades ou "partes" da natureza (seres vivos, fatores abióticos, meio ambiente), e não ao estudo dessas "partes" tomadas isoladamente. Assim, os fenômenos ecológicos exigiriam a caracterização de múltiplas variáveis interdependentes, e um "olhar" mais amplo e menos reducionista do pesquisador, ou seja, exigiriam a compreensão de que os objetos investigados não podem ser explicados sem levar em consideração "todas" as variáveis envolvidas.

Na categoria 2 – "A metodologia diferenciada da ecologia" – as discussões giram em torno da especificidade da ecologia no que tange às particularidades de sua metodologia de investigação. A ecologia é tida como diferente por exigir uma metodologia que a distingue das outras ciências – uma metodologia mais qualitativa e centrada no trabalho de campo, e não no trabalho analítico em laboratório, por exemplo.

Na categoria 3 o foco do discurso é "A proximidade que a ecologia tem com a sociedade", e seria esse um dos principais diferenciais desse campo científico. Comparada a outras ciências, a ecologia se distingue por ser aquela que envolve fenômenos mais próximos da realidade e da vida cotidiana das pessoas, discussões menos distantes de alguns interesses e demandas da população e, portanto, por ser uma área que se apresenta de maneira mais contextualizada e atrativa para a sociedade.

A categoria 4, por sua vez, foi nomeada "A articulação que a ecologia exige entre diferentes saberes de diferentes áreas". De acordo com os enunciados dessa categoria, a

ecologia destaca-se por permitir uma maior integração entre conhecimentos de diferentes áreas dentro e fora da biologia, envolvendo o diálogo até mesmo com disciplinas como sociologia e economia.

Finalmente, segundo o discurso que caracteriza a categoria 5, o que torna a ecologia diferente é o fato dela ser a ciência que mais se preocupa com a preservação da vida e do meio ambiente, ou seja, é “O compromisso da ecologia com as questões ambientais – o seu viés ambientalista/preservacionista”.

Do total de 44 participantes que responderam à questão, 38,6% exibiram respostas pertencentes à categoria 1, 11,4% pertencentes à categoria 2, 11,4% pertencentes à categoria 3, 18,2% pertencentes à categoria 4 e 9,1% pertencentes à categoria 5 (o restante está situado entre as UCEs eliminadas).

Não houve nenhum caso de respondente presente em mais de uma categoria. Entretanto, é importante destacarmos a possibilidade de grande proximidade entre essas categorias, diferente das categorias obtidas na primeira questão do questionário VNEC, que se mostraram muito distintas e contrastantes. Por exemplo, a categoria 2 (“A metodologia diferenciada da ecologia”) parece muito próxima da categoria 1 (“A natureza holística do objeto de estudo da ecologia”) – a ecologia necessitaria de abordagens metodológicas específicas, mais qualitativas e focadas nas observações de campo, talvez justamente por lidar com fenômenos complexos influenciados por muitas variáveis ambientais locais e difíceis de investigar, por exemplo, em laboratório. Outro exemplo é a relação entre as categorias 3 (“A proximidade que a ecologia tem com a sociedade”) e 5 (“O compromisso da ecologia com as questões ambientais”), pois ambas parecem atreladas à ideia de que a ecologia é uma ciência voltada para questões de maior interesse para a sociedade – fenômenos que podem interferir no cotidiano e nas condições de vida das pessoas.

Com relação a essa segunda questão, observamos então que a maior parte dos professores acredita que o diferencial entre a ecologia e as outras ciências é a perspectiva holística que ela exige em seus estudos, é o “olhar” holístico que ela oferece para compreender a relação entre os seres vivos e os diversos fatores que fazem parte do meio ambiente – categoria 1 da Tabela 5. As outras categorias, presentes no discurso de um número menor de professores, apontaram como particularidades da ecologia: sua interdisciplinaridade; sua metodologia diferenciada; sua proximidade com a sociedade; e seu viés preservacionista. Embora nenhuma das categorias possa ser tomada como indicativo de visões completamente desinformadas sobre a ciência ecologia, elas oferecem pistas de algumas confusões que podem

limitar as visões dos professores. Entender, por exemplo, que a metodologia da ecologia é fortemente qualitativa e restrita às observações de campo, exigindo o contato direto com a natureza – categoria 2 –, representa uma visão limitada e um discurso que parece afastar a ecologia de grande parte das outras ciências.

A ideia de que a ecologia é uma “ciência mais palpável” para a sociedade por envolver fenômenos que fazem parte da realidade e do cotidiano de todos – categoria 3 –, também pode representar um posicionamento ingênuo, pois se pensarmos em determinados objetos de estudo da ecologia (como ecologia de populações, comunidades e ecossistemas, interações tróficas, pirâmides energéticas, fluxos de energia e matéria, diversidade genética, de espécies e ecossistêmica, sucessão ecológica, dentre outros) e no grau de teorização que eles exigem, é difícil afirmar que a ecologia é uma ciência mais “palpável” e menos abstrata do que outras disciplinas científicas, ou mais “próxima” da sociedade. Isso talvez seja válido se estivermos pensando em uma ecologia semelhante àquela defendida na categoria 5 – a ecologia como uma área voltada para a resolução dos problemas ambientais, para a defesa da vida e preservação da natureza.

Enquanto apenas 16% dos sujeitos com discurso em uma dessas categorias (categorias 1, 2, 3 e 5) são respondentes do grupo com menores escores na escala Likert (grupo 1), cerca de 60% provém do grupo com os maiores escores – grupo 3, aquele que também demonstrou concepções não-informadas nos itens fechados do questionário VNEC. Deste modo, esses discursos relativamente ingênuos identificados nas respostas dissertativas dos professores ajudam a explicar por que muitos deles não demonstraram outro desempenho nas questões fechadas, e ajudar a esclarecer alguns dos aspectos que estão restringindo sua compreensão sobre a ciência ecologia.

Com relação à terceira e última questão aberta do questionário VNEC, o Alceste obteve 82 UCEs, das quais 31 foram eliminadas e 51 foram categorizadas (aproveitamento de 62,2%) e divididas em três classes (28 UCEs na classe 1, 10 na classe 2 e 13 na classe 3). Exemplos de UCEs representativas de cada classe podem ser observados a seguir (Tabela 6).

Tabela 6. Exemplos de UCEs das três classes geradas pelo Alceste durante a análise lexical/computacional das respostas dissertativas para a questão III do questionário VNEC. As palavras sublinhadas são aquelas que mostraram associação mais forte com a classe.

Exemplos de UCEs	
Classe 1	UCE n° 29: “Ir a campo é <u>necessário</u> para a coleta de dados que são relevantes para boa parte das <u>pesquisas</u> em <u>ecologia</u> , como a contagem do tamanho das populações das <u>espécies</u> , a observação da distribuição das <u>espécies</u> , por exemplo, estudo de sucessão <u>ecológica</u> .”

	<p>UCE nº 31: “No-entanto, eles são <u>importantes</u> em algumas <u>pesquisas</u>, como as de taxa de crescimento populacional, com ou sem predador, com abundância ou falta de alimento, etc.”</p> <p>UCE nº 43: “Creio que <u>experimentação</u> seja uma parte complementar ao trabalho do <u>ecólogo</u>, talvez não sendo contemplada na maioria das <u>pesquisas</u>.”</p> <p>UCE nº 77: “Como percebo que a imensa maioria das <u>pesquisas</u> em <u>ecologia</u> são quantitativas, o tratamento estatístico e os softwares associados a essa análise é uma <u>importante</u> condição de legitimação de <u>pesquisa</u> dentro da área.”</p>
Classe 2	<p>UCE nº 14: “Atualmente a ecologia tem sido fortemente associada a <u>programas</u> computacionais e hipóteses de modelagem. A quantidade de variáveis possíveis e passíveis de serem utilizadas com <u>programas</u> computacionais pode oferecer maior consistência aos resultados a partir dos <u>dados coletados</u>.”</p> <p>UCE nº 26: “Apesar-de existirem, acho que poucos <u>ecólogos</u> coletam <u>dados</u> a partir de <u>programas</u> de computador. Acho que grande parte dos <u>ecólogos</u> coletam <u>dados</u> em campo, como, por exemplo, para verificar o efeito de borda em uma certa comunidade de plantas de uma mata.”</p> <p>UCE nº 33: “A maioria dos <u>ecólogos</u> retiram <u>dados</u> do campo, seja <u>observando</u>, coletando amostras, filmando. Podem utilizar <u>programas</u> de computador ou não para organizar e <u>analisar o dados</u>.”</p> <p>UCE nº 37: “Também penso que dependendo da variável <u>analisada</u>, é necessário o registro e <u>observação</u> em campo; penso isso também para a realização de experimentos, que não serão feitos se não forem necessários, mas não por incapacidade do profissional.”</p>
Classe 3	<p>UCE nº 25: “A <u>utilização</u> de programas de <u>computador</u> facilita a coleta de dados. O <u>registro</u> e a observação de <u>campo</u> é indispensável. <u>Experimentos</u> laboratoriais podem ajudar na coleta de dados.”</p> <p>UCE nº 41: “Acho que os ecólogos ainda realizam metodologias que exigem o trabalho de <u>campo</u>, talvez em alguns momentos realizando <u>experimentos</u> em <u>laboratórios</u> como complementação.”</p> <p>UCE nº 45: “A <u>utilização</u> de programas de <u>computador</u> é fundamental para a construção de modelos teóricos, simulações de comportamento populacional, entre outros. Os modelos criados são confrontados com dados, <u>observações</u> e <u>registros</u> de dados <u>obtidos</u> tanto em saída de <u>campo</u> como em <u>experimentos</u> em <u>laboratório</u>.”</p> <p>UCE nº 50: “Como a pesquisa em ecologia exige muita observação em <u>campo</u>, os <u>registros</u> consequentemente podem ser frutos dessa observação. Posteriormente, as informações são transferidas para um programa de <u>computador</u>.”</p>

Para a terceira questão, as classes geradas pela análise computacional não foram úteis para auxiliar a análise de conteúdo manual, pois a estrutura lexical das UCEs não se mostrou suficiente para diferenciar o discurso ou o tópico principal de cada classe. Na terceira questão, os participantes tiveram que opinar sobre o uso de algumas metodologias de pesquisa pelos ecólogos. Como é possível observar na Tabela 6, nas três classes formadas há UCEs discutindo tanto o trabalho de campo, quanto o trabalho em laboratório e o uso de programas de computador, sendo difícil distinguir essas classes.

Podemos notar que algumas UCEs, apesar de pertencentes a classes distintas,

mostram-se muito semelhantes, como por exemplo, a UCE nº 43 (“Creio que experimentação seja uma parte complementar ao trabalho do ecólogo, talvez não sendo contemplada na maioria das pesquisas”) e a UCE nº 41 (“Acho que os ecólogos ainda realizam metodologias que exigem o trabalho de campo, talvez em alguns momentos realizando experimentos em laboratórios como complementação”); ou a UCE nº 33 (“A maioria dos ecólogos retiram dados do campo, seja observando, coletando amostras, filmando. Podem utilizar programas de computador ou não para organizar e analisar o dados”) e a UCE nº 50 (“Como a pesquisa em ecologia exige muita observação em campo, os registros consequentemente podem ser frutos dessa observação. Posteriormente, as informações são transferidas para um programa de computador”); ou ainda a UCE nº 77 (“Como percebo que a imensa maioria das pesquisas em ecologia são quantitativas, o tratamento estatístico e os softwares associados a essa análise é uma importante condição de legitimação de pesquisa dentro da área”), a UCE nº 14 (“Atualmente a ecologia tem sido fortemente associada a programas computacionais e hipóteses de modelagem. A quantidade de variáveis possíveis e passíveis de serem utilizadas com programas computacionais pode oferecer maior consistência aos resultados a partir dos dados coletados”), e a UCE nº 45 (“A utilização de programas de computador é fundamental para a construção de modelos teóricos, simulações de comportamento populacional, entre outros”). Além disso, vemos UCEs que não revelam as metodologias sobre as quais os sujeitos estão discorrendo, como é o caso da UCE nº 31. Essa maior dificuldade na geração de classes distintas, com organização tópica melhor definida, pode ser consequência da amplitude da questão 3, já que se trata de uma questão muito ampla e aberta.

Em decorrência de todos esses aspectos, durante a análise de conteúdo clássica optamos, apenas nesse caso em especial, por não utilizar as UCEs como unidades de análise e, ao invés disso, usar as UCIs, ou seja, cada resposta dos sujeitos na íntegra. Como cada fragmento de resposta (UCE) privilegia a discussão de algum método na ecologia, tornou-se difícil criar categorias para essa questão analisando esses fragmentos isoladamente (como mostra a Tabela 6). É na comparação que os sujeitos fazem entre os diferentes métodos, quando comparam suas diferentes frequências de utilização pelos ecólogos e suas diferentes relevâncias na pesquisa, que podemos tirar algumas conclusões a respeito das visões desses respondentes sobre a metodologia da ecologia. Isso só foi possível analisando as respostas na íntegra. Deste modo, após esse processo de interpretação pelo pesquisador, foram propostas as seguintes categorias (Tabela 7):

Tabela 7. Exemplos de UCIs das duas categorias propostas pelo pesquisador após interpretação (análise de conteúdo manual) das respostas dissertativas para a questão III do questionário VNEC. Diferentemente do procedimento adotado para as outras questões, neste caso foram utilizadas as UCIs (respostas dos participantes na íntegra) para a construção das categorias, e não as UCEs (fragmentos de resposta recortados pelo Alceste).

Exemplos de UCIs		
Categoria Metodologia da ecologia pautada quase exclusivamente no trabalho de campo	1.	<p>UCI 06: “É necessária a observação dos fatos em seus locais de atuação para ter respostas concretas.”</p> <p>UCI 13: “Coletar dados pelo computador é possível, mas nem todos fazem dessa forma. A coleta de dados em campo sempre é o método mais indicado. Alguns experimentos não precisam ser realizados em laboratório.”</p> <p>UCI 31: “Eu acredito que a maioria dos ecólogos utiliza programas de computadores porque eles são mais precisos e rápidos. A coleta de dados através-de registros e observações em campo é uma obrigação para todo bom pesquisador. Creio que-nem todos fazem teste em laboratório por se tornar inviável, sendo necessário apenas experimentos de campo.”</p> <p>UCI 34: “A maioria dos ecólogos usam programas de computador para analisar os dados coletados, para quantificar os dados, pois facilita a compilação de dados. A maioria dos ecólogos coletam dados em campo, pois é in_loco que-se tem a possibilidade de observar e registrar o-que está sendo pesquisado. A maioria dos ecólogos usam os experimentos em laboratório para analisar ou concluir o-que foi recolhido durante as coletas de campo.”</p> <p>UCI 36: “Como os ecólogos estudam as relações entre os seres_vivos e o meio_ambiente que habitam, é preciso estar em campo para otimizar sua coleta de dados, por-isso em sua maioria são feitas em campo e não em computadores e laboratórios, sendo que o computador serve para a coleta de dados iniciais e inserção de dados para atualização, e o laboratório serve para comprovação de teorias e hipóteses.”</p>
	2.	<p>UCI 05: “Dados coletados durante expedições em algum meio_ambiente podem ser tratados com programas estatísticos a-fim-de avaliar a correlação entre as variáveis estudadas matematicamente. Caso não haja um estudo de campo durante uma pesquisa em ecologia, provavelmente ela já utiliza de dados prévios obtidos em outras pesquisas, ou em outros casos, utiliza de alguma modelagem matemática que pode prever esses dados. Nem sempre os resultados são obtidos a partir de experimentos, visto-que já existem programas de modelagem que são capazes de prever os resultados. Além do mais, depende se a pergunta da pesquisa precisa de alguma experimentação para ser respondida.”</p> <p>UCI 08: “Atualmente a ecologia tem sido fortemente associada a programas computacionais e hipóteses de modelagem. A quantidade de variáveis possíveis e passíveis de serem utilizadas com programas computacionais pode oferecer maior consistência aos resultados a partir dos dados coletados. O campo é o principal ambiente de trabalho do ecólogo onde pode ser feita a observação ou a simulação de eventos naturais, por exemplo, experimentos controlados de regeneração de áreas pós_queimadas. Alguns experimentos podem ser reproduzidos em micro_escalas e em ambientes controlados em laboratório.”</p> <p>UCI 09: “Embora possa ter metodologias tomadas isoladamente, sem prejuízo para as pesquisas, a consorciação de diferentes formas de aquisição e tratamento de dados é desejável.”</p> <p>UCI 16: “Muitas pesquisas em ecologia usam modelagem matemática e ferramentas estatísticas na construção dos dados, o-que usualmente é feito com a ajuda de um computador, por exemplo pesquisas com corredores ecológicos ou previsões do impacto humano na Amazônia. Ir a campo é necessário para a</p>

coleta de dados que são relevantes para boa parte das pesquisas em ecologia, como a contagem do tamanho das populações das espécies, a observação da distribuição das espécies, por exemplo, estudo de sucessão ecológica. Experimentos em laboratório são menos utilizados na área da ecologia porque muitas vezes os organismos se comportam de maneira diferente no laboratório, o que faz com que os resultados obtidos nesses estudos possam não condizer com o que acontece na natureza. No entanto, eles são importantes em algumas pesquisas, como as de taxa de crescimento populacional, com ou sem predador, com abundância ou falta de alimento, etc., ou de relações ecológicas específicas, por exemplo, competição por nutrientes em plantas, etc.”

UCI 24: “A utilização de programas de computador é fundamental para a construção de modelos teóricos, simulações de comportamento populacional, entre outros. Os modelos criados são confrontados com dados, observações e registros de dados obtidos tanto em saída de campo como em experimentos em laboratório.”

Apenas três UCIs não puderam ser classificadas (Apêndice G). A categoria 1 foi chamada de “Metodologia da ecologia pautada quase que exclusivamente no trabalho de campo”. Nessa categoria, podemos observar uma visão mais restritiva sobre as metodologias utilizadas na ecologia. Em suas respostas os sujeitos não oferecem justificativas ou oferecem justificativas “rasas”, o que sugere falta de informação sobre o potencial e as formas de utilização de certas metodologias – eles distanciam e hierarquizam essas diferentes metodologias, adotando uma postura mais absolutista, apontando o trabalho de campo como o mais indicado e quase como obrigatório em qualquer circunstância, e classificando os outros métodos como menos adequados. Há uma visão limitada do potencial de cada método, por exemplo, achar que o computador serve apenas para compilação ou divulgação de dados. Há também uma visão limitada sobre a relação entre esses métodos, por exemplo, achar que o trabalho em laboratório só é possível e ou útil após o trabalho de campo, servindo apenas para comprovar as observações feitas em campo.

A categoria 2 recebeu o nome de “Necessidade da pluralidade de métodos na ecologia” e apresenta, portanto, visões mais informadas. Em suas justificativas os sujeitos aproximam essas diferentes metodologias e defendem a complementaridade existente entre elas, adotando uma postura mais relativista, entendendo que a pertinência e frequência de utilização de cada método dependem do objetivo particular de cada pesquisa, bem como do objeto investigado.

Do total de 41 participantes que responderam à questão, 51,2% exibiram respostas pertencentes à categoria 1, e 41,5% pertencentes à categoria 2 (o restante está situado entre as UCIs eliminadas). Obviamente não houve nenhum caso de respondente presente em ambas as categorias, uma vez que foram tomadas como unidades de análise as respostas na íntegra.

Desta maneira, a partir das respostas para a terceira questão aberta, é possível observar que cerca de metade dos professores superestimam o trabalho de campo nas pesquisas em ecologia, e acreditam que outras estratégias metodológicas são pouco ou jamais utilizadas pelos ecólogos – categoria 1 da Tabela 7. As justificativas para esses posicionamentos, quando presentes (em muitos casos estão ausentes), tendem a afirmar que o laboratório é utilizado apenas “para comprovar uma teoria” ou “comprovar as observações feitas no campo”, e que seu uso é menos recomendado porque “os resultados obtidos em laboratório podem não condizer com o que acontece de verdade na natureza”. Já o computador teria a função de apenas “analisar, quantificar, compilar os dados, dados também provenientes do trabalho de campo”. Logo, justificam que o trabalho de campo é sempre o método mais indicado porque a ecologia “requer a observação real dos fenômenos”, sendo “impossível uma pesquisa sem o contato direto com o ambiente, sem a coleta *in loco*”.

Esses são alguns indícios das visões limitadas dos professores. Não foram encontradas no discurso de nenhum desses professores (pertencentes à categoria 1), por exemplo, menções ao papel de ferramentas computacionais para subáreas muito proeminentes da ecologia moderna como modelagem ecológica, ecologia de paisagens, ecologia aplicada, ecologia teórica ou ecologia da conservação. Esses sujeitos parecem desconhecer estudos dessas áreas que utilizam, por exemplo, dados de sensoriamento remoto ou dados de estudos anteriores disponíveis na internet, e que nem sempre exigem excursões a campo. Quase 90% dos participantes presentes nessa categoria são do grupo 3 da análise de cluster da escala Likert do questionário VNEC.

Na outra categoria de respostas dissertativas – categoria 2 da Tabela 7 –, que apresenta um discurso mais atualizado e melhor embasado sobre a pluralidade de métodos utilizados pelos ecólogos, aproximadamente 70% dos respondentes estão entre aqueles que demonstraram concepções mais informadas (menores escores) nas questões fechadas sobre a ciência ecologia (grupos 1 e 2). Portanto, novamente podemos notar uma correspondência entre o desempenho dos participantes nas questões abertas e o desempenho nas questões fechadas.

Para a primeira questão aberta do questionário VEEC – Visões sobre o Ensino de Ecologia, o Alceste obteve 103 UCEs, das quais 52 foram eliminadas e 51 foram categorizadas (aproveitamento de apenas 49,5% do *corpus*) e divididas em três classes (16 UCEs na classe 1, 20 na classe 2, e 15 na classe 3). Exemplos de UCEs representativas de cada classe podem ser observados a seguir (Tabela 8).

Tabela 8. Exemplos de UCEs das três classes geradas pelo Alceste durante a análise lexical/computacional das respostas dissertativas para a questão I do questionário VEEC. As palavras sublinhadas são aquelas que mostraram associação mais forte com a classe.

Exemplos de UCEs	
Classe 1	<p>UCE nº 22: “Para terem condições de pensar estratégias menos agressivas de <u>relação</u> com a <u>natureza</u>.”</p> <p>UCE nº 31: “Para melhorarem, preservarem, sustentarem a <u>relação</u> <u>homem</u>, <u>seres vivos</u>, <u>meio ambiente</u>. Acredito que o ensino de ecologia favorece exponencialmente a capacidade do aluno em se tornar um cidadão <u>crítico</u>, <u>capaz</u> de <u>respeitar</u> a <u>natureza</u> e os <u>seres vivos</u>.”</p> <p>UCE nº 69: “O aluno que compreende a dinâmica de interação e equilíbrio entre os <u>seres vivos</u> e o próprio <u>homem</u> com os fatores abióticos é <u>capaz</u> de <u>respeitar</u> mais a <u>natureza</u>.”</p>
Classe 2	<p>UCE nº 37: “O <u>conhecimento</u> da ecologia é indispensável para o posicionamento e tomada de decisões bem informadas frente às questões <u>socioambientais</u>.”</p> <p>UCE nº 58: “Primeiro para elaborar representações dos fenômenos <u>naturais</u>, elaborando explicações sobre seu entorno.”</p> <p>UCE nº 85: “É um <u>tema</u> recorrente no planeta, que está em contato com os alunos a todo momento. Muitos deles vivenciam diversos desses <u>conceitos</u> em seu cotidiano.”</p> <p>UCE nº 87: “Para relacionar e aplicar os <u>conhecimentos</u> e <u>conceitos</u> adquiridos no seu <u>dia a dia</u>, melhorando assim suas relações tanto com outros <u>seres vivos</u> como com o <u>meio ambiente</u> que habita.”</p>
Classe 3	<p>UCE nº 02: “A <u>ecologia</u> é mais fácil, pois os <u>exemplos</u> podem ser obtidos com as experiências dos alunos.”</p> <p>UCE nº 45: “É fundamental compreender <u>ecologia</u> para o ensino de biologia fazer sentido ao aluno.”</p> <p>UCE nº 48: “Assim, o ensino efetivo de <u>ecologia</u> pode transformar a sociedade em-geral, a-fim-de criar uma consciência coletiva que melhore nossa relação com o <u>ambiente</u>, a-qual está se tornando bastante <u>crítica</u> e conflituosa.”</p> <p>UCE nº 74: “A partir deste entendimento, o ensino de <u>ecologia</u> ajuda a <u>formar</u> cidadãos reflexivos, que podem compreender o <u>mundo</u> à sua <u>volta</u> de maneira <u>crítica</u>, podendo nele agir e promover as mudanças que-se fazem necessárias.”</p>

Enquanto a classe 1 apresentou um discurso mais específico – a crença de que a contribuição central do ensino de ecologia é melhorar a relação dos alunos com o meio ambiente, ensinando-os a respeitar a natureza –, as classes 2 e 3 apresentaram um discurso mais plural, dificultando sua interpretação. Nas classes 2 e 3, vários tópicos de discussão podem ser identificados, descrevendo o ensino de ecologia como sendo relevante por: i) preparar os alunos para se posicionar e agir na sociedade (UCEs nº 37 e nº 74); ii) ampliar os conhecimentos científicos dos alunos (UCEs nº 58 e nº 45); iii) lidar com fenômenos que fazem parte das experiências cotidianas dos estudantes (UCEs nº 85 e nº 02); iv) melhorar a relação que os estudantes têm com o meio ambiente (UCEs nº 87 e nº 48). Esse último tópico

mostra-se muito relacionado ao conteúdo temático da classe 1. Diante da dificuldade de distinguir as classes 2 e 3 em função da pluralidade temática presente em ambas, vimos a necessidade de, por meio da análise manual de conteúdo, reclassificar diversas UCEs e redistribuí-las em novos agrupamentos (Tabela 9).

Tabela 9. Exemplos de UCEs das quatro categorias propostas pelo pesquisador após interpretação (análise de conteúdo manual) das respostas dissertativas para a questão I do questionário VEEC. As UCEs marcadas com um asterisco são exemplos de unidades eliminadas pelo Alceste, mas categorizadas pelo pesquisador. As UCEs marcadas com dois asteriscos são exemplos de unidades apontadas pelo Alceste como pertencentes à classe 2 ou 3, mas que mostraram maior associação semântica com a classe 1 (formando a categoria 1), ou unidades enquadradas pelo *software* na classe 1, mas que foram transferidas manualmente para outras categorias.

Exemplos de UCEs	
Categoria 1. Ensino de ecologia voltado para uma educação ambiental	**UCE n° 06: “Acredito que a ecologia se relaciona diferentemente com a educação_ambiental, e a partir dela e com ela, a educação_ambiental pode ser feita e pensada.”
	*UCE n° 09 e *UCE n° 10: “Em termos bem gerais, a ecologia possibilita um estudo e reflexão sobre a inserção do homem em seu ambiente junto com as demais formas_de_vida do planeta, destacando suas responsabilidades frente a esse ambiente, bem-como sobre estratégias de explorar seus recursos de forma sustentável.”
	UCE n° 27: “Pois tudo o-que causamos ao planeta nos afeta mais cedo ou mais tarde a partir da deterioração que vem sendo causada nos últimos séculos, o-que vem tornando nossa vida em relação a ele cada vez mais comprometedora.”
	UCE n° 31: “Para melhorarem, preservarem, sustentarem a relação homem, seres_vivos, meio_ambiente. Acredito que o ensino de ecologia favorece exponencialmente a capacidade do aluno em se tornar um cidadão crítico, capaz de respeitar a natureza e os seres_vivos.”
	**UCE n° 48: “Assim, o ensino efetivo de ecologia pode transformar a sociedade em-geral, a-fim-de criar um consciência coletiva que melhore nossa relação com o ambiente, a-qual está se tornando bastante crítica e conflituosa.”
Categoria 2. Ensino de ecologia voltado para ampliação de conhecimentos sobre fenômenos naturais e habilidades do fazer científico	UCE n° 12: “Por consequência, também é um ensino que permite explorar bem o método_científico de pesquisa de campo, aproximando mais os alunos com o-que-é pesquisar.”
	*UCE n° 18 e *UCE n° 19: “O aluno deverá apresentar domínio de conteúdos prévios, terá que saber formular hipóteses, terá que ser um bom observador e leitor críticos de dados ou de algum cenário_ecológico proposto. Mas o ensino é desfavorecido quando a ecologia é tratada como o ramo da ciência dos amigos da natureza.”
	UCE n° 37 e *UCE n° 38: “A ecologia é um campo rico para despertar e aguçar nos alunos a curiosidade e o encantamento pelo mundo. A ecologia permite um aprofundamento considerável nas questões relativas à natureza_da_ciência. Na ecologia escolar é mais fácil trabalhar o levantamento de hipóteses e a interpretação de dados, e fica mais claro para os alunos que as teorias e modelos_científicos são resultado de interpretação, e não de observações puras e neutras da realidade.”
	UCE n° 58: “Primeiro para elaborar representações dos fenômenos_naturais, elaborando explicações sobre seu entorno.”
	UCE n° 99 e UCE n° 103: “Primeiro, pois é uma área consagrada da biologia e, assim-como todas demais áreas, os alunos têm o direito de conhecer a

natureza_desse_conhecimento enquanto um dos aspectos da cultura humana. Portanto, aprender ecologia é aprender uma das formas de como a biologia lida com a incerteza do conhecimento.”

Categoria 3. Ensino de ecologia voltado para o cotidiano dos alunos

UCE nº 02: “A ecologia é mais fácil, pois os exemplos podem ser obtidos com as experiências dos alunos.”

*UCE nº 50: “Por exemplo, ao trabalhar temas socioambientais como clima e problemas urbanos, os alunos geralmente tornam a aula muito mais dialogada do que-se comparada a aulas de genética ou zoologia.”

UCE nº 56: “Acredito que a ecologia seja uma disciplina agradável para se aprender, como por exemplo, cadeia_alimentar, pois além-de ser interessante, faz parte dos acontecimentos que estão à nossa volta.”

UCE nº 85: “É um tema recorrente no planeta, que está em contato com os alunos a todo momento. Muitos deles vivenciam diversos desses conceitos em seu cotidiano.”

UCE nº 88: “A ecologia é uma forma de ensinar um pouco de biologia de maneira diferenciada aos alunos, sendo os temas abordados mais próximos da realidade dos alunos.”

Categoria 4. Ensino de ecologia voltado para o desenvolvimento de competências gerais

UCE nº 04: “Os alunos devem aprender ecologia para ter um repertório de mundo maior e assim se relacionar com o mundo de forma crítica e reflexiva.”

*UCE nº 11: “Se a ecologia é o estudo do meio_ambiente e os seres_vivos e, assim, da relação entre eles, então o ensino da ecologia é importante para desenvolver o senso_político e senso_ambiental em nossos alunos.”

**UCE nº 52: “Para compreenderem as relações socioambientais, terem pensamento crítico a respeito, podendo tomar decisões e participar ativamente nos processos cotidianos relacionados às questões ambientais, políticas, profissionais.”

UCE nº 58: “Depois, para participar e agir em sociedade em relação às discussões socioambientais.”

UCE nº 74: “A partir deste entendimento, o ensino de ecologia ajuda a formar cidadãos reflexivos, que podem compreender o mundo à sua volta de maneira crítica, podendo nele agir e promover as mudanças que-se fazem necessárias.”

Apenas 10 UCEs não puderam ser enquadradas em uma dessas categorias – algumas já tinham sido eliminadas pelo Alceste, e outras foram classificadas inicialmente pelo *software*, mas depois descartadas pelo pesquisador (Apêndice G). Segundo a categoria 1 – “Ensino de ecologia voltado para uma educação ambiental” –, o que torna a ecologia especial em relação a outras disciplinas escolares e o que justifica seu ensino é o fato dela promover uma conscientização dos alunos sobre a necessidade de preservação do meio ambiente. Nesse sentido, a ecologia escolar oportuniza discussões centradas no papel do “homem” frente à natureza e uma compreensão de que tudo na natureza está interligado e que, portanto, a sobrevivência da espécie humana depende da manutenção dos recursos naturais. Logo, os

alunos devem aprender ecologia para desenvolverem novos valores e novos hábitos, visando a uma relação mais harmônica, respeitosa, cuidadosa, sustentável com o meio ambiente.

Por outro lado, de acordo com a categoria 2 – “Ensino de ecologia voltado para ampliação de conhecimentos sobre fenômenos naturais e habilidades do fazer científico” –, o diferencial e a relevância do ensino de ecologia decorrem da capacidade de promover uma ampliação do repertório dos alunos para compreender e representar o mundo à sua volta. O aluno tem a oportunidade de acessar diversos conhecimentos produzidos por esse campo e de se aproximar do modo como essa disciplina, em particular, produz esses conhecimentos. O aluno pode entender a maneira como a ecologia formula hipóteses, coleta e analisa dados; como ela soluciona problemas e responde questões de pesquisa; como formula modelos explicativos para interpretar a realidade. Logo, de acordo com essa categoria, os alunos devem aprender ecologia para vivenciar aspectos do fazer científico que caracterizam essa disciplina – para ter acesso a formas particulares de entender o mundo que a ecologia permite.

O discurso presente na categoria 3 – “Ensino de ecologia voltado para o cotidiano dos alunos” –, a ecologia escolar é destacada por lidar com temas que estão mais próximos da vida e da realidade dos alunos, com conteúdos que são menos abstratos para os estudantes e, portanto, mais interessantes e mais fáceis de ensinar.

Finalmente, de acordo com a categoria 4 – “Ensino de ecologia voltado para o desenvolvimento de competências gerais” –, o ensino de ecologia é necessário porque contribui com objetivos genéricos da educação, por exemplo, a formação de cidadãos críticos, politizados, e capazes de atuar efetivamente em sociedade.

Do total de 46 participantes que responderam à questão, 47,8% exibiram respostas pertencentes à categoria 1, 41,3% pertencentes à categoria 2, 17,4% pertencentes à categoria 3, e 26,1% pertencentes à categoria 4. Apenas 6,5% não tiveram suas respostas categorizadas. Diferente das questões anteriores, tivemos vários casos de respondentes presentes em mais de uma categoria (34,8% dos casos). Essa sobreposição foi observada principalmente entre a categoria 1 e a categoria 3 (62,5% dos sujeitos presentes na categoria 3 também tiveram UCEs enquadradas na categoria 1), e entre a categoria 2 e a categoria 4 (50% dos sujeitos presentes na categoria 4 também tiveram UCEs classificadas na categoria 2), o que sugere uma grande proximidade entre essas categorias.

Assim, parece haver uma maior proximidade entre o discurso que compreende o ensino de ecologia como voltado para uma educação ambiental e o discurso que destaca o potencial da ecologia escolar para abordar questões que fazem parte da realidade e do dia a dia

dos alunos. Em ambas as categorias podemos observar a visão de um ensino de ecologia mais voltado para discussões de cunho ambiental ou socioambiental.

Por outro lado, parecem mais próximos o discurso que defende a importância da ecologia para ensinar habilidades específicas do fazer científico e o discurso que defende o desenvolvimento de competências gerais nos alunos como autonomia e pensamento crítico. Essas categorias, por sua vez, denotam uma perspectiva de ensino mais voltada para a aprendizagem de conteúdos científicos do que para a sensibilização ou conscientização ambiental dos alunos.

Então, para a primeira questão aberta do questionário VEEC, questão sobre os objetivos de ensinar ecologia, podemos considerar que os professores estão divididos em dois grupos. Vemos um grupo que defende um ensino de ecologia cujos objetivos estariam mais alinhados com o que podemos chamar de alfabetização científica dos estudantes (embora os respondentes não usem essa expressão) – categorias 1 e 3 da Tabela 9 –, e outro que concebe objetivos que parecem confundir ensino de ecologia com educação ambiental – categorias 2 e 4 da Tabela 9.

Novamente observa-se no discurso de muitos professores um apelo à grande proximidade que a disciplina de ecologia em particular teria com a sociedade e com o “universo” / o cotidiano dos alunos. Os conteúdos a serem ensinados são tidos como mais acessíveis e concretos para os estudantes e, por esse motivo, mais fáceis de trabalhar do que outros conteúdos da biologia. Como já discutido, essa é uma visão que parece desconsiderar uma boa parte dos conhecimentos científicos atualmente produzidos pela ecologia – conhecimentos que envolvem teorias, modelos (incluindo modelos matemáticos), abstrações, generalizações e fenômenos tão distantes da realidade dos alunos como quaisquer outros pertencentes às demais disciplinas científicas. Isso nos leva a pensar que, quando os respondentes falam das facilidades de ensinar temas “tão presentes no cotidiano”, temas que são “intuitivos” para os alunos, eles não falam dessa ciência ecologia, repleta de conteúdos complexos e abstratos como qualquer outra ciência, mas se referem a uma “outra ecologia”, mais voltada provavelmente para a discussão de questões socioambientais.

A proporção de sujeitos do grupo 3 da análise de cluster presentes nessas categorias de discurso que parecem confundir ecologia e educação ambiental (categorias 1 e/ou 3) é quatro vezes maior do que a proporção de sujeitos do grupo 3 encontrados nas categorias (2 e/ou 4) que delimitam melhor os objetivos do ensino de ecologia. O contrário ocorre para os respondentes do grupo 1 da análise de cluster.

Para a segunda questão aberta do questionário VEEC, o Alceste obteve 57 UCEs, das quais 16 foram eliminadas e 41 foram categorizadas (aproveitamento de 71,9% do *corpus*) e divididas em três classes (14 UCEs na classe 1, 10 na classe 2, e 17 na classe 3). Exemplos de UCEs representativas de cada classe podem ser observados a seguir (Tabela 10).

Tabela 10. Exemplos de UCEs das três classes geradas pelo Alceste durante a análise lexical/computacional das respostas dissertativas para a questão II do questionário VEEC. As palavras sublinhadas são aquelas que mostraram associação mais forte com a classe.

Exemplos de UCEs	
Classe 1	<p>UCE nº 12: “A <u>falta</u> de conscientização por parte dos <u>alunos</u>, assim-como da própria população que não encara os danos que causa ao meio_ambiente no dia_a_dia da vida e não se preocupa.”</p> <p>UCE nº 22: “A falta de conceitos básicos, vivências e <u>interesse</u> dos <u>alunos</u>.”</p> <p>UCE nº 44: “A idade dos <u>alunos</u>, pois alguns são imaturos para alguns aspectos da disciplina.”</p>
Classe 2	<p>UCE nº 02: “<u>Aulas</u> de <u>campo</u>; dificuldade em sair da <u>sala_de_aula</u>, seja por processo burocrático, logístico ou financeiro.”</p> <p>UCE nº 28: “Falta de <u>aulas</u> de <u>campo</u>, pois é muito mais fácil compreender assuntos em-que podemos visualizar o-que-é ensinado em <u>sala_de_aula</u>.”</p> <p>UCE nº 45: “A falta de <u>saída</u> de <u>campo</u>, de <u>aulas</u> em espaços fora da <u>sala_de_aula</u> e falta de recursos em laboratórios de ensino_fundamental e ensino_médio.”</p>
Classe 3	<p>UCE nº 05: “No meu caso, minha formação na área foi cientificista demais, tornando <u>difícil</u> me adequar para conseguir transmitir os conhecimentos do tema aos alunos de maneira mais simples e que eles consigam fazer inter_relações entre o-que observam e o-que aprendem na escola.”</p> <p>UCE nº 06: “As maiores <u>dificuldades</u> no ambiente_escolar em-que eu exerço minha profissão são a inexistência de conceitos prévios necessários, pois é preciso voltar muito o assunto para-que o aluno compreenda.”</p> <p>UCE nº 07: “É claro que existem outros problemas secundários, como as <u>dificuldades</u> burocráticas para realizar uma pesquisa de campo, e experimentos em <u>sala_de_aula</u>.”</p> <p>UCE nº 42: “Acredito que o <u>ensino</u> de <u>ecologia</u> deve partir da realidade do aluno, da contextualização. Então, o-que considero mais <u>difícil</u> é <u>ensinar</u> conteúdos que não estabeleçam de maneira clara essa contextualização.”</p> <p>UCE nº 43: “A falta de compreensão sobre o-que-é <u>ecologia</u>, pois muitas vezes <u>ecologia</u> é tratada como sinônimo de sustentabilidade ou preservação.”</p> <p>UCE nº 47 e UCE nº 48: “A grande <u>dificuldade</u> é que o sistema_educacional em-que estamos inseridos apresenta uma quantidade reduzida de aulas tanto de ciências, como de biologia; e com tantos conceitos a serem trabalhados fica <u>difícil</u> aprofundar em um ponto específico da disciplina.”</p>

Os resultados do Alceste contribuíram para a análise das respostas dos professores ao sugerirem pelo menos duas categorias bem específicas – a classe 1, que aponta a falta de preparo dos alunos como um dos principais obstáculos para o ensino de ecologia, e a classe 2,

que considera a falta de aulas de campo uma das principais dificuldades. Já a classe 3 apresenta-se muito ampla – ela é marcada por palavras genéricas (sublinhadas nas UCEs da Tabela 10) que, por si só, não revelam o que os respondentes elencam como sendo as dificuldades do ensino de ecologia. Se analisada para além do conteúdo lexical, então é possível perceber que conteúdos temáticos bem distintos acabaram sendo agrupados pelo Alceste nessa classe 3, pois diferentes obstáculos ao ensino de ecologia são mencionados pelos professores: i) falta de preparo do professor – UCE nº 05; ii) falta de conhecimentos básicos por parte dos alunos – UCE nº 06, com tema muito similar ao da classe 1; iii) impossibilidade de realizar saídas de campo – UCE nº 07, com tema muito similar ao da classe 2; iv) complexidade de alguns conteúdos da ecologia a serem ensinados – UCE nº 42; v) falta de compreensão sobre o que é o ensino de ecologia – UCE nº 43; vi) pouco tempo para cumprir um currículo muito extenso – UCEs nº 47 e nº 48.

Utilizando esse ensaio inicial de classificação, prosseguimos para a análise de conteúdo manual, na tentativa de categorizar também a parte do *corpus* descartada pelo Alceste e de reorganizar principalmente a classe 3 gerada pelo *software*, redirecionando as UCEs dessa classe para as classes 1 e 2 ou para novas categorias.

Após o processo de categorização manual, apenas cinco UCEs foram eliminadas – uma UCE que já tinha sido eliminada pelo Alceste, e quatro UCEs que foram classificadas inicialmente pelo programa, mas depois descartadas pelo pesquisador (Apêndice G). Após o processo de interpretação pelo pesquisador, as categorias foram nomeadas (Tabela 11).

Tabela 11. Exemplos de UCEs das seis categorias propostas pelo pesquisador após análise de conteúdo manual das respostas dissertativas para a questão II do questionário VEEC. As UCEs marcadas com um asterisco são exemplos de unidades eliminadas pelo Alceste, mas classificadas pelo pesquisador. As UCEs marcadas com dois asteriscos são exemplos de unidades enquadradas pelo *software* na classe 1, 2 ou 3, mas que foram transferidas para outras categorias de acordo com a interpretação do pesquisador.

Exemplos de UCEs	
Categoria	1.
Despreparo dos alunos para aprender ecologia	<p>**UCE nº 06 e **UCE nº 07: “As maiores dificuldades no ambiente_escolar em-que eu exerço minha profissão são a inexistência de conceitos prévios necessários, pois é preciso voltar muito o assunto para-que o aluno compreenda; e o desenvolvimento do senso_político e senso_ambiental dos alunos também é difícil atualmente.”</p> <p>*UCE nº 21: “Os conceitos prévios trazidos pela ideia que ecológico é o-que não polui ou o-que não causa danos à natureza, além dos conhecimentos em geografia, química e matemática que às vezes não estão presentes.”</p> <p>UCE nº 22: “A falta de conceitos básicos, vivências e interesse dos alunos.”</p> <p>UCE nº 25: “Transformar o senso_comum das concepções prévias dos alunos em senso_crítico e senso_científico, juntamente com a mentalidade antropocêntrica e questões religiosas.”</p>

		<p>**UCE nº 36: “A visão arraigada de uma ciência positivista também atrapalha as aulas de ecologia, pois os alunos parecem querer respostas fechadas e completamente certas e têm dificuldade em entender e adquirir habilidades e competências de uma natureza_da_ciência não_positivista.”</p>
<p>Categoria 2. Ausência de aulas práticas em campo e ou em laboratório</p>	<p>2.</p>	<p>UCE nº 02: “Aulas de campo; dificuldade em sair da sala_de_aula, seja por processo burocrático, logístico ou financeiro.”</p> <p>UCE nº 28: “Falta de aulas de campo, pois é muito mais fácil compreender assuntos em-que podemos visualizar o-que-é ensinado em sala_de_aula.”</p> <p>**UCE nº 32 e **UCE nº 33: “A falta de recursos na escola pode ser um grande fator gerador de dificuldade. Tendo em vista que o ideal é colocar os alunos na posição de ecólogos, é necessário que a escola disponibilize recursos para a criação de terrários para a observação de insetos, tenha uma área verde em-que os alunos possam realizar observações e experimentos em pequenos ecossistemas e tenha recursos tecnológicos à disposição dos alunos para aulas com simuladores.”</p> <p>UCE nº 50: “As aulas especificamente em sala_de_aula tornam-se menos produtivas do que em ambientes específicos como visitas ao zoológico, áreas_ambientais, etc.”</p> <p>UCE nº 51 e UCE nº 52: “A saída de campo para mim é a maior dificuldade; na escola_pública, não há como fazermos observações de biomas. As aulas laboratoriais também são comprometidas; não temos um laboratório e também, muitas vezes, temos que comprar reagentes do próprio bolso.”</p>
<p>Categoria Despreparo do professor para ensinar ecologia</p>	<p>3.</p>	<p>**UCE nº 05: “No meu caso, minha formação na área foi cientificista demais, tornando difícil me adequar para conseguir transmitir os conhecimentos do tema aos alunos de maneira mais simples e que eles consigam fazer inter_relacões entre o-que observam e o-que aprendem na escola.”</p> <p>UCE nº 14: “Acredito que faltam problematizações por parte dos professores, tais como indagações de um ambiente, estudos de caso.”</p> <p>**UCE nº 38: “A principal dificuldade é o foco da educação centrada na memorização dos conceitos para certificação sem significação para o aluno.”</p> <p>**UCE nº 44: “Falta de capacitação do professor para atuar em práticas relacionadas a essa disciplina.”</p> <p>**UCE nº 56 e **UCE nº 57: “Desatrelamento entre formação do núcleo básico com o núcleo das licenciaturas durante a graduação, pois aspectos da natureza_dessa_área não são abordados numa perspectiva nem epistemológica nem de transposição_didática. Falta domínio teórico e fundamental do professor em estatística para se aproximar do modo de produção de conhecimento na área. Incerteza acadêmica e educacional do potencial de ensino de estudos de campo, apesar da convicção pessoal das contribuições dessas saídas em relação a aspectos positivos referentes ao contato com a natureza.”</p>
<p>Categoria Complexidade dos conteúdos ecológicos</p>	<p>4.</p>	<p>**UCE nº 16: “Ensino de conceitos que são difíceis para compreensão dos alunos.”</p> <p>**UCE nº 30: “Superar a própria fragmentação do ensino de biologia. A ecologia demanda uma rica interação entre conceitos de diferentes áreas.”</p> <p>UCE nº 35: “Uma grande dificuldade do ensino de ecologia é a abstração necessária ao entendimento de certos conceitos_ecológicos.”</p> <p>**UCE nº 42: “Acredito que o ensino de ecologia deve partir da realidade do</p>

aluno, da contextualização. Então, o-que considero mais difícil é ensinar conteúdos que não estabeleçam de maneira clara essa contextualização. Por exemplo, para meu público_alvo é muito mais pertinente ensinar sobre problemas de preservação_ambiental do que sobre dinâmica de populações, que parece ser mais distante da realidade dele.”

Categoria 5. Pressão do tempo e do currículo escolares

*UCE nº 09: “Pouco tempo de aula.”

**UCE nº 31: “Acredito que os currículos fechados e segmentados, a individualidade e rotinização possam ser prejudiciais ao processo de ensino e aprendizagem como um todo, não apenas da ecologia.”

**UCE nº 47 e **UCE nº 48: “A grande dificuldade é que o sistema_educacional em-que estamos inseridos apresenta uma quantidade reduzida de aulas tanto de ciências, como de biologia, e com tantos conceitos a serem trabalhados fica difícil aprofundar em um ponto específico da disciplina.”

**UCE nº 55: “Grade curricular muito extensa e a necessidade de cumprir a programação. Devido à falta de tempo, os temas passam a ser abordados de modo superficial.”

Categoria 6. Confusões sobre o ensino de ecologia

*UCE nº 08: “A ideia frequente de-que meio_ambiente é sinônimo de área_natural.”

**UCE nº 43: “A falta de compreensão sobre o-que-é ecologia, pois muitas vezes ecologia é tratada como sinônimo de sustentabilidade ou preservação.”

*UCE nº 49: “A confusão que é feita em relação às questões socioambientais.”

**UCE nº 54: “A verdadeira compreensão dos fenômenos da natureza, conseguindo sair do senso_comum, e adquirindo posicionamento crítico frente aos temas tratados em ecologia.”

Na categoria 1 os professores destacam como principal obstáculo ao ensino de ecologia o “Despreparo dos alunos para aprender ecologia”. A discussão está centrada na figura do aluno – são os alunos que não conseguem aprender, seja pela falta de interesse e maturidade, pela falta de conhecimentos básicos ou pela incapacidade de abandonarem suas concepções espontâneas de senso comum e desenvolverem um pensamento científico mais reflexivo e crítico.

Na categoria 2 o cerne da discussão é a “Ausência de aulas práticas em campo e/ou em laboratório”. O principal problema seria a falta de recursos financeiros e/ou logísticos para realizar saídas de campo com os alunos e/ou práticas em laboratório. Essas atividades fora da sala de aula, realizadas em laboratório ou em espaços não formais de ensino como museus, parques florestais e zoológicos, são vistas como garantias de um ensino de maior qualidade, como condições necessárias para aprender ecologia.

A categoria 3 propõe que as dificuldades decorrem não da incapacidade dos alunos de aprender (como discorre a categoria 1), mas do “Despreparo do professor para ensinar

ecologia”. Aqui o discurso está centrado na figura do professor – são os professores que têm dificuldade de promover um ensino que garanta a aprendizagem. Essa dificuldade pode ser consequência de uma formação profissional insuficiente, incapaz de prepará-los para superar práticas pedagógicas tradicionais como a mera transmissão e memorização de conceitos, e desenvolver abordagens de ensino mais adequadas em termos de epistemologia e didática da ecologia.

De acordo com a categoria 4, ensinar ecologia é difícil por conta da própria “Complexidade dos conteúdos ecológicos”, já que determinados conhecimentos são difíceis de compreender por exigirem uma articulação com outros conceitos de outras áreas, ou por serem muito abstratos e distantes da realidade dos alunos.

Na categoria 5 a “Pressão do tempo e do currículo escolares” é destacada como um obstáculo – o ensino de ecologia é visto como difícil por ter que dar conta de cumprir um currículo que é muito extenso e engessado, em um tempo que é muito curto e insuficiente.

Por fim, a categoria 6 defende que as dificuldades ocorrem quando há “Confusões sobre o ensino de ecologia”, ou seja, quando não estão claros quais são seus objetivos e objetos de estudo – por exemplo, quando a ecologia escolar passa a ser confundida com qualquer coisa que diz respeito ao meio ambiente.

Do total de 45 participantes que responderam à questão, 33,3% exibiram respostas pertencentes à categoria 1, 31,1% pertencentes à categoria 2, 17,8% pertencentes à categoria 3, 11,1% pertencentes à categoria 4, 11,1% pertencentes à categoria 5, e 11,1% pertencentes à categoria 6 (apenas 4,4% não tiveram suas respostas categorizadas). Tivemos poucos casos de respondentes presentes em mais de uma categoria (apenas 13,3% dos casos) e essa sobreposição não esteve concentrada em nenhum par de categorias em especial.

Desta maneira, para a última questão aberta, questão sobre as principais dificuldades para ensinar ecologia, podemos observar que a maioria dos professores culpabiliza os alunos, a falta de recursos da escola ou a falta de tempo pelos problemas do ensino de ecologia (categorias que somam cerca de 65% do total de participantes).

O principal obstáculo apontado por esses professores é a dificuldade dos alunos em aprender ecologia, principalmente por conta de não possuírem conhecimentos prévios e maturidade intelectual necessários para compreender os conteúdos dessa disciplina. Deste modo, a ecologia parece ser vista como dependente de muitos pré-requisitos, e seus conteúdos só deveriam ser trabalhados após os alunos dominarem uma série de outros conceitos da biologia. Esse é um posicionamento que denota uma visão mais tradicional de ensino, em

defesa de um currículo mais fragmentado e linearizado, e não uma visão mais atual que defende a ecologia como “ponto de partida” ou eixo integrador dos conteúdos biológicos. Essa perspectiva de um currículo mais tradicional também parece estar presente no discurso dos professores que alegam falta de tempo para dar conta de cumprir todos os conteúdos planejados para o ensino de ecologia.

Muitos professores também alegam que a falta de recursos para a realização de saídas de campo com os alunos é um fator crucial para um ensino de ecologia de qualidade. Assim, é interessante destacar que, além da valorização excessiva do trabalho de campo na atividade dos ecólogos profissionais, há uma intensa valorização desse trabalho também no contexto educacional, e já mencionamos que isso pode representar uma visão limitada da ecologia.

Menos de 30% dos respondentes não apelaram para uma dessas justificativas, apresentando visões mais maduras – visões, por exemplo, que assumem o professor (e não o aluno) como o principal responsável pelo sucesso ou fracasso com os conteúdos escolares, ou reconhecem que esses conteúdos são difíceis em função da própria complexidade da ecologia ou, ainda, que o ensino de ecologia é prejudicado quando seus objetivos e objetos de estudo não estão claros e bem delimitados. São posicionamentos que justamente discordam de algumas visões ingênuas verificadas em outras questões dissertativas – por exemplo, a visão ingênua de que a ecologia é mais fácil de ser ensinada por envolver conteúdos menos complexos e mais próximos da realidade dos alunos, ou de que os objetivos da ecologia não se separam, por exemplo, dos objetivos de uma educação ambiental.

A proporção de sujeitos do grupo 3 da análise de cluster presentes nessas categorias de discurso que apresentam visões limitadas (categorias 1, 2 ou 5) é três vezes maior do que a proporção de sujeitos do grupo 3 encontrados nas outras categorias, aquelas as quais apresentam visões mais críticas sobre os obstáculos para o ensino de ecologia.

Deste modo, sintetizando todos os resultados obtidos a partir da categorização das respostas para as questões dissertativas dos questionários VNEC e VEEC, podemos concluir que muitos professores, especialmente do grupo 3 da análise de cluster da escala Likert desses questionários, reforçaram algumas concepções não-informadas sobre a ecologia (tanto a ciência ecologia como a ecologia escolar). Assim, os resultados deste capítulo, referentes à análise das questões abertas, apoiam os resultados apresentados no capítulo anterior, provenientes dos dados obtidos a partir dos itens fechados dos questionários.

2.3. CAPÍTULO 5. COGNIÇÃO EPISTÊMICA DE DUAS PROFESSORAS NO PLANEJAMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ECOLOGIA

2.3.1. Esclarecimentos teóricos

De acordo com nossa revisão bibliográfica, entendemos que um professor está engajado em um processo de cognição epistêmica ao planejar e executar aulas, bem como ao tomar decisões sobre diversos aspectos atrelados à construção de conhecimento em um dado contexto (FIVES et al., 2017). Esse é um processo de cognição epistêmica, já que o sujeito está engajado em um processo reflexivo que tem como objeto da reflexão “o conhecimento e o processo do conhecer”. Nem todas as reflexões, decisões, ações de um professor têm esse foco e em alguns momentos elas podem estar pautadas em outros aspectos, ditos “não-epistêmicos” (por exemplo, motivação, relações interpessoais e questões comportamentais dos alunos), contudo aquelas especificamente centradas em questões relacionadas ao conhecimento caracterizam o que chamamos de cognição epistêmica (BENDIXEN; FEUCHT, 2010; BUEHL; FIVES, 2016).

Nessa perspectiva, quando uma tarefa de ensino emerge, em um contexto bem particular, por exemplo, planejar uma sequência didática com um tema da ecologia, isso exige do professor a tomada de algumas decisões pedagógicas. Algumas dessas decisões exigirão um processo de cognição epistêmica, pois o professor terá que refletir sobre: i) quais objetivos, em termos de construção de conhecimento, espera alcançar ao desenvolver essa sequência didática (SD) de ecologia com os seus alunos – o que chamaremos aqui de **objetivos epistêmicos** (tradução nossa para o termo “*epistemic aims*”) (CHINN et al., 2014); ii) quais as características do conhecimento envolvido nessa SD, por exemplo, se esse conhecimento apresenta o *estatuto* de uma “verdade absoluta”, estabelecida a partir de fatos incontestáveis, ou o estatuto de uma mera representação conjectural e temporária da realidade – o que chamaremos de **características epistêmicas** (tradução nossa para o termo “*epistemic matters*”) (BUEHHL; FIVES, 2016); e iii) quais as estratégias mais precisas para atingir os objetivos epistêmicos-alvo da SD – o que chamaremos de **processos fiáveis** (tradução nossa para o termo “*reliable processes*”) (CHINN et al., 2014).

Inspirados nesse modelo, elaboramos instrumentos para orientar uma entrevista com duas professoras, e para orientar a observação de suas aulas, com o objetivo de caracterizar a cognição epistêmica destas participantes quando engajadas no planejamento e na execução de

uma sequência didática de ecologia. A entrevista foi voltada para a caracterização do que as professoras concebem como sendo os **objetivos epistêmicos** e as **características epistêmicas** atrelados ao conhecimento ecológico envolvido na SD, enquanto a observação das aulas foi feita para avaliar os **processos fiáveis** usados por cada professora para atingir seus respectivos objetivos (Tabela 1).

Tabela 1. Aspectos considerados para caracterizar a cognição epistêmica das professoras no planejamento e na execução de uma sequência didática de ecologia.

Aspecto da cognição epistêmica considerado	Definição geral	Exemplificação no contexto do ensino de ecologia
<u>Objetivos epistêmicos</u>	São metas que um indivíduo espera alcançar quando envolvido em tarefas orientadas para a construção de conhecimento	Os objetivos podem ser, por exemplo: o aluno aprender a <i>descrever o meio ambiente; reproduzir / memorizar conhecimentos declarativos/factuais</i> da ecologia; ou os objetivos também podem abarcar diversas habilidades importantes do fazer científico, tais como: o aluno aprender a <i>levantar e testar hipóteses; realizar análises quantitativas de dados; argumentar para avaliar a validade de certas explicações ecológicas e a validade de certos discursos preservacionistas</i> .
<u>Características epistêmicas</u>	São atributos que definem, de acordo com a visão de um indivíduo, a natureza do conhecimento	Então, por exemplo, o <i>conhecimento</i> ecológico pode ser visto como sendo <i>baseado em fatos</i> incontestáveis e <i>em descrições</i> objetivas de todos os componentes que fazem parte do meio ambiente; ou pode ser visto como sendo <i>baseado na interpretação de dados e na construção de certos modelos explicativos</i> (representações subjetivas) sobre um determinado fenômeno ecológico.
<u>Processos fiáveis</u>	Estratégias que um indivíduo seleciona e aplica para alcançar seus objetivos epistêmicos	Essas estratégias podem, por exemplo, envolver um ensino mais centrado na figura do professor, na <i>transmissão de conteúdos “prontos</i>

e acabados”; ou, por outro lado, mais centrado na autonomia e no protagonismo dos alunos, na *construção ativa de conhecimento* pelos próprios estudantes.

Destacamos que a proposta analítica adotada foi estruturada a partir do diálogo entre teoria e prática. Os aspectos da cognição epistêmica considerados foram conceituados em termos gerais a partir de proposições atuais da literatura sobre epistemologia no ensino de ciências. Todavia, os descritores de cada um desses aspectos da cognição dentro do contexto particular da ecologia foram pensados à luz da nossa revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento histórico da ciência ecologia e à luz dos dados empíricos provenientes da interação com os sujeitos de pesquisa.

À luz dessas discussões dentro da ciência ecologia, acreditamos que possa haver falta de correspondência e grande distanciamento entre a natureza do conhecimento ecológico produzido na escola e a natureza do conhecimento ecológico “autêntico”, que é aquele produzido na academia.

Na ciência ecologia, o conhecimento é orientado para a resolução/investigação de problemas científicos pré-definidos, e esses problemas delimitam hipóteses e variáveis específicas acerca de determinados fenômenos ecológicos a serem analisados. Neste percurso, o ecólogo precisa coletar e interpretar dados que o auxiliem a responder suas questões de pesquisa, o que frequentemente exige o uso de “ferramentas” matemáticas, já que a maior parte desses dados é quantitativa. Então, dependendo de como o ecólogo interpreta os dados, ele é capaz de chegar a algumas conclusões acerca dos fenômenos estudados. Esse conhecimento produzido, portanto, não é de maneira alguma, neutro, indiscutível e definitivo, mas sim conjectural e dependente de uma prática argumentativa, que é a capacidade de usar dados como evidências na tentativa de legitimar certas conclusões. A maneira como os dados são construídos por um ecólogo e a validade das conclusões que ele apresenta podem sempre ser questionadas por outros pesquisadores, caso estes apresentem argumentos mais consistentes que levem a conclusões diferentes. Portanto, devemos considerar que a ciência ecologia tem uma natureza **investigativa, interpretativa, quantitativa e argumentativa**.

Por outro lado, na ecologia escolar, nem sempre o conhecimento é orientado para responder questões específicas e para ajudar os alunos a construírem e defenderem modelos explicativos particulares a respeito de fenômenos ecológicos. Ao contrário, muitas vezes o

conhecimento pode estar reduzido a simplesmente descrever inúmeros fatos, características ou “qualidades” do meio ambiente, sem qualquer menção aos problemas científicos que historicamente orientaram o desenvolvimento desse conhecimento. Esses fatos, por serem apresentados como inquestionáveis e serem obtidos do discurso de autoridade do professor e ou do livro didático, já são tomados pelos alunos como legítimos e como as respostas finais para os assuntos de ecologia trabalhados em sala. Dessa maneira, ao invés de um conhecimento “a ser construído”, e “baseado em interpretação de dados, teste de hipóteses, delimitação de variáveis, uso de linguagem e raciocínio matemáticos, e construção de argumentos (representações da realidade)”, o conhecimento ecológico em sala de aula pode configurar-se como um conhecimento “já construído (acabado e definitivo)”, e “baseado na simples declaração de fatos, entendidos mais como a descrição objetiva da realidade, do que como tentativas de representa-la”. Por conseguinte, diferente da ciência ecologia, a ecologia escolar corre o risco de apresentar-se com uma natureza **aproblemática** (*não investigativa*), **declarativa, descritiva e qualitativa**.

Além disso, observamos que a ecologia escolar é frequentemente confundida com uma perspectiva simplista de educação ambiental, mais voltada à simples ampliação do “olhar” do aluno para os diversos componentes do meio ambiente, na expectativa do sujeito adotar hábitos mais “sustentáveis” ou “ambientalmente corretos”, do que ao desenvolvimento de uma compreensão sobre como dados e modelos, inclusive aqueles que subsidiam ações de conservação, são produzidos dentro da ecologia. Isso pode levar professores a acreditarem que qualquer saída de campo, atividade de reciclagem feita em sala de aula ou discussão sobre problemas socioambientais realizada com os alunos é uma aula de ecologia.

Dessa forma, embora as aulas de ecologia na educação básica não tenham como objetivo formar ecólogos, e possam abarcar o diálogo com outras áreas de conhecimento como sociologia, economia e educação ambiental, defendemos que algumas características epistêmicas centrais da ciência ecologia não podem ser completamente descaracterizadas quando essa ciência é levada para o contexto escolar. Entendemos que o mínimo a ser mantido de correspondência entre a ecologia escolar e a ecologia “autêntica” são os compromissos epistêmicos atrelados à natureza investigativa, interpretativa, quantitativa e argumentativa do conhecimento ecológico, os quais resolvemos agrupar na expressão: “**natureza analítica da ecologia**”. Por outro lado, para designar a ecologia que se distancia desses compromissos epistêmicos adotamos a expressão: “**natureza ampla e exploratória da ecologia**”.

Consideramos que a identidade e “cientificidade” da ecologia ficam ameaçadas quando esta ciência é vista sem a sua natureza tipicamente analítica e mais próxima das outras ciências naturais. Nesses casos, a ecologia deixa de estar comprometida primariamente com a prática de, por meio de uma abordagem analítica, produzir dados e modelos científicos para representar seus objetos de estudo, e passa a abarcar quaisquer outras práticas, interesses e abordagens que dizem respeito ao meio ambiente, correndo o risco de se esvaziar daquilo que na verdade compõe o seu cerne.

A partir de todas essas discussões é que foram definidas algumas tipologias de “objetivos epistêmicos”, “características epistêmicas do conhecimento” e “práticas fiáveis” (terceira coluna da Tabela 1), e por isso essas tipologias são específicas para o nosso foco de pesquisa, e diferem de outras encontradas na literatura. Assim, desse cruzamento de referenciais teóricos e dados empíricos, buscamos construir categorias de análise adequadas para evidenciar alguns dos aspectos epistêmicos da ecologia que consideramos mais importantes.

Como mencionado anteriormente, a estratégia para a identificação dos objetivos epistêmicos e das características epistêmicas foi a condução de entrevistas semiestruturadas. Para estruturar essas entrevistas, foi construído um roteiro (Apêndice E) contendo 13 questões englobando os aspectos exemplificados na tabela anterior (Tabela 1). A partir dessas questões, foram ilustradas situações hipotéticas com características distintas, para que as professoras entrevistadas pudessem indicar a situação ou situações que adotariam no desenvolvimento de uma sequência didática de ecologia, e pudessem justificar as razões das suas escolhas. Assim, elas tiveram que refletir e tomar decisões sobre uma tarefa voltada para a construção de conhecimento em um contexto bem concreto e situacional: - ensinar alguns conteúdos de ecologia para as suas turmas de alunos, em suas respectivas escolas e realidades particulares de atuação; e justamente por isso consideramos esse processo como sendo um processo de cognição epistêmica. Para ilustrar melhor o conteúdo da entrevista, vamos tomar como exemplo a questão 3 do instrumento que desenvolvemos (Apêndice E).

No exemplo referido uma situação está vinculada a características de uma ecologia mais analítica (alternativa “A”), enquanto a outra não (alternativa “B”). Apesar dessa dicotomia nas situações propostas, as professoras foram instruídas no sentido de que não precisariam se comprometer com a escolha de apenas uma das duas alternativas e que, portanto, poderiam eleger uma “terceira” opção não prevista no roteiro da entrevista.

3) Se você fosse realizar um trabalho de campo com os alunos, uma visita a uma floresta, como você organizaria essa atividade? Justifique.

A) Antes da saída de campo, eu definiria com os alunos um problema a ser investigado durante a visita, e delimitaria antes, aquilo que precisa ser observado e registrado durante o trabalho de campo. O objetivo da atividade seria investigar apenas as variáveis que permitem responder esse problema específico pré-definido, mesmo que outros interesses dos alunos surjam durante a visita.

B) Eu deixaria os alunos fazerem as observações e registros que cada um achar mais interessante, enquanto estiverem manifestando suas curiosidades a respeito do que estão vendo e, apenas após os sujeitos terem contato com o ambiente e desenvolverem suas percepções individuais sobre o mesmo, seriam definidas as questões a serem estudadas.

Finalmente, a estratégia para a identificação dos processos fiáveis não poderia ser outra senão a observação e a filmagem das aulas executadas pelas professoras. Com base na transcrição desses registros, caracterizamos as estratégias que as professoras efetivamente implementaram em sala de aula para cumprir aqueles objetivos epistêmicos que elas mesmas assumiram para a sequência didática.

2.3.2. Objetivo específico

Este capítulo tem como objetivo: - caracterização dos objetivos epistêmicos e das características epistêmicas concebidos para o ensino de ecologia, por duas professoras de ciências, durante o planejamento de uma sequência didática (SD).

2.3.3. Metodologia

As duas professoras foram selecionadas de acordo com os resultados obtidos no Capítulo 3. O intuito foi selecionar profissionais com concepções formais contrastantes sobre a ecologia, ou seja, que obtiveram escores bem diferentes nos questionários 2-VNEC e 3-VEEC, para testar se sujeitos com concepções distintas apresentam processos de cognição epistêmica substancialmente diferentes, ou se essa relação não é verificada, sendo a cognição epistêmica talvez mais influenciada por outros fatores relacionados ao contexto e à cultura escolares. Assim, testamos se o desempenho nos questionários ajuda a prever, de alguma

maneira, o comportamento dos participantes no planejamento e na execução de aulas de ecologia.

A análise de agrupamento a partir dos escores fatoriais dos professores para os questionários Likert permitiu uma discriminação bem criteriosa e objetiva do desempenho de cada um desses participantes, e portanto, a partir dessa análise que os dois sujeitos de pesquisa foram escolhidos. Selecionamos uma professora (sujeito 73 nos gráficos de cluster do Capítulo 3) que foi classificada como pertencendo ao grupo 3 no questionário VNEC (natureza da ecologia) e ao grupo 2 no questionário VEEC (ensino de ecologia), para compará-la com uma professora (sujeito 61) que em ambos ficou posicionada no grupo 1. Para facilitar, essas professoras serão chamadas daqui em diante apenas de “Profa. 1” e “Profa. 2”, respectivamente. Por estarem posicionadas em grupos diferentes (heterogêneos entre si) podemos inferir que essas professoras possuem concepções distintas.

As duas professoras foram entrevistadas separadamente a partir de um conjunto de questionamentos que visavam avaliar a tomada de decisão a respeito de uma série de aspectos envolvidos no planejamento de uma sequência didática de ecologia (Apêndice E). É importante destacar o forte alinhamento que o conteúdo dessa entrevista possuiu com os resultados obtidos a partir dos questionários Likert. Os itens que foram abordados, no momento de avaliar a cognição epistêmica das duas professoras, envolveram alguns dos principais aspectos identificados nas concepções formais da nossa amostra total de participantes, de modo que esse instrumento desenhado para a entrevista (Apêndice E) só foi construído depois de terminadas todas as análises dos questionários.

O “tema” para o qual as professoras tiveram que planejar suas aulas foi: “Floresta Amazônica como pulmão do mundo” (ver Apêndice E). Esse tema foi escolhido por ser frutífero para as discussões almejadas. Por ser ampla e permitir múltiplas abordagens, essa temática ajuda a discutir em que medida as professoras reconhecem aspectos epistêmicos centrais do ensino de ecologia. Trata-se de um tema com potencial tanto para ser reduzido, em sala de aula, a discussões de cunho socioambiental e a um discurso preservacionista “raso”, quanto para ser direcionado à discussão de como um ecólogo é capaz de testar essa hipótese da floresta como pulmão do mundo e chegar a uma conclusão por meio de argumento científico. Entendemos, assim, que esse era um tema capaz de oportunizar às professoras a expressão de diferentes formas de pensar a ecologia.

As entrevistas foram filmadas e transcritas, e as respostas oferecidas pelas professoras foram analisadas para a caracterização de quais objetivos epistêmicos e quais características epistêmicas elas concebem para o ensino de ecologia.

Diferente dos questionários VNEC e VEEC, que analisam visões dos professores sobre uma ecologia “geral”, “hipotética”, descontextualizada e descolada de suas práticas pessoais, a entrevista durante um exercício de planejamento de determinadas aulas de ecologia permite avaliar como esses sujeitos pensam e atuam sobre o “conhecimento” e sobre o “processo do conhecer” em um contexto concreto/específico. Por isso, diferente dos questionários, que avaliam apenas concepções que os professores têm acerca da natureza da ecologia em termos formais – o que chamamos de concepções epistêmicas formais –, a entrevista avalia o que um indivíduo pensa sobre a natureza da ecologia quando precisa planejar e executar aulas, e tomar decisões sobre determinadas práticas pedagógicas visando atingir objetivos específicos atrelados à construção de conhecimento ecológico em uma tarefa particular de ensino-aprendizagem – o que chamamos de cognição epistêmica.

2.3.4. Resultados

Durante a entrevista cada professora elaborou e justificou seu planejamento de atividades a partir do tema proposto pelos pesquisadores. Quando indagadas sobre quais seriam os principais objetivos da sequência didática – questão 1 –, as professoras responderam (o símbolo “[...]” representa trechos de fala suprimidos por serem irrelevantes para a análise, e trechos escritos dentro de colchetes representam interpretações do pesquisador):

Profª. 1: “[...] eles conhecerem a floresta, pra começo de conversa [...] seria eles conhecerem a floresta, os habitantes, tanto vegetais quanto animais e vai por aí afora [...] Se é pulmão do mundo ou não, eu acho que nem pesaria, assim, pra mim. Eu usaria apenas como chamativo, né [...]”

Profª. 2: “Seria discutir essa ideia de pulmão do mundo, que é errada, porque ela [a Floresta Amazônica] nem é a maior produtora de oxigênio. Se você for ver, a maior produção de oxigênio é de alga [...] eu partiria daí [...]”

E na última pergunta da entrevista – questão 14 – as professoras tiveram que exemplificar um texto que, segundo elas, seria capaz de expressar o cumprimento dos objetivos planejados para a SD; elas tiveram que escolher um texto, dentre algumas alternativas oferecidas pelo roteiro da entrevista, que melhor representasse o produto final que

elas gostariam de atingir com os alunos ao término da SD. Essa questão foi respondida da seguinte maneira:

Profa. 1: “[...] O texto B é muito mais legal, porque tá incluindo outros conhecimentos de outras áreas, outras observações que não são só dados concretos, mas também observações bacanas, ressaltando aqui né, outra importância [da floresta] [...] e esse pessoal do texto C aqui, se preocupou mais com o esquema da fotossíntese [...] e também com a parte da destruição [da floresta], né? [...] o que é importante [...] Nesse caso, eu prefiro a alternativa B e a C [...]”

Profa. 2: “Para mim as alternativas [os textos] E e F são apenas descrições. Esses textos poderiam ser, sei lá, algo que eles pegaram no google. São muito descritivos, passam muito por cima [da questão do pulmão do mundo] e ficam dando mil outras informações. Eu acho que a alternativa A responde bem essa diferença, essa questão do pulmão do mundo, essa diferença da Floresta Amazônica quando comparada com outros biomas. Aqui no caso, tá comparando com o oceano. [...] Então a parte ecológica é essa aqui [alternativa A]. [...] Acho que o texto que melhor responde, se for ver o problema do pulmão do mundo, se for ver a parte ecológica, é essa alternativa A. É a que deixa bem claro [...]”

É possível observar que o **objetivo epistêmico** destacado como mais importante pela Profa. 1 está voltado à descrição de características da Floresta Amazônica. Ela ainda declara explicitamente que não estaria preocupada com o objetivo de responder à questão sobre a floresta poder, ou não, ser considerada pulmão do mundo, e que usaria essa questão apenas para ganhar a atenção dos alunos. Já a Profa. 2 declara que essa questão constituiria justamente a pergunta central a ser respondida pelos alunos ao longo da SD, sendo esse seu principal objetivo epistêmico.

Enquanto a Profa. 1 escolheu os textos B e C, a Profa. 2 escolheu o texto A. Se considerarmos como objetivo central da SD responder à questão: “a Amazônia pode ser chamada de pulmão do mundo – ela é o ecossistema mais eficiente na emissão de oxigênio?”, então o único texto que apresenta um argumento científico capaz de responder essa questão é o texto A (Apêndice E). O texto A é o único que oferece uma resposta conclusiva: “os oceanos são mais eficientes do que a Amazônia na emissão de oxigênio”, e apresenta todos os dados necessários para apoiar essa conclusão. O texto B, por sua vez, apenas cita que “a floresta não é o maior produtor de oxigênio”, e não apresenta dados pertinentes para desenvolver essa resposta. Todo o texto, na verdade, é voltado para outro objetivo: descrever a importância da Amazônia “como repositório de serviços ecológicos, como berço de inúmeras

civilizações indígenas, como riquíssima fonte de matérias-primas, etc.”. O texto C é voltado unicamente para a explicação de como as plantas, por meio do processo de fotossíntese, contribuem para o sequestro de carbono, e a explicação das consequências da destruição da Amazônia, como por exemplo, o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Assim, a escolha de textos da Profa. 1 é condizente com seu objetivo pessoal, declarado na questão 1 da entrevista, reforçando que o propósito seria fazer o aluno conhecer melhor a Floresta Amazônica, e deixar a hipótese sobre o pulmão do mundo em segundo plano. Já a Profa. 2, ao escolher o texto A como o mais adequado, reitera seu objetivo epistêmico de ajudar os alunos a produzir um argumento voltado especificamente para responder um problema científico (“parte ecológica” da SD, segundo palavras da própria professora), e não produzir textos descritivos visando abarcar inúmeras questões socioambientais distantes do tema central “pulmão do mundo”.

Na questão 2, quando indagadas sobre o potencial do trabalho de campo nas aulas de ecologia, as professoras responderam:

Profa. 1: “Os alunos aprendem infinitamente melhor [...] Primeiro que o aluno sai da sala. Vamos combinar? Ô chatice, né? Ele sai da sala. [...] E depois tem o olhar, o ver acontecer, ver lá pessoalmente faz toda a diferença. [...] Por mais que você mostre o slide, o cara vai lá, ele olha a árvore, ele pega a árvore e ele olha pras folhinhas e aí ele vê que tem espinho no pau-brasil, aí ele vê o ipê [...] aí ele quer saber por quê [...]”

Profa. 2: “Eu acho que os alunos podem aprender melhor. Primeiro porque eles sempre se interessam mais, então só de você conseguir captar o interesse eu acho que já ia funcionar melhor. Por exemplo, no sexto ano, a gente tá vendo formação do solo e o perfil do solo, e aí eu expliquei que ele [o solo] forma de cima para baixo, e a rocha vai tendo desgaste, e vai formando o solo. Agora, se você consegue ver o perfil, isso fica muito mais claro [...] quanto mais concreto, acho que mais fácil fica entender o conceito sim [...]”

Na parte seguinte da entrevista, perguntamos às professoras como elas organizariam um trabalho de campo com seus alunos envolvendo uma visita a uma floresta (questão 3), e quais resultados elas cobrariam dos estudantes ao final desse trabalho (questão 4). Foram oferecidas algumas alternativas de resposta que as professoras poderiam ou não escolher. Obtivemos as seguintes declarações:

Profa. 1: “[sobre a organização do trabalho de campo – *professora escolhe a alternativa B*] Eu NÃO definiria questões antes [questões a serem investigadas pelos alunos]. Definiria apenas o espaço da coleta

[...] não gosto disso porque se surge um passarinho no meio do assunto e ele está fazendo alguma atividade que é legal, que daria pra gente acrescentar, eu acho que é válida [...] Acho que o legal é não cercar mesmo, acho que é pra deixar à vontade. Então acho que é melhor deixar as perguntas pra depois.” / “[sobre os resultados do trabalho de campo – *professora escolhe a alternativa A*] O que quero é que os alunos comentem o que viram, na forma de um roteirinho [...] o local, o que foi visto, e em formato de roteiro [...] E dá para exigir uma caracterização melhor do ambiente dependendo da idade do aluno e da oportunidade de ir fazendo um treinamento [várias visitas a campo]. Primeiro momento, é um passeio. Segundo momento, eu já espero um detalhamento maior. [...] Quando ele chega no ensino médio, ele já sabe que tem que prestar atenção em tudo [...]”

Profa. 2: “[sobre a organização do trabalho de campo – *professora escolhe a alternativa A*] Eu definiria uma questão antes: ‘Oh, olhem o que vocês acharem importante para resolver essa questão’ [...] porque às vezes você deixa muito livre e eles ficam um pouco perdidos. Então, teria uma questão que guia [...] ‘Mas pera aí, como isso tá ligado à pergunta que eu preciso responder? Tá ligado de alguma forma ou não tá?’” / “[sobre os resultados do trabalho de campo – *professora escolhe a alternativa B*] Se eles têm uma pergunta, um problema prévio, eu pediria: ‘Oh, tudo que você viu lá que você acha que te ajuda a resolver esse problema’. Então não precisa ser uma descrição de tudo que tinha no ambiente, mas o que você viu lá que você acha que vai resolver esse problema. [...] Então acho que é isso, não pedir tudo, não uma descrição, mas aquilo que ele achou importante para resolver esse problema que a gente já tinha antes de ir para campo [...]”

Na questão 2 as duas professoras defendem que o trabalho de campo contribui para a aprendizagem de ecologia, entretanto, as justificativas apresentadas são limitadas e frágeis. A fragilidade se dá porque partem de generalizações apressadas, tais como: “a sala de aula é chata e os ambientes fora da escola despertam maior interesse”; “os alunos têm a chance de ver melhor o que estão aprendendo”. Essas premissas, muito presentes no senso comum, nem sempre são válidas e o trabalho de campo não pode ser tomado, invariavelmente, como garantia de maior motivação e melhor aprendizagem, pois isso depende de inúmeros fatores: os interesses pessoais dos alunos, o espaço visitado, o objeto de ensino e, principalmente, a proposta didática do professor atrelada às saídas de campo. Mesmo quando válidas, as justificativas das professoras são limitadas, visto que nesse primeiro momento parecem reduzir o papel do trabalho de campo a facilitar para os alunos a contemplação de fenômenos naturais. Em nenhum momento as professoras apresentam razões como: “o potencial do trabalho de campo para ensinar como a ecologia propõe e realiza investigações para testar

hipóteses e solucionar questões”, “a oportunidade que o trabalho de campo oferece para desenvolver não apenas conteúdos conceituais, mas habilidades do fazer científico na ecologia”.

Nas questões 3 e 4 podemos notar que as duas professoras têm posicionamentos opostos quando exemplificam como organizariam um trabalho de campo. Enquanto a primeira professora declara que não delimitaria questões prévias e variáveis a serem investigadas, e que faria as visitas a campo com o objetivo de desenvolver as percepções dos alunos a respeito da totalidade do ambiente que os cerca, a segunda professora escolhe outra abordagem, que é justamente a abordagem que torna o trabalho de campo no contexto escolar mais próximo daquilo que compreende o trabalho de campo no contexto (investigativo) da ciência ecologia. Então, podemos perceber que a Profa. 1, com relação a **características epistêmicas** do conhecimento ecológico, pensa que esse conhecimento deve abarcar qualquer curiosidade, interesse, observação, registro levantados pelos alunos durante uma atividade. Além disso, a professora pensa que o conhecimento deve ser construído de maneira ampla e exploratória, não delimitando questões para os alunos investigarem, pelo contrário, deixando-os livres para contemplar e descrever todo aspecto do meio ambiente. Já a Profa. 2, ao falar do trabalho de campo, demonstra conceber o conhecimento ecológico com uma natureza mais analítica – focado na resolução de problemas específicos definidos *a priori* com os alunos, e direcionado para o estudo de apenas algumas variáveis do meio ambiente. Assim, apesar de na questão 2 a Profa. 2 não ter explicitado razões consistentes para explicar o potencial do trabalho de campo no ensino de ecologia, é possível inferir, a partir das questões 3 e 4, que ela compreende esse potencial. Pelos exemplos que a professora apresenta das escolhas que faria e de ações que adotaria, ela demonstra compreender que o potencial do trabalho de campo não deve ser reduzido a colocar os alunos em contato com o meio ambiente, e que deve incluir o estímulo a habilidades investigativas do fazer científico – um fazer científico que constitui a natureza da ciência ecologia e não apenas das outras ciências.

Na questão 5, as professoras foram questionadas sobre a importância de utilizar “problemas autênticos” nas aulas de ciências/ecologia, e responderam:

Profa. 1: “Eu acho legal sim, porque tem muito essa coisa de a mídia fala mais alto: ‘Ah não, professora, mas eu vi lá na internet. E se eu vi na internet, é verdade?’. Então, é bacana essa parte científica pra gente esclarecer [...] passar o que é verdadeiro, o que a ciência pesquisou [...] Por exemplo, HIV, quando surgiu o HIV, quando explodiu na mídia, eles queriam muito entender como é que funciona, o que é vírus. Eles adoram essa parte de doença. [...] Teve tanto rumor [...]

Normalmente, eu nem preciso trazer a questão, eles trazem, quando é assim. Eles assistiram alguma coisa, eles ficaram com a dúvida na cabeça [...] Outro dia eles queriam saber se eu passei pela ditadura militar [...] E aí contei sobre a ditadura e tal, e a gente foi parar em educação sexual. [...] Acredito que seja uma problematização. Eles trouxeram. E a gente ficou, trocou maior ideia. Eles ficaram atentos assim. Fazia tempo que não via eles assim [...]"

Profa. 2: "[...] Acho que isso foca um pouco, primeiro que estimula eles a tentar achar uma resposta, e eles adoram isso, aluno gosta do desafio, e outra é que fica uma coisa mais focada: 'Ah, então pera aí, então eu vou ter que colher dados, seja por textos, seja pela internet, mas eu sei pra que eu tô fazendo isso, tô tentando buscar uma resposta'. [...] [por exemplo, se você pede:] 'Ah, faça uma pesquisa sobre a Floresta Amazônica'. Vai aparecer coisas mil, coisas nada a ver, que as vezes fogem muito do científico, eu acho. Então eu acho que direciona mais [...] Por exemplo, outro dia eu levei três amostras de solo e eles tinham que resolver qual solo é melhor para plantar batata. [...] isso é um problema, pois nós tivemos que fazer umas análises, pensar em algumas coisas, então acho que sim, isso é um problema autêntico [...]"

Já na questão 6, as professoras tiveram que dizer qual problematização específica adotariam para orientar o desenvolvimento da sequência didática sobre "a Floresta Amazônica como pulmão do mundo". As entrevistadas posicionaram-se da seguinte maneira:

Profa. 1: "Eu escolheria a alternativa B [*Ao longo das atividades os alunos deverão entender a importância das plantas para o sequestro de carbono atmosférico e o mais importante é os alunos explicarem ao final da SD a importância da Floresta Amazônica*] [...] Porque eu sinto, até hoje, por mais que a gente fale sobre, eles confundem um pouco ainda o aquecimento global, buraco na camada de ozônio, eles ainda confundem [...] Eu não deixaria só na problematização B, mas começaria por ela porque é a que eu gostei mais [...] e esticaria tanto pra problematização A quanto pra C [...] principalmente pra C [*Investigar quais os benefícios da Floresta Amazônica para a população humana, entender que os humanos precisam parar com o desmatamento e discutir projetos e formas de preservação desse bioma*], se desse pra fazer, pro cara ter uma visão mais total assim do projeto em si da preservação [...]"

Profa. 2: "Eu poderia até usar todas essas alternativas de problematização [alternativas A, B e C] [...] Mas primeiro eles teriam que entender, comparar a produtividade da floresta com outros ecossistemas, isso seria o principal [alternativa A] [...] Aí depois eu até poderia ampliar para as outras discussões, para entender a importância das plantas para o sequestro de carbono e manutenção de um ar de qualidade [alternativa B], e para discutir a importância [da

floresta] para a população humana e o que eles poderiam fazer enquanto cidadão para ajudar a preservar [...]”

Ambas apoiam o uso de problematizações nas aulas. Entretanto, analisando as justificações apresentadas, podemos observar que a Profa. 1 entende como problemas autênticos quaisquer dúvidas, curiosidades, incômodos trazidos pelos alunos para a sala de aula. Para explicar o porquê de promover essas problematizações, ela alega como justificativas: ganhar a atenção dos alunos e esclarecer suas dúvidas à luz do conhecimento científico (“passar para o aluno o que é verdadeiro” – nas palavras da professora). Já a Profa. 2 compreende que problemas autênticos são questões planejadas previamente pelo professor que representam desafios intelectuais para os alunos e exigem deles uma postura investigativa, e justifica que planejar aulas partindo de problematizações ajuda a direcionar e significar melhor o processo de ensino e aprendizagem.

Quando se trata de exemplificar o uso de problemas autênticos especificamente nesse contexto de uma SD sobre a Floresta Amazônica (questão 6), a Profa. 1 diz que escolheria preferencialmente as alternativas B e C, enquanto a Profa. 2 reconhece que o foco da sequência didática estaria na alternativa A. Dentre as três alternativas oferecidas para as professoras refletirem e escolherem, a única que representa de fato um problema autêntico é a alternativa A (Apêndice E), pois é a única que traz uma questão em aberto para os alunos. As alternativas B e C, embora configurem exemplos de problemas socioambientais que podem ser discutidos com os alunos em aulas de ecologia, não configuram problemas autênticos. Esses problemas socioambientais não representam problemas autênticos, pois da maneira como estão apresentados não configuram questões em aberto, que exigem uma postura investigativa dos alunos. Ao contrário da alternativa A, que traz uma questão a ser investigada e respondida: “qual ecossistema pode ser considerado o pulmão do mundo?”, e uma questão para a qual os alunos terão que construir suas próprias conclusões e argumentos, as alternativas B e C não trazem perguntas, pois apresentam apenas a tarefa de explicar melhor conclusões já prontas e finalizadas: “a conclusão de que a floresta é importante para evitar vários problemas ambientais, e a conclusão de que ela precisa ser preservada!”.

Assim, ao pensarem sobre problematizações nas aulas de ecologia, as professoras continuam manifestando sua cognição com relação a **características epistêmicas** do conhecimento ecológico. Enquanto a Profa. 2 demonstra compreender que esse conhecimento deve estar orientado primariamente para a investigação de um problema científico, a Profa. 1

não delimita esse compromisso epistêmico como sendo o foco da ecologia, mas sim discussões amplas e genéricas sobre problemas socioambientais.

Nas questões 8 e 10 perguntamos o que as professoras entendem como sendo dados nas aulas de ciências, e se elas incluíam na SD sobre a Floresta Amazônica o trabalho com dados quantitativos e com linguagem matemática. Obtivemos as seguintes respostas:

Profa. 1: “Óh, eu acho que trabalharia sim, pelo seguinte, a gente tem alunos aí, tanto no estado quanto na prefeitura, que precisam fazer uma interpretação melhor de dados, tá? Os dados, eles fazem parte da vida cotidiana, e da ciência. [...] E, em segundo plano, mas não menos importante, tem gente que quer passar no vestibular. Ele precisa saber ler um gráfico, ele precisa saber ler uma tabela, ele precisa aprender a lidar com essa informação, né? Você vai ler um jornal. Tem dados. Os dados são importantes porque alguém foi lá fazer a pesquisa, então eles existem. Se eles existem, é um direito de o menino saber. [...] É importante porque os dados acrescentam. [...] dependendo da sequência que a gente for fazer, a gente pode usar primeiro vídeo ou textos, e aí depois entrar com os dados pra legitimar. [...] porque os dados mostram o que tá acontecendo de verdade. [...] ‘Não, tem esses dados aqui, óh. Tá aqui, tá provado. Tem uma conta que foi feita’. [...] E tem essa coisa da pegada científica que eles precisam saber que existe também, né.”

Profa. 2: “Acho que trabalharia sim. Eu acho legal porque a gente usa muito em ciência dados quantitativos e eles vão ter que usar no dia a dia deles também, mesmo que eles não forem cientistas isso vai tá muito presente. Então acho legal eles irem se acostumando. É comum no mundo apresentar as coisas em linguagem matemática, então eu acho legal dar essa função para a matemática. Tem várias coisas que ela [a matemática] te ajuda no dia a dia, inclusive na ciência, então eu gosto de incluir. Às vezes isso cria uma dificuldade extra porque matemática é uma disciplina que eles apanham muito, mas eu tentaria. [...] O dado é aquilo que vai ajudar a responder o problema que eles estão tentando responder [...] seja um texto, uma visita de campo [...] Eles vão ter que selecionar quais dados eles vão usar para responder o problema [...].”

Já nas questões 9 e 11, oferecemos algumas opções de conjuntos de dados e perguntamos qual ou quais dessas opções as professoras escolheriam para trabalhar com os alunos durante a SD, e as respostas foram:

Profa. 1: “Nessa sequência sobre a Amazônia, eu usaria como dados principalmente o que tá nas alternativas A e B [*textos que descrevem as características da Floresta Amazônica, discutem a relevância desse bioma para os gases atmosféricos e sequestro de carbono, apresentam os vários impactos que o homem tem causado nesse bioma, discutem as possíveis consequências do desaparecimento desse bioma, por*”

meio de conceitos como o de desmatamento]. Acho que pra problematização, é mais intrigante [...] Eu acho que ficaria mais legal a aula. [...] E a alternativa C [*gráficos sobre a produtividade primária líquida e bruta da Floresta Amazônica e de outros ecossistemas e dados da área ocupada por esses diferentes ecossistemas*] só no final [...] a gente finaliza, eu acho, com um gráfico mesmo. Aí acho que já é mais pra estar terminando. [...] Os dados da alternativa C são os mais difíceis porque a gente não tem tempo de lidar com dados numéricos [risos]. Essa é uma verdade. [...] se vai interpretar uma tabela, eu já tenho que ir e pedir pro professor de matemática já me auxiliar nisso porque eu, com duas aulas no colégio eu vou perder uma.” / “[se na SD eu usasse um gráfico sobre produtividade, eu gostaria que os alunos usassem esse dado conforme está descrito na alternativa...] Acho que eu ia preferir a alternativa B [*usar como um dado que não necessariamente leva todos os alunos a uma mesma conclusão*], pra saber se ele ia relacionar isso com o que vimos nas aulas anteriores. Seria uma das formas de avaliação que seria legal. Por quê? Porque aí eu ia conseguir perceber: ‘Putz eu expliquei, ele entendeu assim. O outro não, o outro não entendeu, entendeu de outra maneira’. ‘Então onde foi que eu também falhei, entendeu?’ Isso é bacana. Ajudaria a saber por que não estão aprendendo. [...] A alternativa A traz a conclusão certa [conclusão que todos deveriam chegar] [...] mas por mais que seja científico, eu não tô dando para o menino a chance de errar. [...] Então eu acho que prefiro a B por conta disso, da gente ter uma diversidade aqui de conclusões. Certo ou errado, aí depois a gente senta e discute.”

Profa. 2: “[sobre os dados que eu usaria nessa SD sobre pulmão do mundo] Descrever as características da Floresta Amazônica [alternativa A] eu faria, antes até do problema, mas não acho que seja de extrema importância. [...] E essa parte que tá na alternativa B, impactos do homem, isso eu acho que teria mais pro final, só se o objetivo da SD também for querer contemplar algumas discussões socioambientais. [...] mas eles não precisam disso [dados da alternativa B] pra resolver o problema específico da Floresta Amazônica como pulmão do mundo. [...] pra esse problema eles precisam da [alternativa] C [...]” / “[se na SD eu usasse um gráfico sobre produtividade, eu gostaria que os alunos usassem esse dado conforme está descrito na alternativa...] Pra mim, a alternativa B com certeza, porque é isso. O dado é apenas a informação. ‘Como você vai trabalhar isso? Com quais outros dados que você coletou você vai juntar e trabalhar na cabeça?’. Se todo mundo chegasse à mesma conclusão bastaria só um cientista trabalhar no assunto e acabou. Por exemplo, quanto de oxigênio a Floresta Amazônica consome e quanto o oceano consome? Porque consome também né, também são seres vivos e vão consumir também. Imagino que eles saibam isso. Então isso já daria para mudar toda a interpretação do dado.”

De acordo com a Profa. 1, dados são predominantemente informações numéricas usadas para dar mais rigor ao que os cientistas falam. Já para a Profa. 2, dado é qualquer informação que vai ajudar a responder um problema que está sendo investigado. Portanto, a Profa. 2 demonstra compreender melhor o papel epistêmico dos dados. Dados não são importantes porque “provam” que um conhecimento é verdadeiro ou porque simplesmente atestam a seriedade ou credibilidade de um cientista, mas sim pelo fato de que na ciência a coleta e análise de dados é o modo de se chegar a alguma resposta temporária a respeito de um problema investigado. Desse modo, o trabalho com dados é importante porque é uma **característica epistêmica** inerente do conhecimento científico, e isso obviamente também vale para a ecologia.

A Profa. 1 declara (na questão 9) que priorizaria o trabalho com informações mais genéricas, qualitativas e descritivas a respeito da Floresta Amazônica e sua importância ambiental, e que usaria dados quantitativos referentes à questão científica específica da SD apenas no final de todas as atividades. Com isso, ela julga como menos relevante justamente a única alternativa (alternativa C) que inclui dados decisivos para avaliar a produtividade de oxigênio da Amazônia, ou seja, o único conjunto de dados realmente necessário para os alunos chegarem a uma conclusão a respeito do problema sobre o pulmão do mundo. É interessante notar que nas questões anteriores essa professora define dados como sendo principalmente informações numéricas, contudo, quando exemplifica na questão 9 os dados que trabalharia com os seus alunos, ela julga como menos necessário justamente os dados numéricos. Esse posicionamento confuso é mais um indicativo da dificuldade da Profa. 1 em reconhecer o que são dados nas aulas de ecologia. Pela fala da professora, esses dados quantitativos seriam tratados apenas como “acessórios” e não como centrais para a conclusão da SD, e seriam usados apenas no final por serem muito difíceis para os alunos e exigirem muito tempo.

Além disso, a Profa. 1 assume que dados permitem diferentes interpretações dos alunos (alternativa B da questão 11), entretanto, alega que isso se deve ao fato de nem todos serem capazes de compreender adequadamente os conteúdos ensinados, e que esse seria, inclusive, mais um motivo para trabalhar os gráficos sobre produtividade dos ecossistemas apenas no final da SD. O intuito seria usá-los como forma de avaliar quais alunos conseguiram aprender os conteúdos desenvolvidos anteriormente pela professora e então são capazes de acertar a interpretação do gráfico.

Já a Profa. 2, embora declare que utilizaria todos os conjuntos de “dados” apresentados, demonstra explicitamente ter clareza sobre qual desses conjuntos é o mais adequado para responder à questão específica da SD; e nisso a Profa. 2 difere-se completamente da Profa. 1. Então a Profa. 2 entende os dados quantitativos como sendo os prioritários para o desenvolvimento da SD e os outros “dados” (alternativas A e B da questão 9) como sendo os “adicionais”. Ela entende que dados permitem diferentes interpretações (alternativa B da questão 11), não por conta de erros cometidos pelos alunos durante o trabalho com esses dados, mas sim pelo simples fato de que isso também é uma característica epistêmica inerente do conhecimento científico. Assim, a Profa. 2 entende que dados não são fatos incontestáveis, ao contrário, são produtos da interpretação de quem os analisa e os constrói dependendo das relações que são estabelecidas entre esses dados e outros.

De acordo com as respostas das duas professoras para as perguntas feitas durante a entrevista, produzimos a tabela a seguir (Tabela 2) para sintetizar todos os resultados discutidos anteriormente. Podemos observar que a Profa. 2 pensa que a ecologia apresenta uma natureza predominantemente analítica, enquanto a Profa. 1 pensa que a ecologia possui uma natureza ampla e exploratória (Tabela 2). Assim, podemos concluir que a Profa. 2 demonstra uma forma de pensar a ecologia que, teoricamente e ao menos no âmbito do planejamento das aulas, é mais favorável à promoção de um ensino que mantém uma correspondência maior entre os objetivos epistêmicos e as características epistêmicas da ecologia escolar e a natureza da ciência ecologia.

Quando as professoras responderam aos questionários Likert, o que expressaram foi a maneira como enxergam o conhecimento e o trabalho científicos na ecologia formal, ou seja, foram suas ideias acerca de como, teoricamente e de maneira bem genérica, a ecologia funciona, seja no contexto acadêmico ou no contexto escolar. Mesmo abordando a ecologia no âmbito escolar, ao responderem o questionário 3-VEEC (“Visões sobre o Ensino de Ecologia”) as professoras não estavam pensando no ensino que efetivamente praticam em suas realidades particulares de atuação, pois não foram questionadas com relação a isso. Portanto, mesmo nesse caso, as professoras estavam discutindo a ecologia em “termos formais” e com isso, o que mapeamos a partir das escalas Likert foram suas concepções epistêmicas formais.

Já nas entrevistas, por meio da análise do planejamento de uma sequência didática de ecologia, começamos a caracterizar o processo de cognição epistêmica das duas professoras. Nessa fase, elas não estão mais concebendo o funcionamento da ecologia dentro de um quadro formal, virtual e genérico, mas sim refletindo sobre como “de fato” funcionam as SUAS aulas

de ecologia, sobre o que efetivamente incorporam e colocam em prática quando pensam na construção de conhecimento realizada em seus contextos reais/específicos de trabalho.

Tabela 2. Categorias usadas para analisar os objetivos epistêmicos e as características epistêmicas concebidos pelas duas professoras entrevistadas durante a etapa de planejamento de aulas de ecologia (sequência didática sobre o “pulmão do mundo”).

Sujeito de pesquisa	Aspecto da cognição epistêmica avaliado	<i>Categoria correspondente à Natureza ampla e exploratória da ecologia (no contexto do ensino)</i>	<i>Categoria correspondente à Natureza analítica da ecologia (no contexto do ensino)</i>
Profa. 1	Objetivos epistêmicos	✓ “ <i>Descrever</i> inúmeras características da Floresta Amazônica para <i>conhecer</i> mais sobre esse bioma e sobre a importância de preservá-lo”.	
	Características epistêmicas	✓ <u>Pela perspectiva defendida sobre o trabalho de campo:</u> Ecologia não direcionada para responder questões específicas definidas <i>a priori</i> , mas sim para ampliar o olhar sobre o meio ambiente, para perceber/descrever quaisquer ou todos os aspectos do meio ambiente.	
		✓ <u>Pela perspectiva defendida sobre problematizações:</u> Ecologia não focalizada em problemas científicos, mas voltada para discussões amplas e genéricas sobre problemas socioambientais, discussões essas pautadas em conhecimentos declarativos/factuais.	
		✓ <u>Pela perspectiva defendida sobre o trabalho com dados:</u> Conhecimento ecológico não dependente da análise de dados, sendo os dados entendidos apenas como “provas” e “fatos incontestáveis” produzidos por especialistas e que atestam (sucodem e servem apenas para comprovar) a veracidade desse conhecimento.	

Sujeito de pesquisa	Aspecto da cognição epistêmica avaliado	Natureza ampla e exploratória da ecologia (no contexto do ensino)	Natureza analítica da ecologia (no contexto do ensino)
Profa. 2	Objetivos epistêmicos		✓ “Argumentar sobre uma característica específica da Amazônia (sua produtividade de oxigênio) para <i>discutir</i> se esse bioma pode ser chamado de ‘pulmão do mundo’”.
	Características epistêmicas		<p>✓ Pela perspectiva defendida sobre o <u>trabalho de campo</u>: Ecologia direcionada para a investigação de problemas definidos <i>a priori</i>, e direcionada para o estudo de apenas algumas variáveis do meio ambiente.</p> <p>✓ Pela perspectiva defendida sobre <u>problematizações</u>: Ecologia focalizada em problemas científicos, teste de hipóteses e avaliação de explicações sobre fenômenos ecológicos.</p> <p>✓ Pela perspectiva defendida sobre o <u>trabalho com dados</u>: Conhecimento ecológico produzido a partir da (precedido pela) análise de dados, muitas vezes dados quantitativos, sendo esse conhecimento ecológico e esses dados entendidos como discutíveis e dependentes de um processo (subjetivo) de interpretação e argumentação.</p>

O processo de cognição epistêmica depende de inúmeras variáveis, e não é guiado única e exclusivamente pelas ideias formais que o sujeito tem acerca da ciência e ou da ecologia. Por isso a importância de distinguirmos concepções epistêmicas (formais) de cognição epistêmica, e de ampliarmos esforços de pesquisa nessa área, especialmente esforços focados na figura do professor, já que esses estudos são mais escassos. A relação entre as concepções das professoras investigadas e seus processos de cognição epistêmica é discutida no Capítulo 7.

2.4. CAPÍTULO 6. COGNIÇÃO EPISTÊMICA DE DUAS PROFESSORAS NA EXECUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ECOLOGIA

2.4.1. Objetivo específico

Este capítulo tem como objetivo: - caracterização dos processos fiáveis efetivamente implementados pelas professoras durante a aplicação de uma sequência didática (SD) de ecologia.

2.4.2. Metodologia

Após a entrevista durante a qual as participantes tiveram que pensar no planeamento de algumas aulas de ecologia em torno da temática “Floresta Amazônica”, as duas professoras receberam dos pesquisadores uma sequência didática “modelo” elaborada pelo grupo de pesquisa. Essa SD foi estruturada tendo em vista uma perspectiva mais analítica da ecologia (essa noção de natureza analítica da ecologia foi definida no capítulo anterior).

A SD intitulada “Floresta Amazônica como pulmão do mundo” foi oferecida às professoras como um material instrucional (Apêndice F), em um formato consumível, pronto para ser impresso e entregue aos alunos, caso elas assim desejassem. Mas as professoras também foram instruídas sobre a liberdade e autonomia que tinham para alterar, caso preferissem, qualquer aspecto dessa SD modelo para deixá-la mais próxima daquilo que idealizaram e manifestaram durante a entrevista – na etapa de planeamento das aulas. A estrutura dessa sequência didática modelo encontra-se resumida na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Estrutura geral da sequência didática (SD) intitulada “Floresta Amazônica como pulmão do mundo” elaborada pelo grupo de pesquisa e oferecida às duas professoras.

Atividades	Etapa de acordo com uma perspectiva mais analítica da ecologia	Descrição das atividades
1 e 2	<i>Problematização;</i>	➤ Delimitar uma questão específica para ser investigada (propor um problema científico autêntico): - <i>Será que a Floresta Amazônica pode ser considerada o pulmão do mundo?</i> ;
3	<i>Análise de dados (parte I) para avaliação de ideias/hipóteses;</i>	➤ Interpretar gráficos das taxas de produtividade de oxigênio (em g de O ₂ /m ² ano) encontradas na Amazônia (oxigênio produzido pelas plantas) e nos oceanos (oxigênio produzido pelas algas) para avaliar se esses dados apoiam a hipótese de que a floresta é o

- pulmão do mundo;
- Levar em consideração que os organismos fotossintetizantes (plantas e algas), pelo processo de respiração, consomem parte do oxigênio que produzem na fotossíntese – considerar os conceitos de produtividade primária bruta (PPB) e produtividade primária líquida (PPL), e também os métodos (de amostragem e mensuração) que os ecólogos utilizam para avaliar esses parâmetros;
- 4 *Análise de dados (parte II) para avaliação de ideias/hipóteses;* ➤ Interpretar novamente gráficos da produtividade de oxigênio da Amazônia e dos oceanos (porém dessa vez gráficos discriminando a produtividade em PPB e PPL) e à luz desses novos dados reavaliar a hipótese de que a floresta é o pulmão do mundo;
- 5 *Análise de dados (parte III) para avaliação de ideias/hipóteses;* ➤ A partir de dados adicionais – dados sobre a área (em km²) ocupada pela Floresta Amazônica e pelos oceanos –, construir um gráfico final expressando a produtividade global de oxigênio desses dois ecossistemas (que representa a PPL de cada ambiente multiplicada por sua respectiva área);
- Usando o gráfico final (de produtividade global), reavaliar, mais uma vez, qual ecossistema pode ser considerado, de fato, o pulmão do mundo;
- 6 *Conclusão/Argumentação ;* ➤ Ao final da investigação, à luz de todos os dados analisados, produzir um texto escrito argumentativo defendendo a importância dos oceanos e a necessidade de conservar esses ecossistemas aquáticos;
-

As professoras ficaram livres para escolher qualquer uma de suas turmas de alunos para executar as aulas. Essas aulas foram filmadas, e os registros orais transcritos para análise.

2.4.3. Resultados

2.4.3.1. PROFESSORA 1

A Profa. 1 utilizou quatro aulas (50 minutos cada) para aplicar a sequência didática (SD) na escola pública onde trabalha com uma turma (aproximadamente 30 alunos) do nono ano do ensino fundamental. A primeira aula foi focada na apresentação do problema central.

Utilizando imagens de slogans de campanhas em prol da preservação das florestas, a professora discutiu com os alunos o porquê essas campanhas utilizam desenhos que representam árvores na forma de pulmões. Durante toda a aula, a professora ficou indagando os estudantes sobre qual a relação entre a preservação de uma floresta e a respiração dos seres vivos. As respostas dos alunos foram focadas na ideia de que as árvores purificam o ar e fabricam oxigênio e que, portanto, as florestas precisam ser preservadas por desempenharem esse importante papel para o meio ambiente. Entretanto, apesar do esforço e dos questionamentos repetitivos da professora, os alunos não conseguiram explicar como ocorre esse processo de produção de oxigênio pelas plantas e em nenhum momento recorreram ao conceito de fotossíntese.

Na segunda aula, os estudantes foram divididos em grupos para fazer uma pesquisa em alguns livros didáticos. Eles foram instruídos a localizarem o tópico “Biomass” ou “Biosfera” dentro do capítulo de “Ecologia” e a lerem a parte sobre o bioma “Floresta Amazônica”. Em seguida, tiveram que fazer um registro escrito das principais características desse bioma. Durante essa tarefa, a professora foi pedindo para alguns alunos lerem parte de seus registros e ressaltou alguns aspectos ecológicos e curiosidades sobre a Amazônia que julgou importante.

Na terceira aula, cada grupo teve que apresentar oralmente para a classe uma síntese da pesquisa feita na aula anterior. Novamente, a professora fez algumas intervenções no sentido de explorar melhor as descrições sobre a Amazônia feitas pelos estudantes, enfatizando aspectos como: a imensa área do território nacional que esse bioma ocupa; sua importância para o ciclo da água; sua temperatura e umidade altas; o tráfico de animais silvestres.

Finalmente, na quarta e última aula, os estudantes assistiram no YouTube a alguns vídeos sobre os oceanos, e a professora enfatizou a importância ecológica desses ecossistemas especialmente para o ciclo da água e para a regulação do clima no planeta. Então, somente nos dois minutos finais da aula, a professora retomou a pergunta central da sequência didática – “afinal quem produz mais oxigênio, a Amazônia ou os oceanos?” –, e terminou tentando explicar muito brevemente para os alunos por que, na verdade, são os oceanos que produzem mais.

Devemos lembrar que o objetivo epistêmico declarado por essa professora durante a entrevista foi: “fazer os alunos conhecerem melhor a Floresta Amazônica em seus diversos aspectos, descrever e caracterizar esse bioma e compreender a importância de preservá-lo, independentemente da questão sobre o pulmão do mundo”. Nesse sentido, analisamos os

processos fiáveis que a professora implementou com os alunos para atingir esse objetivo epistêmico almejado.

A professora utilizou metade das suas aulas (aulas 2 e 3) para realizar com os alunos uma atividade não prevista pelo material didático elaborado pelo grupo de pesquisa – uma atividade que não foi incluída na SD “modelo” justamente por não se configurar como um exercício investigativo e não contribuir com a resolução da problematização específica da SD.

Profa. 1: “[...] nós pegaremos os livros e vamos pesquisar sobre a Floresta Amazônica [...] Grupo de cinco pessoas, tá? Óh, algumas instruções básicas, abre o índice, o livro no índice, ou sumário, tá? É a mesma coisa. Aí nós vamos procurar por ‘Ecologia’ e, dentro da ‘Ecologia’, podemos encontrar como ‘Biosfera’ ou ‘Biomás’. Dá uma procuradinha. Em alguns livros, não vai estar ‘Floresta Amazônica’, vai estar ‘Florestas Tropicais’. E é nessa página que nós vamos então, tá? [...] É pra fazer um resumo mesmo. Pode ser assim, óh, por exemplo: ‘tem árvore tal e tal’ [...]”

Os alunos passaram a maior parte do tempo lendo e tomando nota de trechos de livros didáticos voltados à mera descrição de características da Floresta Amazônica. Em nenhum momento essa pesquisa foi orientada por uma questão específica que os estudantes tinham que responder ou uma hipótese que precisavam testar; e não orientados por uma questão, eles podiam selecionar quaisquer informações que quisessem, inclusive a respeito de diversas variáveis irrelevantes para avaliar a produtividade de oxigênio da floresta:

Aluna 1: “[...] O clima da Amazônia favorece a existência de árvores de mais de 20 metros de altura. Algumas árvores presentes na Amazônia são: a castanheira-do-pará, que pode atingir até 50 metros de altura [...]”

[...]

Profa. 1: “[...] se a castanheira ficar sozinha, a gente corre o risco dos polinizadores que moram ao redor dela ficarem sem lugar pra morar, sem água, sem outras comidas alternativas, né? Comida, vamos entender, os grãos de pólen. Gente, óh, passa dos 50 metros de altura! É muita altura [...]”

[...]

Aluna 1: “Aí a gente ia falar de duas árvores. A seringueira, a gente pode ter estudado antes porque é dela que se extrai o látex, que usa pra fazer borracha e outras coisas.”

[...]

Aluna 1: “Professora, lá na Amazônia, eu vi na outra aula também que elas [as árvores] crescem muito pra poder buscar luz que tá lá em

cima. Porque lá no lugar é muito tampado. Tem muitas árvores. Aí elas têm que buscar a luz, aí elas crescem muito.”

[...]

Aluna 1: “Aí a gente vai falar da fauna [...] A Amazônia reúne uma grande diversidade de espécies de animais, como ararajuba, peixe-boi e boto-cor-de-rosa. Esse foi o que a gente escolheu. Mas a gente escolheu eles porque, por causa que eles estão em extinção. Aí eu perguntei pra eles, por que os animais estão em extinção? Aí eu falei que pela destruição do habitat e pela caça. Aí eles vieram complementar: ‘Ah, pode ser porque tá morrendo o alimento dele’. Aí falamos também que é por causa da cadeia alimentar. Se um animal some, o que o outro vai comer? Aí vai acontecendo, entendeu? Aí é por causa disso que entra em extinção.”

Profa. 1: “Óh, então, a gente tá fazendo uma comparação com os animais. Se eu pego um pedaço devastado igual aí na foto do livro de vocês, é o que ela [a aluna 1] tá falando. Devastou, a tendência então é desaparecer com a cadeia alimentar. Não tem o que comer! Ou, se ele puder, ele vai sair do ambiente.”

[...]

Profa. 1: “[...] Óh, então vamos lá. Vocês viram o Blue do filme ‘Rio’? Então, essa arara vai parar nos Estados Unidos, levada por traficantes de seres vivos. Então, isso aqui é um ser vivo. Ela [a arara] não é um objeto. O lugar desse bicho, desse ser vivo, é na mata. Eles não deveriam estar nas nossas casas, muito menos em gaiolas. Aí, o meu conselho é sempre o seguinte: se eu não comprar, o cara não vai ter pra quem vender. E eu começo a colocar fim no roubo das criancinhas. A ave, ela tem o comportamento de defender os filhotes, então ela acaba sendo morta pra roubarem as criancinhas dela. Então nós temos um prejuízo ambiental extremamente sério. Fora que os traficantes, eles levam esses coitadinhos em tubos. Sabe tubo que a gente põe no esgoto? Enche de pequeninhos [filhotes] lá dentro, e tampa pra caber em mala. A maioria morre antes de chegar ao seu destino final. Então você pega aí, vamos supor de 10, 15, 20 indivíduos, mas quando sobrevive um, sobrevive muito, por conta dos maus tratos.”

[...]

Aluna 1: “A gente também pesquisou uma parte do livro que falava, tinha uma boa parte falando sobre as bacias hidrográficas. [...] a gente tinha muita coisa, então a gente copiou só uma pequena parte [...] A gente colocou assim: ‘a bacia hidrográfica da Amazônia é a maior do mundo. Por sua extensão, existe uma enorme quantidade de rios, lagos, lagoas e igarapés. A Bacia Amazônica contém 20% da água doce do mundo. Só o Rio Negro tem mais água doce que toda a Europa’.”

Podemos notar a pluralidade de assuntos abordados pela Profa. 1 e pelos estudantes, e de assuntos que não possuem relação nenhuma com a problemática do “pulmão do mundo”. Como o intuito era simplesmente acumular descrições sobre o bioma pesquisado, a tarefa resumiu-se a copiar alguns trechos dos livros (como os próprios alunos admitem explicitamente em suas falas). Desse modo, a professora e os alunos gastaram metade do tempo da sequência didática realizando uma atividade voltada basicamente à **reprodução de conteúdos presentes nos livros didáticos**, o que não se constitui como um exercício investigativo.

Na aula 4, a professora propôs que os alunos também conhecessem melhor algumas características dos oceanos, talvez tentando ao final da sequência didática tornar possível algum tipo de comparação entre esses ambientes e a Floresta Amazônica. Mesmo assim, o contexto da SD continua não sendo investigativo. Da maneira como essa última aula foi executada, a professora demonstra novamente estar mais preocupada em simplesmente descrever para os alunos as características e a importância ecológica de um ecossistema do que fazê-los discutir sobre a possibilidade de considerarmos esse ecossistema como “pulmão do mundo”.

Da maneira como a professora modificou a SD elaborada pelos pesquisadores e estruturou todas as atividades, essa questão sobre a produtividade de oxigênio da Amazônia *versus* a produtividade dos oceanos ficou definitivamente em segundo plano. Como já foi dito, essa questão não foi o que guiou o trabalho de “pesquisa” dos estudantes. Em aulas investigativas, as atividades devem estar voltadas para a resolução de uma questão-problema central e essa questão precisa ser retomada frequentemente para que os alunos entendam o que estão “perseguindo”. Ao contrário disso, a professora utilizou o problema sobre o pulmão do mundo na primeira aula somente para introduzir o tema, e depois nos dois minutos finais da última aula. E nesse entremeio, as atividades foram estruturadas de maneira independente uma da outra e desconectada desse problema – pois a finalidade das aulas 2 e 3 não foi analisar a produtividade de oxigênio da floresta, assim como a finalidade da aula 4 não foi analisar a produtividade dos oceanos, até porque nem os livros didáticos nem os vídeos do YouTube continham essas informações. A professora alegou não ter conseguido exibir para os alunos o vídeo que gostaria e escolheu outros vídeos sobre os oceanos de maneira aleatória durante a aula.

Profa. 1: “Óh, então a gente não deu sorte aí com os vídeos, porque o vídeo que eu tinha separado não carrega, né. Era pra falar um pouco da

produtividade dos oceanos, mas esses vídeos não mostraram [...] Mas a ideia é essa. Que que eu quero saber de vocês? Pela quantidade de água que tem no nosso planeta, eu tô contando os oceanos, vocês acham que o tanto de alga que tem lá [nos oceanos] produz mais oxigênio ou a Floresta Amazônica produz mais?”

Alunos: “Os oceanos, as algas.”

Profa. 1: “E por que que a gente vai chegar nessa conclusão?”

Profa. 1: “Agora vamos entender por que será que produz mais. Será que algas, a maioria, será que elas são grandes, como as grandes árvores ou não? [...] em função do tamanho e de tudo que as árvores fazem, elas produzem, mas consomem também bastante. [...] Então, no geral, a gente consegue visualizar pelo tamanho das algas e das árvores, que essa produtividade é um pouquinho maior nos oceanos, tá? Tranquilo?”

Alunos: “Tranquilo.”

Dessa forma, podemos dizer que a Profa. 1 não implementa um problema autêntico durante a execução da SD. As tarefas que são propostas não estão comprometidas com a resolução de uma questão que representa um desafio intelectual para os alunos e que exige deles uma postura investigativa.

Embora a Profa. 1 esteja o tempo todo discutindo dúvidas, curiosidades e informações levantadas pelos alunos, essas questões não podem ser tomadas como sinônimos de problematizações. Essas questões não se constituem como questões em aberto, mas sim como perguntas que são respondidas pela própria professora e/ou pelo material instrucional – são **perguntas cujas respostas exigem apenas conhecimentos declarativos:**

Profa. 1: “[...] Amores, então, nesta imagem são mostradas duas árvores que simulam, parecem, os pulmões humanos acompanhadas da frase: ‘Quer continuar a respirar? Comece a preservar’ [*professora discutindo com os alunos o que eles acham dessa frase*]. Tranquilo a frase? Se eu quero árvores para fazer oxigênio, eu tenho que preservar. Se eu quero alimento igual vocês falaram, eu também tenho que preservar. Se é a casa do bicho, igual vocês falaram, eu tenho que preservar. Adorei, tá ótimo. Vocês acham que isso é importante ou não?”

[...]

Profa. 1: “Então, eu acho que essa questão [*refere-se à questão: “O que significa chamar um ambiente de pulmão do mundo?”*], na nossa cabeça, de uma forma simples, eu acho que pode ser descrito assim, óh: ‘afirmar que determinado lugar é o pulmão do Brasil, do planeta, é o pulmão do mundo, é afirmar que ali se produz oxigênio e ali eu tenho boa qualidade de vida’. Vamos finalizar com essa, por hoje? [...]

Vamos finalizar assim, óh: ‘pulmão do mundo é um lugar que produz oxigênio e tem boa qualidade de vida’.”

[...]

Profa. 1: “[*professora respondendo à pergunta de um aluno sobre como a floresta interfere no ciclo da água*] Isso aqui a gente chama de ciclo d’água. Então, a gente, a gente tem isso acontecendo o tempo todo. Tem, lógico, alguns agravantes. Então, por exemplo, essas plantas transpiram. Parte das nuvens formadas nessa região vem da existência dessas plantas. Parte vem de nuvens que foram sopradas pelo vento. Então eu tenho um problema aqui. Esses rios têm essa quantidade imensa de água também, porque tem tudo isso de árvore, que faz transpiração, que faz chover nuvens formadas aqui. E aí eu tenho esse grande volume de água doce. Então, na realidade, parece um desperdício e até acontece, entre aspas, uma coisa muito injusta. O pessoal que mora na Amazônia, muitas vezes tendo que comprar água, porque essa água não é capturada, não é levada, às vezes, onde precisa.”

[...]

Profa. 1: “Esse outro vídeo já foi um pouquinho melhor, né, gente? Por quê? Porque ele deu pra gente até uma noção um pouquinho maior do que a gente queria. Ele já foi logo desaparecendo com os oceanos pra gente entender duas coisas que são importantíssimas. Os oceanos, além do ciclo da água que vocês já tinham falado e a gente já tinha desenhado no caderno, além disso, os oceanos são importantes para a distribuição do clima no planeta. Isso é de vital importância. Por quê? Porque a gente tem polos congelados, e a linha do equador quente. Quem leva calor para os polos e traz um pouquinho de frescor dos polos para o equador é a água dos oceanos. E a outra coisa importantíssima que foi dita pelo vídeo foi a parte do gás carbônico. A gente sabe que os oceanos prendem uma quantidade grande do gás carbônico, que tem aumentado, e muito, nos últimos tempos, por conta da industrialização, por conta da poluição.”

Os alunos não precisam discutir informações, justificar e debater diferentes ideias, uma vez que os conhecimentos já são declarados e transmitidos pela professora e ou pelo livro. Podemos notar, assim, a **ausência de discutibilidade nas questões e tópicos desenvolvidos**, pois as conclusões já são dadas de antemão: “a conclusão de que a floresta tem *‘tais e tais’* características e portanto deve ser preservada!”; “a conclusão de que pulmão do mundo é um lugar que produz oxigênio e tem boa qualidade de vida!”; “a conclusão de que a floresta e o ciclo da água estão relacionados *‘de tal maneira, conforme tais fatos’*!”; “a conclusão de que os oceanos também são ecossistemas importantes por *‘tal e tal motivo’*!”.

A tarefa de simplesmente resumir um capítulo do livro didático que descreve o bioma Amazônia **não exige trabalho com dados e não exige argumentação**. Os alunos não estão

sendo convidados a avaliar um enunciado, mas sim a reproduzir os enunciados presentes no livro. Isso exige, é claro, um exercício de interpretação de texto, necessário para a compreensão leitora. Entretanto, não podemos dizer que há um exercício de interpretação de dados. É quando precisamos argumentar a respeito de uma questão que o trabalho com dados se torna necessário, pois, como já foi mencionado anteriormente, a argumentação compreende justamente esse exercício de defender alegações à luz de dados. Quando queremos convencer alguém a respeito de algo que concluímos precisamos reunir um conjunto de informações que tornem essa conclusão mais “forte”, e essas informações “arquitetadas” de modo a aumentar a força de uma conclusão são os dados. Assim, na ciência/ecologia, quando solucionamos um problema, por exemplo, emitindo um veredicto sobre qual ecossistema produz mais oxigênio, temos que reunir dados que permitam aumentar a aceitabilidade dessa solução proposta.

Ao longo de toda a sequência de aulas a Profa. 1 ofereceu aos alunos diversas informações irrelevantes para resolver o problema central da SD, e deixou de oferecer justamente o que seria o cerne do trabalho investigativo/analítico dos alunos – analisar gráficos da produtividade primária líquida e bruta da Floresta Amazônica e dos oceanos bem como os dados da área ocupada por esses ecossistemas para chegar a uma conclusão sobre qual desses ambientes merece o título de pulmão do mundo. Nem os livros didáticos consultados pelos alunos, nem os vídeos do YouTube ofereciam dados adequados e suficientes para os alunos chegarem a alguma resposta desse caráter. Nesse sentido, quem constrói a resposta final para o problema central da SD é a própria professora, nos dois últimos minutos da quarta aula. Em um ensino investigativo, essa resolução do problema não deve ficar a cargo do professor, porquanto ser um dos momentos mais importantes e privilegiados para os alunos exercerem protagonismo intelectual e sociodiscursivo em sala de aula e expressarem a construção de suas próprias conclusões e ideias.

Além disso, a professora fornece a conclusão sem os dados necessários para defendê-la. Logo, além de não oferecer a chance dos alunos trabalharem por conta própria com esses dados, a professora nem sequer os menciona, mesmo ela tendo em mãos uma SD modelo produzida pelos pesquisadores contendo todos esses dados. A professora acaba, assim, utilizando “dados” insuficientes para solucionar, no lugar do aluno, o problema da SD. Ela conclui que os oceanos produzem “um pouquinho” mais de oxigênio do que as florestas porque as algas são menores e, portanto, consomem menos oxigênio do que as plantas. Essa conclusão e esses “dados”, todos qualitativos, estão muito aquém de todo o conjunto de evidências que um ecólogo precisa reunir durante uma investigação para nos convencer a

respeito de qualquer achado que queira postular. Sem permitir o trabalho com todos esses dados, fica difícil ampliar e sofisticar a compreensão dos estudantes acerca de como se produz conhecimento na ecologia.

Ao final da quarta aula, depois de desligadas as câmeras, a professora declarou que faria em uma próxima oportunidade a atividade de análise dos gráficos prevista pela SD elaborada pelos pesquisadores. Contudo, ela adiou tanto a aplicação dessa atividade, que deixou de ser necessário realizá-la e filmá-la para o presente estudo. Essa atitude já mostrou, por si só, o quanto a professora considerou essa atividade como sendo apenas uma atividade extra, secundária, acessória. Ela realmente considerou que a atividade poderia ser realizada em qualquer outro momento, mesmo que um bom tempo depois, e completamente descolada do restante da sequência didática, apenas como uma atividade de sistematização ou de avaliação. Isso está em desacordo com o “lugar” e a “função” do trabalho com dados nas aulas de ciências. Os dados na ciência não funcionam para demonstrar conclusões já postuladas, ao contrário, eles devem anteceder essas conclusões, já que são os dados que autorizam construí-las. Então, no ensino de ciências, o lugar do trabalho com dados não é ao final de uma sequência didática. Esse trabalho representa justamente todo o caminho que os estudantes deveriam ter que realizar para conseguir construir, à luz dos dados analisados, suas próprias soluções para um problema investigado. Se essas soluções já são dadas de antemão para os alunos e se a questão investigada já está respondida, não faz mais sentido oferecer dados para os alunos interpretarem.

Resumindo, a Profa. 1 desconsiderou a maneira como os pesquisadores conceberam o material didático e a estrutura da SD e preferiu implementar outras atividades, seguindo o que ela própria idealizou antes de conhecer esse material. O contato com uma proposta didática diferente daquela que a professora planejou durante a entrevista não a fez mudar de ideia a respeito de como realizar as suas aulas de ecologia, e essa proposição sugerida pelos pesquisadores foi descartada pela professora.

Diante de todo o exposto anteriormente, observamos na execução das aulas da Profa. 1 a ocorrência de processos fiáveis capazes de atingir o objetivo epistêmico adotado por ela. Foram processos perfeitamente condizentes com a cognição epistêmica manifestada por essa professora durante a entrevista, na etapa de planejamento da SD, porém processos NÃO condizentes com uma abordagem mais investigativa/analítica no ensino de ecologia. Esses **processos fiáveis** estiveram predominantemente baseados em: **reprodução** de conteúdos presentes nos livros didáticos; **descrição de conhecimentos declarativos/factuais**.

O material didático produzido pelos pesquisadores foi elaborado para tornar a ecologia escolar mais analítica e mais próxima de aspectos epistêmicos da ciência ecologia. Tornar a ecologia escolar mais analítica significa ajudar os alunos a compreenderem que a ecologia, assim como as outras ciências, tem uma maneira de explicar os fenômenos que estuda. Além disso, enfatizar que essa maneira envolve delimitar *a priori* hipóteses, questões, problemas específicos para serem investigados, e por sua vez, delimitar certas variáveis, evidências, dados, que permitam solucionar esses problemas específicos, e não outros.

Apesar de ter recebido o material didático, pautado nessa perspectiva de uma ecologia mais analítica, a Profa. 1 teve sua prática alinhada com outra perspectiva – a de uma ecologia mais descritiva, ampla e exploratória. A professora não implementou aulas de ecologia comprometidas com a delimitação de hipóteses e variáveis específicas a serem investigadas e focadas na resolução de problemas científicos e na avaliação de explicações sobre determinados fenômenos ecológicos, mas sim aulas comprometidas com observações genéricas do meio ambiente e de forte cunho descritivo, qualitativo e preservacionista. A partir das aulas executadas, podemos observar que a Profa. 1 estava mais preocupada em fazer os alunos conhecerem o máximo de características possível acerca de alguns ecossistemas para entenderem a importância de preservar esses ambientes.

2.4.3.2. PROFESSORA 2

A professora 2 utilizou apenas duas aulas (50 minutos cada) para aplicar a sequência didática (SD) na escola pública onde trabalha com uma turma (aproximadamente 30 alunos) do sétimo ano do ensino fundamental. Diferente da Profa. 1, a Profa. 2 desenvolveu atividades seguindo exatamente a estrutura da SD modelo produzida pelos pesquisadores (Apêndice F), inclusive imprimindo esse material e entregando uma “apostila” para cada aluno. As únicas alterações feitas nesse material pela professora antes da impressão foram: a retirada do tópico “Saiba Mais” da “Atividade 3” (ver Apêndice F) e a retirada da “Atividade 6”. Como o tópico “Saiba Mais” inclui um texto muito longo e carregado de muitos conceitos e termos técnicos, a professora achou melhor não exigir a leitura desse texto pelos alunos e, ao invés disso, apresentar esses conceitos apenas por meio de explicações orais e com o auxílio da lousa, visando deixar a atividade mais fácil e rápida. E a “Atividade 6”, que envolve a redação de um texto final pelo aluno defendendo a importância de preservar os mares, a professora também retirou para ganhar tempo, alegando que essa discussão já poderia ser contemplada no final da

“Atividade 5”, quando os alunos produzem um texto argumentativo concluindo que o oceano (e não a Amazônia) é o pulmão do mundo. Portanto, com exceção dessas atividades, a professora aplicou a SD do modo como ela foi desenhada pelos pesquisadores – com as mesmas questões para os alunos responderem, os mesmos dados para serem interpretados e seguindo a mesma ordem proposta (Tabela 2). Todas as atividades foram feitas pelos alunos trabalhando individualmente e não em grupo.

Tabela 2. Organização geral da sequência didática executada pela Profa. 2.

Atividades	Descrição das atividades
1 e 2	➤ Professora delimita uma questão específica para ser investigada: - <i>Será que a Floresta Amazônica pode ser considerada o pulmão do mundo? Ou o oceano deve ser considerado o pulmão do mundo?</i> ;
3	➤ Alunos interpretam gráficos das taxas de produtividade de oxigênio (em g O ₂ /m ² ano) da floresta e do oceano;
4	➤ Alunos interpretam novamente gráficos da produtividade de oxigênio de cada ambiente (porém dessa vez discriminando a produtividade em PPB e PPL);
5	➤ Alunos constroem um gráfico final expressando a produtividade global de oxigênio da floresta e do oceano (PPL de cada ambiente multiplicada por sua respectiva área); Alunos usam os dados para avaliar qual ambiente pode ser considerado, de fato, o pulmão do mundo;

Devemos lembrar que o objetivo epistêmico declarado pela Profa. 2 na entrevista foi: “discutir com os alunos se a Floresta Amazônica pode realmente ser chamada de pulmão do mundo”. Então, a professora teve que adotar alguns processos fiáveis que ela julgou adequados para atingir esse objetivo epistêmico com os seus alunos.

Usando o *slogan* de uma campanha publicitária da “SOS Mata Atlântica” (Atividade 1 da SD elaborada pelos pesquisadores), a Profa. 2 começou a primeira aula levantando os conhecimentos prévios dos alunos sobre a importância de ambientes florestais para a nossa respiração. Nesse momento, alguns alunos levantaram outros motivos pelos quais as florestas são importantes, que não dizem respeito especificamente à questão da respiração, como o fato das florestas serem fontes de recursos naturais. A professora interveio nesse momento

deixando claro para os alunos qual era o foco da discussão, e que algumas informações que eles estavam levantando não eram pertinentes para a discussão em particular e não deveriam ser consideradas:

Profa. 2: “[...] A aluna falou: ‘ela faz papel’. É verdade, a gente usa a madeira para fazer o papel. Mas isso tem a ver com a campanha aqui, campanha que está falando da importância de preservar a floresta para a gente respirar? Não, né? [...]”

Em seguida, a professora conduziu a discussão até os alunos chegarem à ideia de que pelo fato das florestas produzirem oxigênio por meio da fotossíntese, elas contribuem para a nossa respiração, e que por esse motivo, alguns ambientes como a Amazônia são chamados de “pulmão do mundo”. Então, ela apresentou apenas a manchete de uma reportagem que afirma que o oceano, e não a Amazônia, deve ser considerado o verdadeiro “pulmão do mundo”. Com isso, ao trazer um contraponto em relação ao que a maioria das pessoas costuma pensar e dizer, e ao trazer ideias divergentes a respeito do assunto, o que a Profa. 2 faz é **promover uma problematização**:

Profa. 2: “[...] A maioria das pessoas acha que a Amazônia é o pulmão do mundo, mas a reportagem tá dizendo o contrário, né? Tá dizendo que é o mar. [...] Mas a gente não pode confiar cegamente em tudo que a gente escuta ou tudo que a gente lê ou vê [...] E aí, o que vocês acham? [...] Vocês acham que as algas produzem mais oxigênio do que as árvores, pra gente chamar o oceano de pulmão do mundo? [...] É isso que a gente vai tentar resolver hoje então [...]”

[...]

Profa. 2: “[...] Não sei! [*resposta da professora quando os alunos insistentemente perguntam qual é a resposta certa*] É o que a gente vai investigar [...] Responde o que você acha [...] Se é isso ou não [se a floresta é o pulmão do mundo ou não] é o que a gente vai investigar. Não se preocupe se sua resposta está correta ou não [...] Por enquanto a gente ainda não fez a investigação [...]”

Analisando o começo da aula, podemos notar a preocupação da professora em delimitar bem uma questão para orientar a construção de conhecimento pelos alunos – ela define previamente o que os alunos terão que responder, e demarca, assim, que o propósito não é simplesmente conhecer quaisquer características sobre a Amazônia, o oceano e suas respectivas importâncias, mas sim produzir conhecimento para resolver especificamente a questão problematizada. Essa questão se constitui como um problema autêntico, no sentido de ser apresentada como uma questão “em aberto”, sem resolução óbvia, e que, portanto, representa um desafio intelectual para os alunos. Acreditamos que isso contribua para

estabelecer um “clima” epistêmico em sala de aula mais favorável para aproximar os estudantes da cultura científica da ecologia – sugerindo para o aluno que essa ciência também parte de questionamentos (e não de certezas), e **questionamentos que exigem uma perspectiva analítica/investigativa com a delimitação de hipóteses e variáveis específicas para serem estudadas**. Desse modo, espera-se que o aluno perceba que os conhecimentos serão construídos ativamente por ele ao longo da aula, e não estão de antemão finalizados, prontos para serem simplesmente transmitidos pelo professor.

Na etapa seguinte, depois de explicar brevemente a relação entre fotossíntese e respiração e os gases envolvidos nesses processos, a professora forneceu o primeiro conjunto de dados que os estudantes precisavam analisar. Eles analisaram um gráfico mostrando a produtividade de oxigênio (em g/m² ano) da Amazônia comparada à produtividade do oceano, e precisavam avaliar se esses dados apoiam ou refutam a conclusão de que o oceano é o pulmão do mundo:

Profa. 2: “[...] Mas aí a pergunta: ‘as plantas respiram?’ [...] Sim, gente! Planta também respira. A fotossíntese seria equivalente à nossa alimentação. Com isso as plantas conseguem nutrientes, que é o que a gente consegue se alimentando. Mas pra se manter vivo, a gente não come e respira? A planta produz o próprio alimento, e respira. A planta também faz respiração, ok? A respiração dela é igual a nossa, pega oxigênio e libera gás carbônico, tudo bem? Então o oxigênio entra e o gás carbônico sai [*explica isso com o auxílio de esquemas na lousa*]. Mas então, pra pensar quem é o pulmão do mundo, a gente tem que pensar em quem tá produzindo mais oxigênio, certo? Então a gente precisa ver essa parte primeiro [*professora refere-se a analisar apenas a fotossíntese primeiro, analisar a produção de oxigênio pela fotossíntese, e não o consumo de oxigênio pela respiração*], quem que produz mais oxigênio, tá? Então na segunda página vocês têm um gráfico de produtividade de oxigênio da floresta Amazônica e dos oceanos. Então quem que produz mais oxigênio?”

Alunos: “As árvores da floresta produzem muito mais.”

Profa. 2: “Esse gráfico aí faz vocês acharem que quem é o pulmão do mundo, então?”

Alunos: “A floresta Amazônica.”

[...]

Profa. 2: “Então agora vocês vão responder por escrito a questão: ‘esses dados observados sustentam ou discordam da conclusão trazida pela reportagem de que o oceano é o pulmão do mundo?’ [...] Agora a gente viu mais dados, então você pode reavaliar a sua posição sobre a reportagem [...] É o oceano ou é a floresta que é o pulmão do mundo? Você continua achando a mesma coisa ou mudou sua opinião?”

No trecho exemplificado acima, e essa característica vai permanecer até o final da sequência didática, podemos observar o foco da professora em exigir dos alunos o **trabalho com dados** e o exercício de avaliação de enunciados à luz desses dados, um **exercício** inerentemente **argumentativo**.

Na próxima atividade, a professora complexificou essa tarefa, dando maior ênfase à variável “respiração”. Ela retomou a explicação de que organismos fotossintetizantes também precisam respirar, e de que por conta disso, parte do oxigênio produzido na fotossíntese é consumida pela respiração desses seres. Assim, a professora estimulou os alunos a pensarem nos limites dos dados que possuíam até o momento, e a pensarem em dados adicionais:

Profa. 2: “Então o primeiro gráfico mostra que a floresta produz mais oxigênio do que os oceanos, só que tanto as árvores que estão na Amazônia, quanto as algas que estão nos oceanos, são seres vivos, certo? Ou seja, elas [plantas e algas] respiram, então grande parte desse oxigênio que elas estão produzindo, elas mesmas vão usar, certo? Porque óh [*aponta o gráfico projetado por datashow*], as árvores aqui da floresta Amazônica estão produzindo esse tanto de oxigênio [7200 g /m²ano] e as algas produzindo esse tanto [270g], mas elas respiram, então grande parte elas vão usar. E isso não tem que entrar na conta pra ver quem produz mais oxigênio pra gente? Na próxima aula a gente vê [*professora é interrompida pelo sinal do intervalo*].”

Na segunda aula, após o intervalo, a professora continuou com a atividade de inserir novas variáveis e dados para complexificar o trabalho dos alunos. Um novo gráfico foi apresentado, retomando os valores de produtividade bruta da floresta e do oceano, porém acrescido de novos valores: a quantidade de oxigênio consumida por cada ambiente na respiração; e a quantidade de oxigênio efetivamente liberada para a atmosfera (a produtividade líquida).

Profa. 2: “[...] Até agora a gente viu o que elas [plantas e algas] produzem, e isso é a produção primária bruta. Só que parte [do oxigênio] elas consomem. Então parte do que elas produziram já vai embora [é consumido por elas mesmas], e o que fica é o que a gente chama de produção primária líquida, ok? [...] Então para saber quem tá disponibilizando mais oxigênio, e quem realmente é o pulmão do mundo, a gente precisa ver o quanto eles [a floresta e os oceanos] gastam [...] Então nós temos um novo gráfico, olha aqui [*aponta o gráfico no slide projetado*]. Óh, a Amazônia, produção primária bruta, que é o quanto ela produz, é o mesmo dado que tava no gráfico anterior, óh 7200. Agora o ‘R’, que é o quê? Respiração, ou seja, o quanto ela gasta disso. Então, do 7200 que ela produz, 6450 gramas de oxigênio por metro quadrado por ano ela [a floresta] gasta respirando.

Quanto que é a produção primária líquida? Quanto que de fato sobra, e ela libera? [...] Então agora respondam por escrito as próximas questões, as questões da Atividade 3 [...] Uma das questões é: ‘observando esses novos dados, você acha possível determinar qual ecossistema deve ser considerado o pulmão do mundo?’ [...] Agora dá [para determinar]? Chegamos numa conclusão? A conclusão mudou, não mudou? [...] Respondam aí [...]

Profª. 2: “Então de acordo com esses novos dados [dados do segundo gráfico], quem é o pulmão do mundo?”

Alunos: “A floresta Amazônica.”

Profª. 2: “Todo mundo concorda? [...] Então se a gente for olhar o quanto libera na atmosfera, quanto que a floresta Amazônica libera?”

Alunos: “750.”

Profª. 2: “750. E quanto o oceano libera?”

Alunos: “150.”

Profª. 2: “150 gramas de oxigênio por metro quadrado de oceano por ano. Resolvemos então?”

Aluna 1: “Mas a Amazônia consome mais.”

Profª. 2: “Óh, a Aluna 1 tá falando. Vamos aproveitar para analisar. Ela tá falando aqui que quem consome mais oxigênio pela respiração é a floresta, que a floresta consome mais que o oceano. Ela tá certa?”

Alunos: “Tá certa.”

Alunos: “Não, tá errada.”

Com essa tarefa, a professora aumentou ainda mais a discutibilidade do conhecimento ecológico que os alunos estavam construindo. A questão permaneceu em aberto, sem respostas “corretas” prontamente oferecidas pela professora, e a construção de conhecimento pautada não em um discurso externo de autoridade, mas sim no exercício de interpretação pessoal dos dados pelos próprios alunos. Esse caráter de discutibilidade permitiu que os alunos chegassem a diferentes conclusões, ficando na dúvida sobre o que defender. Enquanto alguns acharam que os dados continuavam apontando a Amazônia como o pulmão mundo, já que sua produtividade é maior que a produtividade líquida do oceano, outros estudantes começaram a desconfiar dessa conclusão, destacando como dado o consumo muito maior de oxigênio que existe na floresta por conta da sua respiração, ou seja, o fato da floresta consumir a maior parte do oxigênio que produz e liberar apenas uma pequena parte desse gás para a atmosfera e para os outros seres vivos do planeta. Isso só reforça o “clima” epistêmico que destacamos anteriormente como extremamente desejável para aulas de ciências, incluindo obviamente a disciplina de ecologia. Defendemos esse clima em sala de aula por ele envolver

vários aspectos típicos da cultura científica como o debate de diferentes ideias e a argumentação.

Na atividade seguinte, a professora explicou brevemente o que é amostragem na ciência, e como os ecólogos dependem desse método para realizar uma investigação sobre a produtividade de oxigênio de um ambiente, já que não é possível mensurar a produtividade de cada metro quadrado da Amazônia ou dos oceanos, considerando a enorme área que eles possuem. Usando essa noção de amostragem, a professora reforçou para os alunos que todos os dados apresentados desde o começo da sequência didática referiam-se à produtividade de apenas um metro quadrado de floresta, comparada à produtividade de um metro quadrado de oceano. A partir disso, a professora ajudou os alunos a raciocinarem sobre a última variável que eles teriam que ponderar – a variável “área total da Amazônia e do oceano” – e sobre os cálculos que teriam que realizar para produzir o último gráfico necessário para a conclusão da investigação.

Profa. 2: “Um quadradinho, um metro quadrado de floresta libera na atmosfera isso aqui de oxigênio, 750 gramas por ano. Só que a Amazônia inteira tem esse tanto de metros quadrados [*aponta na lousa o valor da área total da floresta*]. Então que conta eu teria que fazer para descobrir quanto a Amazônia inteira liberaria?”

Alunos: “De vezes, de multiplicação.”

Profa. 2: “Isso, de vezes. Óh, se um quadradinho libera isso, e eu tenho tudo isso de metros quadrados...”

Aluno 2: “É só fazer esse número grande [*aponta o valor da área da Amazônia*] vezes 750.”

Profa. 2: “E aí você vai chegar a conclusão de quantos gramas de oxigênio a Amazônia inteira produz por ano, certo? [...] Gente, só olhando, antes de fazer as contas, quem você acha que vai dar um número maior no fim?”

Alunos: “A floresta.”

Alunos: “O oceano.”

[...]

Profa. 2: “Então daqui a pouco eu coloco os números finais disso aqui [resultados das multiplicações]. Aí vocês vão colocar no último gráfico. E aí vão ver quem no fim, considerando a área inteira, produz mais, tá?”

[...]

Profa. 2: “Bom, então os valores finais são esses [números escritos na lousa]. [...] Considerando as áreas totais, o que a floresta libera para a atmosfera é aproximadamente 4 bilhões de toneladas de oxigênio por

ano, líquido, depois que ela já usou para respirar. E o oceano libera 54 bilhões de toneladas de oxigênio por ano.”

Aluna 4: “Ah, então o oceano libera mais?”

[...]

Aluno 5: “Professora, a floresta Amazônica só perde porque consome mais [consome mais oxigênio na respiração]...”

Profa. 2: “É, se o consumo da floresta fosse menor, talvez ela ganhasse [em produtividade]... não sei, teria que fazer as contas, porque a área tem uma diferença grande [entre a floresta e o oceano].”

[...]

Profa. 2: “[...] Então se alguém disser que pra conseguir no fim responder definitivamente quem é o pulmão do mundo, que você vai ter que considerar a área total, então essa pessoa tá certa ou tá errada? Por quê?”

Aluno 3: “Tá certa, porque isso pode mudar a conclusão.”

Podemos ver nesse exemplo o quanto a Profa. 2 valorizou em suas aulas o trabalho com os **dados quantitativos** e com a **linguagem e raciocínio matemáticos**, algo que também é extremamente desejável em aulas de ecologia, uma vez que essas características são centrais na cultura/natureza dessa ciência. Quando esse trabalho é feito em sala de aula, mantém-se uma aproximação maior entre a ecologia escolar e a ciência ecologia. É possível notar que os alunos permanecem engajados no exercício de interpretação dos dados e de construção de conclusões à luz desses dados, inclusive buscando relações entre os novos dados fornecidos pela professora e os dados antigos, e entendendo a natureza conjectural e argumentativa da construção do conhecimento (*Aluno 3: “Tá certa, porque isso pode mudar a conclusão.”*).

Finalmente, a professora propôs aos alunos a tarefa final:

Profa. 2: “Então agora a última questão. Olhem para o último gráfico de vocês [gráfico de produtividade global]. Agora a gente considerou todos os dados, o quanto produz, mas dessa produção a parte que eles consomem, e aí consideramos só a parte [de oxigênio] que eles liberam na atmosfera. Aí você considerou a área total da Amazônia, a área total do oceano, e chegou nesse gráfico que vocês estão fazendo aí. Olhem agora para o gráfico de vocês, e respondam a última questão: ‘o que se pode concluir sobre a afirmação da reportagem, lá no começo da aula, de que o oceano é o pulmão do mundo? Explique sua resposta justificando com base em todos os dados obtidos.’ [...]”

[...]

Aluna 6: “Professora, eu tava tão feliz antes acreditando que o pulmão do mundo estava no Brasil. E na verdade não tem nada de especial.”

Vemos que a Profa. 2 novamente requereu uma produção argumentativa dos alunos, desse vez na forma de um texto escrito final respondendo à pergunta central investigada ao longo de toda a sequência de atividades: “Afinal de contas, qual ambiente deve ser considerado o pulmão do mundo – a Amazônia ou o oceano?”. Isso mostra a coerência entre os processos fiáveis utilizados por essa professora e o objetivo epistêmico que ela declarou querer atingir.

Resumindo toda a execução da sequência didática pela Profa. 2, podemos dizer que ela implementou **processos fiáveis** pautados em: **resolução de problemas científicos específicos**; promoção de habilidades do fazer científico como análise de dados quantitativos; **estímulo à argumentação**. Diferente da Profa. 1, que descartou completamente a SD elaborada pelos pesquisadores, a Profa. 2 optou por desenvolver exatamente o previsto nesse material didático, talvez por reconhecer nele uma grande afinidade com o objetivo epistêmico e as características epistêmicas concebidos por ela durante o planejamento das aulas.

Concluindo, observamos nas aulas da Profa. 2 a ocorrência de processos fiáveis capazes de atingir o objetivo epistêmico adotado por essa professora e, ao mesmo tempo, processos condizentes com uma abordagem menos tradicional e mais investigativa no ensino de ecologia. Desse modo, ao contrário da Profa. 1, cuja abordagem de ensino denota uma ecologia de natureza mais ampla e exploratória – uma ecologia que não deixa claro para os alunos algumas práticas e compromissos epistêmicos desse campo de conhecimento –, a Profa. 2 demonstra uma abordagem que demarca melhor a natureza analítica/investigativa dessa ciência. Podemos comparar esses processos fiáveis implementados pelas duas professoras na tabela a seguir (Tabela 3).

Tabela 3. Categorias usadas para analisar os processos fiáveis implementados pelas duas professoras durante a etapa de execução das aulas de ecologia (sequência didática sobre o “pulmão do mundo”).

Sujeito de pesquisa	Aspecto da cognição epistêmica avaliado	Natureza ampla e exploratória da ecologia (no contexto do ensino)	Natureza analítica da ecologia (no contexto do ensino)
Profa. 1	Processos fiáveis	✓ Reprodução de conhecimentos declarativos-factuais; descrição de informações genéricas sobre o meio ambiente (observações / caracterizações de forte cunho descritivo, qualitativo, e preservacionista).	

Profa. 2 Processos fiáveis	✓ Proposição de problemas específicos (de forte carácter científico) para investigação; trabalho com dados e argumentação, incluindo o trabalho com linguagem e raciocínio matemáticos.
--	---

3. TERCEIRA PARTE: DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

3.1. CAPÍTULO 7. RELAÇÃO ENTRE CONCEPÇÕES SOBRE A ECOLOGIA E PROCESSOS DE COGNIÇÃO EPISTÊMICA

3.1.1. Objetivos específicos

Este capítulo tem como objetivos: - retomada e discussão dos principais resultados referentes às concepções formais dos professores sobre a ecologia; - discussão da relação entre concepções formais e cognição epistêmica a partir de um estudo de caso envolvendo duas professoras.

3.1.2. Discussão sobre as concepções formais

3.1.2.1. Concepções sobre a ciência ecologia

Com relação especificamente à ciência ecologia, observamos uma minoria de respondentes com concepções bem informadas (os 15% classificados no grupo 1 da análise de cluster da escala Likert do questionário 2 - VNEC - “Visões sobre a Natureza da Ecologia”), e muitos professores com concepções não-informadas. Consideramos não-informados aqueles posicionamentos que tendem a afirmar fortemente que o trabalho do ecólogo é a preservação ambiental – a realização ativa de manejo do meio ambiente – e que a ecologia não permite perspectivas mais analíticas e quantitativas de pesquisa – perspectivas envolvendo teste de hipóteses, delimitação de variáveis de estudo, realização de experimentos, construção de modelos e generalizações. No discurso dos professores para as questões dissertativas, outras visões limitadas sobre a ciência ecologia e que parecem afastá-la das outras ciências são: pensar que a ecologia exige um “olhar holístico” sobre o mundo, além de uma metodologia fortemente qualitativa e restrita a observações de campo; e pensar que ela é uma ciência mais “palpável” por envolver questões mais próximas da realidade e do cotidiano das pessoas e por estar voltada para a resolução dos problemas socioambientais da sociedade e para a defesa da vida e preservação da natureza.

Compreender a ecologia como voltada basicamente para estudos de caso e apenas para “descrições de tudo que é registrado no momento e local específicos desses estudos” parece uma crença típica de quem aproxima a ecologia muito mais do trabalho de natureza ampla e exploratória dos naturalistas (do início do século passado) do que da natureza analítica das

outras ciências naturais atuais. Essa visão de que o ecólogo é apenas aquele envolvido diretamente com práticas de manejo e conservação do meio ambiente também é uma visão limitada. Pelo menos um terço dos professores defende que o objetivo central dos ecólogos é assegurar a manutenção e o equilíbrio do meio ambiente, diminuir os impactos ambientais causados pela interferência antrópica, promover ações de sustentabilidade e conservação, bem como harmonizar a relação “homem-natureza”.

Conforme levantado em nossa revisão da literatura, a ecologia apresenta sua origem fortemente associada à tradição da história natural, e voltada para estudos descritivos do meio ambiente. Os estudos dos naturalistas traziam grandes contribuições acerca dos territórios que eles visitavam, com caracterizações da dinâmica ambiental da paisagem, descrições da fauna e da flora, e propostas de classificação taxonômica das espécies encontradas (NUNES, 2016). Entretanto, no começo do século XX, naturalistas como Forbes, Cowles e Clements já demonstravam sua preocupação em superar esses estudos mais descritivos e qualitativos, e desenvolver métodos quantitativos e experimentais para investigar os fenômenos ecológicos (KINGSLAND, 1991). Clements (1905, p. 6-7) já expressava claramente seu incômodo com a ideia de uma ecologia meramente descritiva: *“O ecólogo deve antes de tudo ser um botânico, não um mero catálogo de plantas, e ele também deve possuir uma formação específica nos métodos especiais de investigação ecológica”*.

Então, à medida que progride, a ecologia deixa de ocupar-se apenas de observações sistemáticas, inúmeras descrições, e de uma postura de contemplação do meio ambiente. Ela se volta para a busca de explicações, predições e generalizações sobre os fenômenos (MELLO, 2006). Os ecólogos passam assim a elaborar hipóteses, delimitar variáveis e realizar testes experimentais, e a propor modelos para investigar esses fenômenos, ou seja, passam a incorporar uma abordagem mais analítica de pesquisa. Atualmente temos uma ecologia que incorpora conceitos e ferramentas de matemática, estatística, genética, química, física, informática e diversas outras áreas (SANTIAGO, 2012).

Assim, mesmo reconhecendo a complexidade dos fenômenos ecológicos – em função das diversas escalas temporais e espaciais dentro das quais podem ser estudados e em função das inúmeras variáveis ambientais às quais estão relacionados – e reconhecendo que a ecologia apresenta um objeto de estudo de natureza mais holística e menos determinista (quando comparada por exemplo, à física, à química ou a outras áreas da biologia como a fisiologia), os ecólogos passam a considerar a necessidade de métodos analíticos para o estabelecimento da ecologia como ciência. Portanto, é impossível negar que, mesmo com a

possibilidade de ser considerada “holística” em relação à natureza do seu objeto de estudo, a ecologia está inscrita no paradigma da ciência moderna e depende de abordagens analíticas para o seu progresso (MELLO, 2006).

Sabemos que essa questão do dualismo entre holismo e reducionismo é bem mais complexa do que apresentamos aqui e que ela perdura no campo da ecologia até os dias atuais e está longe de esgotar-se. Reconhecemos que há, até mesmo entre os ecólogos e epistemólogos da área, profundos debates sobre as implicações e a adequação dessas abordagens – holística e reducionista – para as investigações da ecologia (BERGANDI, 2011). Entretanto, foge do espoco desta tese discutir com profundidade e do ponto de vista filosófico esse dualismo.

O que nos interessa especificamente é reconhecer, em primeiro lugar, que a pesquisa em ecologia já superou e muito aqueles estudos feitos nos moldes da história natural e, em segundo lugar, que embora os objetos de estudo da ecologia sejam complexos, essa ciência pode e precisa se valer de métodos analíticos para investigá-los. A ecologia abarca uma pluralidade enorme de correntes metodológicas e filosóficas, que podem ser tidas como mais ou menos holísticas, mais ou menos reducionistas, e que compreendem desde pesquisas sobre a diversidade biológica em nível molecular até o estudo da biosfera como um “superorganismo”.

O ponto crítico que nos preocupa é que uma visão ingênua do holismo na ecologia comprometa o reconhecimento de que esse campo utiliza-se também daquele fazer científico presente em outras ciências naturais, limitando a compreensão sobre essa pluralidade e potencial da ecologia – a compreensão sobre o que de fato a ecologia é e/ou pode ser. É uma visão limitada acreditar que, pela complexidade e interdependência dos fenômenos ecológicos, não restam aos ecólogos outra opção senão estudos de caso e estudos qualitativos tentando descrever o máximo possível de variáveis. Assim como é limitada a visão de que a ecologia não permite um fazer científico que delimita “recortes da realidade” e escolhe apenas algumas variáveis a serem investigadas, estabelece *a priori* as hipóteses a serem testadas e realiza “modelagens”. Então, o problema não é considerar que a ecologia tem um objeto de estudo mais complexo de natureza mais “holística”, uma vez que a literatura e os especialistas também consideram. O problema é assumir uma visão muito restrita do modo como os ecólogos produzem conhecimento – por exemplo, assumir que suas metodologias restringem-se a observações de campo –, e uma visão que comprometa assim a identidade dessa área e a afaste de maneira exagerada das outras ciências naturais. Foi exatamente disso que tratou o

nosso questionário VNEC e, por isso, dependendo das respostas dos professores, consideramos suas concepções sobre a ciência ecologia como sendo concepções informadas ou não-informadas.

Muitos respondentes desse questionário mostraram essa visão ingênua do holismo na ecologia, e acreditamos que isso se deva principalmente a dois fatores. O primeiro deles seria, como já dissemos, o fato da própria história da ecologia ser marcada fortemente por essa discussão sobre a complexidade dos seus objetos de estudo e por uma dificuldade até dos especialistas de debater esse dualismo entre holismo e reducionismo. O segundo fator seria a “força” que a ideia do holismo ganhou nos discursos ambientalistas (MELLO, 2006). A seguir discutiremos o quanto a ecologia foi historicamente sendo apropriada por outros campos como a sociologia, a economia e a educação ambiental e o quanto o seu discurso científico foi sendo misturado e confundido com discursos políticos, éticos e normativos de outras esferas como os movimentos ambientalistas que ganharam destaque na década de 1970. Por enquanto, basta dizer que para esses discursos ambientalistas, preocupados com o futuro da humanidade no planeta e interessados em fazer o ser humano repensar seu papel na biosfera, a ideia do holismo serviu muito bem.

Entender todos os componentes do meio ambiente, incluindo a espécie humana, como intrinsicamente interligados e dependentes uns dos outros por conta de uma complexa teia de relações, e entender, portanto, todos esses componentes como necessários para a manutenção da unicidade, organicidade e “equilíbrio” da vida no planeta, sem dúvida é uma visão que ajuda a legitimar e defender discursos em prol da conservação ambiental. Trata-se de uma visão que facilitaria assim a nossa conscientização sobre o cuidado que precisamos ter com essa complexa rede de relações e sobre o risco que a nossa espécie também corre, já que absolutamente “tudo está interligado”, o que por sua vez contribuiria para a mudança dos nossos valores e atitudes perante o meio ambiente:

“Todos os seres vivos são membros de comunidades ecológicas ligadas umas às outras numa rede de interdependências. Quando essa percepção ecológica profunda torna-se parte de nossa consciência cotidiana, emerge um sistema de ética radicalmente novo (CAPRA, 1996, p. 28).”

O problema não está na ideia em si, que pode ser válida dependendo do contexto, mas sim quando essa ideia é extrapolada de tal maneira que fique difícil distinguir, por exemplo, o que representa o holismo para as pesquisas e metodologias dos ecólogos e o que essa ideia representa em outros contextos e discursos. O problema está em reproduzir certos enunciados – como o de que a ecologia é única, complexa, integradora, holística, transdisciplinar, mais

subjetiva e emocional, por se dedicar ao estudo de todos os aspectos do meio ambiente e suas relações, incluindo o papel do homem nesse meio – de forma indiscriminada, como se já houvesse um consenso sobre seus significados, mas que na verdade mascara a existência de entendimentos muito diversos. Em outras palavras, devemos tomar cuidado para não reproduzi-los apenas como uma falácia informal, sem a devida reflexão e criticidade que eles exigem. A falácia informal se refere aos enunciados sobre os quais não se pode discordar – são ideias que facilmente despertam a simpatia de todos por algo que se considera correto. Isso ocorre frequentemente quando discursos apelam para definições vagas, chavões, frases feitas, e demonstram uma adesão apressada a modismos, configurando-se como discursos circulares, que se autoalimentam e deixam pouco espaço para a reflexão real (MELLO, 2006).

Assim, retomando nosso raciocínio, acreditamos que essa supervalorização da complexidade dos fenômenos ecológicos ocorre especialmente quando o discurso ecológico alcança a arena pública e se funde a outros domínios que excedem os limites da ciência ecologia *stricto sensu*, sem uma devida discussão sobre como a ecologia lida com o dualismo entre holismo e reducionismo na produção de conhecimento, já que essas discussões muitas vezes não são feitas nem pelos ecólogos. Em outras palavras, quando não se tem um cuidado maior no esclarecimento de quais perspectivas metodológicas são possíveis na ecologia.

Provavelmente isso explica o fato dos professores participantes desta pesquisa e de outras parcelas da sociedade terem uma visão limitada ou não-informada dessa ciência. Os professores respondentes têm dificuldade de delimitar quais os objetivos, as abordagens, as potencialidades e os limites da ciência ecologia. Diante do que discutimos até aqui e do que continuaremos discutindo a seguir, isso se torna bastante compreensível. Verdade seja dita, a comunidade científica se interessa pouco pelos caminhos da ecologia fora do círculo acadêmico, o que pode contribuir para esse entendimento ingênuo da sociedade sobre a essa ciência. Cherif (1989) mostra que os filósofos contemporâneos da educação também têm dado pouca importância à ecologia.

Jordan e Duncan (2009), investigando por meio de questionários e entrevistas as concepções sobre genética e ecologia de professores de biologia em formação inicial nos EUA, encontraram resultados similares aos nossos. Esses resultados mostram que enquanto os professores enxergam as pesquisas em genética como tendo grande confiabilidade e capacidade de controlar variáveis e realizar testes experimentais, eles compreendem as pesquisas em ecologia como mais complexas e como tendo maior dificuldade de realizar experimentos controlados capazes de produzir resultados mais confiáveis. Os participantes

demonstraram compreender a ciência geral como mais próxima da genética e a ecologia como sendo uma área mais distante, em função de sua abordagem “menos analítica”. Enquanto o trabalho laboratorial e o uso de tecnologias (como computadores) são atribuídos aos geneticistas, a metodologia dos ecólogos estaria restrita a observações de campo, ao trabalho em contato direto com a natureza. Apenas três dos mais de 30 participantes da pesquisa mencionaram o uso de modelagem matemática como um dos aspectos centrais dos estudos ecológicos. Então, assim como os nossos professores investigados, os sujeitos participantes da pesquisa de Jordan e Duncan (2009) expressam uma visão limitada da ciência ecologia.

A dificuldade dos professores em caracterizar a ciência ecologia mostra-se particularmente evidente quando eles aproximam de maneira indiscriminada: ecologia, manejo e conservação do meio ambiente, resolução de problemas socioambientais, defesa da vida e preservação da natureza. Ao responderem o questionário VNEC (itens fechados e questões abertas), muitos professores não conseguem distinguir ciência ecologia de ecologismo. O termo “ecologismo” é adotado aqui para designar o que se refere não mais à atividade científica da ecologia, mas sim à sua vertente política. Ecologismo refere-se, portanto, a correntes de pensamento filosóficas, éticas, políticas que se utilizam de princípios científicos e se inspiram em conteúdos descritivos da ciência ecologia, mas que transformam esses conteúdos descritivos em conteúdos normativos para discutir diversos aspectos que fogem ao escopo dessa ciência (DAJOZ, 1973).

Para ilustrar melhor, vamos considerar os seguintes exemplos:

- a) Os recursos naturais são finitos e a capacidade de renovação dos ecossistemas tem um limite.
- b) Se não mudarmos nossos valores e nossas atitudes perante o meio ambiente, por exemplo diminuindo nosso consumo e investindo em tecnologias e energias “limpas”, não haverá saída para a crise ambiental.

Enquanto o item “a)” refere-se a uma proposição descritiva envolvendo simplesmente conhecimentos produzidos pela ciência ecologia e que são discutíveis, o item “b)” refere-se a uma proposição normativa/prescritiva – postulando-se mais como uma regra ética, moral, uma meta política tomada como indiscutível por quem está posicionado ideologicamente em uma determinada corrente de pensamento ambientalista (MELLO, 2006). Assim, enquanto o primeiro item está no escopo da ciência ecologia, o segundo não é mais ecologia, mas ecologismo.

Óbvio que não estamos dizendo aqui que a ciência ecologia é destituída de ideologia. Muito pelo contrário, estamos reconhecendo que discursos científicos (e seus componentes descritivos) também se desdobram em discursos políticos (e seus componentes normativos). Entretanto, apesar de conviverem, campo político e campo científico são campos diferentes e não é aceitável reduzi-los um ao outro (HEEMANN, 1998). Como alguns autores apontam, se queremos caracterizar a ciência ecologia, delimitando sua abrangência e seus limites, é preciso estabelecer bem essas distinções e separar o que de fato compõe o discurso científico da ecologia e seus compromissos epistêmicos daquilo que compõe outros discursos que, embora se inspirem na ecologia, pertencem a outros campos e possuem outros compromissos.

Essa abrangência do discurso ecológico e essa margem para o diálogo com tantas instâncias da sociedade fez com a ciência ecologia se confundisse ao longo desses anos com movimentos voltados para um projeto político de transformação social que busca superar a crise ambiental (MOTOKANE; TRIVELATO, 1999). Com o debate crescente, a partir da década de 1970, sobre essa crise ambiental, a ecologia ultrapassa os limites das ciências biológicas e naturais e incorpora-se no discurso das ciências humanas e nos movimentos sociais e políticos ligados a esse debate (MELLO, 2006). Com isso, é atribuído à ecologia uma grande expectativa em resolver os “problemas do mundo”. A palavra ecologia vai adquirindo um valor que escapa aos domínios dessa ciência. O resultado desse processo histórico é que a sociedade atual passa a acreditar que a ecologia é a grande responsável não apenas por estudar os problemas ambientais, mas também solucioná-los, promovendo as mudanças de valores e atitudes da humanidade que se fazem necessárias (JOHNSON; MAPPIN, 2005).

Justamente por conta dessas confusões é que estamos defendendo, assim como fazem também outros pesquisadores, a necessidade de diferenciarmos ecologia de ecologismo (LACREU, 1998), e diferenciarmos o que realmente é “científico” da ecologia daquilo que se refere à normatividade, ou seja, a como a humanidade deveria agir no enfrentamento da crise ambiental a partir de conceitos ecológicos. Isso é preciso para diminuirmos essas confusões, as quais têm gerado uma crise de método e definição em relação à ecologia (LAGO; PÁDUA, 1984). É importante para evitarmos discursos moralizantes e pretensamente consensuais (falácias informais) que na verdade vão encobrendo controvérsias sobre os limites dessa ciência e suas aplicações, e vão “turvando” a sua identidade.

Como já discutimos quando falamos do “holismo”, vai ganhando força no imaginário social essa ideia de que a ecologia estuda a “história de tudo e de todos”, pela amplitude de

seu campo e diversidade de projetos e visões de mundo que ela evoca (LAGO; PÁDUA, 1984, p. 16), dificultando assim compreensões melhor embasadas sobre o que de fato é a ecologia – “o que faz essa área, quais seus objetivos e objetos de estudo e como são suas pesquisas?”.

A ecologia e seus estudos sobre as relações entre os seres vivos e destes com o ambiente se iniciaram e se desenvolveram largamente em um contexto cientificista não utilitarista (KINGSLAND, 2005) ou, em outras palavras, a ecologia não foi “criada” para dar conta de resolver os problemas do mundo. E mesmo atualmente com os diversos subsídios que a ecologia oferece para discutir alguns problemas socioambientais, não podemos responsabilizá-la por resolver esses problemas. Mesmo que a ecologia produza conhecimentos aplicáveis à implementação de medidas de preservação, as decisões sobre as questões relativas ao meio ambiente não estão nas mãos dos ecólogos, mas sim nas mãos de diversas esferas sociais, políticas e econômicas. Resta aos ecólogos apenas (e isso já representa muito) o desafio de construir conhecimento a respeito dos fenômenos ecológicos e divulgar esse conhecimento para que a sociedade e os tomadores de decisão possam usá-lo para se posicionarem frente às questões relativas ao meio ambiente (RICKLEFS, 2009). A ecologia é uma ciência natural “pura” ou básica, sendo necessários elementos normativos adicionais para a aplicação do conhecimento ecológico. Logo, devemos pensar que a ecologia está para áreas aplicadas como o manejo e a conservação do meio ambiente assim como a fisiologia está para a medicina, ou a física está para a engenharia elétrica (WIEGLEB, 2011).

Como já dissemos, verificamos que muitos professores participantes da nossa pesquisa demonstram não ter clareza sobre esses aspectos e parecem confundir ecologia com ecologismo, o que novamente acreditamos ser compreensível, considerando o panorama apresentado. Coutinho (1996), analisando diversos tipos de publicações (livros e periódicos científicos, obras de divulgação, imprensa diária, comentários políticos, dentre outros), encontrou cerca de 30 significados diferentes para a palavra ecologia, com muitos deles associando a ecologia com a preservação (conservação, proteção ambiental, relação do homem com a natureza).

Assim, sintetizando nossas discussões, destacamos que para ter concepções melhor informadas sobre a ciência ecologia é preciso entender que o trabalho dos ecólogos é similar ao de outros cientistas – é responder perguntas de pesquisa a respeito do funcionamento da natureza por meio da construção de modelos capazes de representar uma dada realidade estudada – já que a ciência ecologia está comprometida com a produção de conhecimento na

sua área; e entender que a aplicação desse conhecimento para outros fins, tais como manejo e preservação do meio ambiente, não é uma exigência para a atuação do ecólogo.

Também é preciso reconhecer que essa ciência, assim como as outras ciências naturais, depende de abordagens metodológicas analíticas para realizar suas investigações, ou seja, envolve a delimitação de algumas hipóteses e variáveis de estudo e exige mais do que descrições qualitativas e estudos de caso. Precisamos ampliar visões muito restritivas sobre a metodologia da ciência ecologia, entendendo que a coleta de dados pelo ecólogo não se dá exclusivamente pelo trabalho de campo, mas reconhecendo, por exemplo, o papel de ferramentas computacionais para subáreas muito proeminentes da ecologia moderna como modelagem ecológica, ecologia de paisagens, ecologia aplicada, ecologia teórica e a ecologia da conservação.

Essa ampliação da visão sobre a ecologia também envolve a compreensão de que a ecologia não é uma ciência que lida primariamente com a resolução de problemas socioambientais e apenas com aquelas questões mais diretamente ligadas à vida cotidiana das pessoas, mas sim que essa ciência está centrada na resolução de problemas científicos (justamente as perguntas de pesquisa a respeito do funcionamento da natureza que o ecólogo quer responder), e problemas acerca de diversos objetos de estudo (como ecologia de populações e comunidades, pirâmides energéticas, diversidade genética, sucessão ecológica, dentre outros) que nem sempre são “palpáveis”, menos abstratos, ou mais “próximos” da sociedade.

3.1.2.2. Concepções sobre o ensino de ecologia

Com relação ao ensino de ecologia, observamos que apenas 15% dos respondentes foi classificado no grupo cujos escores sugerem concepções melhor informadas (grupo 1 da análise de cluster da escala Likert do questionário 3 - VEEC - “Visões sobre o Ensino de Ecologia”). Assim, o restante dos professores demonstra visões limitadas sobre alguns aspectos da ecologia escolar, entendendo que essa disciplina exige um currículo mais fragmentado e linearizado e exige muitos pré-requisitos (conhecimentos prévios) e/ou entendendo que o foco do ensino de ecologia é a discussão de problemas socioambientais visando à adoção de hábitos mais sustentáveis / ecologicamente corretos pelos alunos. Aparentemente, são visões que acabam confundindo ecologia com algumas perspectivas simplistas de educação ambiental.

Essa confusão é verificada também no discurso de muitos professores nas respostas às questões dissertativas. Quase 50% deles declara que a justificativa para o ensino de ecologia é o fato dessa disciplina promover uma conscientização dos alunos sobre a necessidade da preservação do meio ambiente. Esses sujeitos alegam que a ecologia escolar oportuniza discussões centradas no papel do “homem” frente à natureza, e permite uma compreensão de que tudo na natureza está interligado e que, portanto, a sobrevivência da espécie humana depende da manutenção dos recursos naturais. Logo, boa parte dos professores acredita que os alunos devem aprender ecologia para desenvolverem novos valores e novos hábitos, visando a uma relação mais harmônica, respeitosa, cuidadosa, sustentável com o meio ambiente.

Outras visões limitadas são expressas (nas questões dissertativas) quando os professores culpabilizam os alunos, a falta de recursos da escola ou a falta de tempo pelos problemas do ensino de ecologia. Muitos acreditam que o principal obstáculo para esse ensino é a dificuldade dos alunos em aprender ecologia, principalmente por conta de não possuírem conhecimentos prévios necessários para compreender os conteúdos dessa disciplina. Então, esse discurso reforça a concepção de uma ecologia dependente de muitos pré-requisitos, e de um currículo muito extenso e “engessado”. Muitos professores também alegam que a falta de recursos para a realização de saídas de campo com os alunos é um fator crucial para um ensino de ecologia de qualidade. Assim, é interessante destacar que além da valorização excessiva do trabalho de campo na atividade dos ecólogos, há uma intensa valorização desse trabalho no contexto educacional, o que já mencionamos que pode representar uma visão ingênua.

A visão de que o ensino de ecologia exige muitos pré-requisitos pode estar apoiada na ideia de que aprender ecologia é saber conceitos. Pesquisas mostram que o ensino de ecologia na educação básica tradicionalmente tem sido tratado de forma bastante enciclopédica, e que os livros didáticos e os planos de aula de muitos professores nutrem um grande apreço pela apresentação de listas intermináveis de definições e conceitos – o que é “população”? O que é “ecossistema”? O que é “predação”, “competição”, “mutualismo”? (GOMES, 2008; VASCONCELLOS; GOMES, 2011).

Abordagens assim apresentam os conhecimentos aos estudantes de forma fragmentada e memorística. Estão apoiadas normalmente em aulas transmissivas e conteudistas em detrimento, por exemplo, de aulas investigativas e baseadas na resolução de problemas, o que pode comprometer a educação científica desses alunos (MARICATO, 2012). Essas abordagens tornam a ecologia escolar uma disciplina extremamente descritiva e reduzem-na a

uma coleção de conhecimentos factuais. Cherif (1989) já atentava para o fato do ensino de ecologia passar a maior parte do tempo descrevendo objetos de estudo dessa disciplina e fornecendo aos alunos apenas conhecimentos factuais sobre esses objetos. Mais recentemente, outros pesquisadores continuam apontando esse excesso de descrições e listagens de conceitos como recorrente no ensino de ecologia (MAGRO et al., 2001), alertando para o fato de que isso distancia a ecologia escolar da ciência ecologia, pois negligencia o fato de que essa ciência não produz apenas descrições, definições e conceitos, mas também modelos explicativos e preditivos, bem como princípios mais gerais que ajudam a compreender padrões de distribuição e abundância dos organismos (KREBS, 2001).

Essa visão de que a ecologia exige muitos conceitos prévios e envolve um currículo extenso também pode estar atrelada à imagem que os professores têm da ecologia como sendo extremamente complexa, por ser uma ciência tão “holística” e tão “interdisciplinar”, o que já discutimos que pode se configurar como um discurso um tanto quanto falacioso. Observamos esse discurso em algumas categorias que encontramos nas respostas dissertativas dos nossos sujeitos de pesquisa. Por isso, talvez esse seja o pensamento de uma parcela dos nossos respondentes: “por ser tão complexa e exigir a articulação de tantos saberes de diversas áreas, a ecologia depende de muitos conhecimentos prévios, muitos pré-requisitos”. Ao mesmo tempo, se os fenômenos ecológicos são vistos como muito complexos a ponto de não permitirem a construção de modelos e princípios, então restaria como tarefa ao ensino de ecologia apenas a apresentação cumulativa de descrições, definições e conceitos.

Enquanto o posicionamento dos professores nas questões fechadas referentes ao Fator 2 do questionário VEEC (o fator referente a essa “Organização dos conteúdos ensinados na ecologia”) e algumas de suas categorias de respostas para as questões abertas levam a ecologia escolar para esse “lugar” que acabamos de discutir, o posicionamento que demonstram no Fator 1 (“Foco do ensino de ecologia”) e em outras respostas dissertativas levam-na para um outro igualmente preocupante e potencialmente problemático. Esse outro lugar refere-se à visão ambientalista que muitos professores possuem sobre o ensino de ecologia.

Conforme problematizamos anteriormente, a ecologia vem sendo historicamente confundida com ecologismo, e essas confusões naturalmente não ficaram à margem do contexto educacional. Assim como acontece com a ciência ecologia, a ecologia escolar também tem encontrado dificuldades em estabelecer sua identidade e seu estatuto epistêmico e em não se misturar de maneira indiscriminada/acrítica com outros campos.

No caso da ecologia escolar, um dos campos com os quais ela mais tem sido confundida é o da educação ambiental (REIGOTA, 2012). A literatura tem insistido que, apesar da ecologia tratar de temas socioambientais, não podemos confundi-la com educação ambiental. Isso se dá, uma vez que enquanto uma ciência natural/biológica, a ecologia possui seus próprios objetivos, métodos e focos de estudo. Desse modo, os conhecimentos da ecologia presentes no contexto escolar, embora possam ser relacionados a conhecimentos de outras áreas como a educação ambiental, são distintos desses últimos e é preciso ter clareza desses limites e compreender que ensinar ecologia não significa, necessariamente, desenvolver e aprofundar a temática ambiental, nem tampouco educar ambientalmente os alunos. Em suma, tem-se destacado que, embora sejam áreas afins, ecologia e educação ambiental são diferentes e independentes, e a identificação de suas especificidades e potencialidades é necessária, até mesmo para compreender suas contribuições mútuas (BOMFIM; KAWASAKI, 2015). O que ocorre muitas vezes é que o discurso dessas áreas não é separado, assim como em suas práticas educativas não se define nem o que é ecologia e nem o que é educação ambiental, ficando à mercê de interpretações muito diferentes conforme o contexto institucional de onde se está falando (MELLO, 2006). E nesse panorama de falta de clareza do que de fato é o ensino de ecologia – quais são os seus limites e seu campo de abrangência – o discurso científico ecológico não tem condições de se manifestar no espaço escolar como deveria.

Assim, defendemos que a disciplina de ecologia seja vista como o que ela é, como uma ciência: i) plural (com muitos subcampos), mas de qualquer modo uma ciência “natural” e não social (BEGON et al., 1990; KREBS, 2001); ii) que estuda processos demográficos e está preocupada em explicar e prever padrões e mudanças na distribuição e abundância dos organismos (BEGON et al., 1990; KREBS, 2001); iii) que tem como objetos de estudo prioritários: os seres vivos e suas adaptações aos ambientes, os ciclos biogeoquímicos, os biomas, a distribuição de recursos, a dinâmica de populações, as interações entre as espécies, os processos de sucessão ecológica, os níveis tróficos, os fluxos de energia e matéria, entre outros (TOWNSEND et al., 2006; RICKLEFS, 2009).

Então acreditamos que o ensino de ecologia deva se ater primariamente a estes objetivos e objetos de estudo. Defendemos que haja uma compreensão de que, embora a ecologia não permaneça restrita ao estudo das relações biológicas no ambiente “natural” e atualmente também inclua discussões sobre impactos das atividades humanas (componente social) nesse ambiente, o objetivo primário dessa disciplina científica não é o estudo das

causas do comportamento da sociedade frente ao meio ambiente, e muito menos a modificação desse comportamento, pois isso configura o trabalho de outras áreas, e que na verdade são interdisciplinares, como a área dos “estudos ambientais”, “estudos da conservação” e a área da “educação ambiental” (KREBS, 2001). Concordamos com Santiago (2012) ao defender que o ensino dos conteúdos científicos (*stricto sensu*) da ecologia é necessário não apenas para o ensino de ecologia efetivamente acontecer, mas também para a promoção de uma educação ambiental efetiva (emancipatória, crítica) dos estudantes. Conforme esse mesmo autor alerta (p. 69):

“(...) sem uma sólida formação em ecologia, o aprendiz não tem discernimento suficiente para compreender as relações causais das questões ambientais, [de modo que] sem um ensino de ecologia de qualidade, a educação ambiental corre o risco de transformar-se em um ‘adestramento ambientalista’.”

Entretanto, reconhecemos que isso representa um grande desafio para a educação, uma vez que, conforme vimos, essas visões ingênuas e confusas do ensino de ecologia não configuram um pensamento exclusivo da nossa amostra de professores investigada, mas sim um construto psicológico fortemente enraizado na sociedade e reforçado por diversas instâncias. Essas instâncias valorizam exageradamente a utilização da ecologia como ferramenta para a sensibilização ambiental (SILVA et al., 2014) – como ferramenta mais para fazer os alunos se visualizarem como parte integrante da natureza do que para fazê-los compreender os mecanismos causais relacionados ao funcionamento de sistemas naturais e fazê-los entender a forma como a ecologia pensa e produz conhecimento. De acordo com Mariani (2008), condutas ambientalmente corretas, posturas e hábitos voltados para a preservação e a conservação do meio ambiente constantemente são vistos como competências básicas da ecologia. Motokane e Trivelato (1999) apontam que em várias propostas curriculares para o ensino de ecologia é comum encontrar como objetivo o desenvolvimento de valores e atitudes relacionados a uma conscientização ambiental dos alunos. Esse construto vai sendo, assim, legitimado até pelas políticas públicas educacionais e vai se incorporando em orientações curriculares oficiais.

No Brasil, no estado de São Paulo, as propostas para o ensino de biologia em escolas de ensino médio reforçam a importância da ecologia com destaque ao papel exercido pelo homem na natureza (FRACALANZA, 1992). Assim, conforme os documentos oficiais vão enaltecendo essas discussões sobre preservação e conservação, os livros didáticos, que configuram os principais recursos utilizados pelos professores para ensinar (JOTTA, 2008), vão adotando esse enfoque. Ao analisar o conteúdo de diversos livros didáticos do ensino

médio aprovados pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) de 2012, Ferreira e Machado (2016) verificaram que em 80% dos livros há uma grande ênfase na questão da conservação e do manejo adequado do meio ambiente.

Novamente, queremos deixar claro que não estamos criticando o fato do ensino de ecologia almejar discussões que contemplem também problemas socioambientais e o diálogo com outros campos como o ecologismo e a educação ambiental, mas sim apontando o perigo de reduzir uma coisa à outra por desconhecer os limites e as especificidades e não saber delimitar a identidade e os compromissos dessas práticas.

Conforme a literatura mostra, um dos fatores que podem contribuir para ampliar as dificuldades no ensino e na aprendizagem de ecologia é o fato dessa área aparecer no contexto escolar (e mesmo fora dele) como associada a muitos objetos e discursos que estão fora do domínio da ciência. Desse modo, professores e alunos passam a ter inúmeras representações alternativas sobre o que é ecologia e a confundir o que é “saber ecologia” e o que é “se posicionar frente a questões ambientais” (MAGRO et al., 2002). Então passa a existir na escola (e na sociedade como um todo) não apenas uma ecologia, mas várias, e os sujeitos lidam com o desafio de ter que decifrar essas diversas “ecologias”. Acreditamos que isso não será superado enquanto não houver clareza sobre a natureza da ecologia e enquanto essa ciência ecologia (*stricto sensu*) não puder ser distinguida dessas outras “ecologias” (MANZOCHI, 1994). Cherif (1992) aponta esse desafio como uma grande barreira ao ensino de ecologia e ressalta que a maioria dos professores desconhece os diversos avanços e as tendências dos trabalhos de pesquisa da ciência ecologia, e que faltam na educação critérios para definir o que é essencial ao ensino de ecologia e quais são os objetivos centrais dessa disciplina.

Resumindo, estamos defendendo que é preciso tomar cuidado com uma ênfase exacerbada em discussões de cunho social e ambiental no ensino de ecologia, e cuidado para que o discurso ecológico – de conteúdo científico – não seja esvaziado e reduzido a discursos “ecologistas/ambientalistas”, de conteúdo ético, moral, filosófico meramente normativo e prescritivo, conforme já discutimos. E respondendo aos questionamentos de autores como Lignani e Azevedo (2013) sobre o que fazer para superar o desafio do ensino de ecologia de encontrar uma forma de conciliar o estudo das bases científicas da ecologia, com a discussão da problemática ambiental, e com as finalidades da educação escolar, acreditamos que o primeiro passo necessário seja formar professores capazes de compreender e delimitar a identidade e os compromissos epistêmicos da ecologia.

É importante destacar que, apesar dessas vastas pesquisas apresentando como um dos obstáculos centrais do ensino de ecologia as confusões na delimitação do que é essa ciência e quais os objetivos e abordagens mais adequados para o seu ensino, uma parcela muito pequena dos nossos professores investigados reconhece esse fato como sendo um problema. Ao apontarem, nas questões dissertativas, o que consideram como sendo as principais dificuldades para o ensino de ecologia, apenas 11,1% dos professores discutem que esse ensino é prejudicado quando não estão claros os seus objetivos e objetos de estudo, por exemplo, quando a ecologia escolar passa a ser confundida com qualquer coisa que diz respeito ao meio ambiente (respostas desse tipo foram agrupadas na categoria que nomeamos “Confusões sobre o ensino de ecologia”). Isso já pode ser um indicativo do distanciamento e da falta de diálogo que há entre as pesquisas na área de educação e a formação de professores, já que grande parte dos respondentes parece desconhecer ou desconsiderar essa reflexão sobre as confusões atreladas ao ensino de ecologia. Na verdade, o que esses outros professores consideram principalmente como dificuldades para o ensino de ecologia são: i) o despreparo dos alunos e ii) a falta de recursos e oportunidades para realizar atividades de campo (mais de 60% dos participantes tem o discurso alinhado com pelo menos uma dessas duas categorias) e, além disso, iii) o despreparo do professor, iv) a complexidade dos conteúdos ecológicos e v) a pressão do tempo e do currículo escolares. Resultados similares foram encontrados por Moss e Theobald (1979) quando durante um curso de formação continuada eles questionaram professores de biologia sobre as principais dificuldades do ensino de ecologia.

Por fim, com relação a considerarmos a supervalorização de atividades de campo no contexto escolar como uma visão ingênua por parte dos professores, gostaríamos de destacar em nossa discussão que não negamos o potencial do trabalho de campo para o ensino de ecologia. Conforme autores sugerem, atividades de campo podem contribuir de diversas maneiras para o ensino: permitindo aos estudantes um contato mais direto com a realidade estudada; contribuindo para o entendimento de princípios e métodos da prática científica; integrando teoria e prática e superando certas fragmentações do conhecimento (COMPIANI; CARNEIRO, 1993; LOPES; PONTUSCHKA, 2009). Apenas destacamos, assim como a literatura também o faz, que isso demanda encarar o trabalho de campo não como uma simples saída de campo, como qualquer visita a espaços externos à sala de aula. Isso demanda encarar o trabalho de campo como tendo objetivos para além da simples motivação e sensibilização ambiental dos alunos, para além da recreação e ou contemplação da natureza. Concordamos com Grandi (2011) que levar os alunos a campo é justificável se for para

realmente superar as abordagens tradicionalmente usadas na sala de aula, e não para apenas reproduzir ou ilustrar aquilo que já foi dado em sala. Logo, esse trabalho deve considerar incluir objetivos como: a resolução de problemas e o requerimento de habilidades típicas do fazer científico – levantar e testar hipóteses, coletar e analisar dados, realizar amostragens e mensurações, discutir, justificar e elaborar resultados e conclusões de pesquisa (COMPIANI; CARNEIRO, 1993; GRANDI, 2011).

Portanto, estamos destacando que o trabalho de campo precisa ser incorporado ao contexto educacional de maneira mais clara, crítica e criteriosa, o que significa não assumir de maneira indiscriminada a expressão “trabalho de campo” para designar qualquer excursão escolar, e não assumir que o valor das atividades de campo já está assegurado simplesmente pelo fato de tirar o aluno da sala de aula. Para Lopes e Pontuschka (2009), essa visão confusa pode constituir-se em empecilho ao aprofundamento do tema e à ampliação do seu significado e potencial na elaboração do currículo escolar.

É preciso tomar cuidado para que uma valorização excessiva do potencial do trabalho de campo não configure um posicionamento ingênuo, pois o que determina experiências de ensino-aprendizagem significativas não são os espaços físicos onde elas ocorrem, nem os materiais e instrumentos disponíveis, mas sim os propósitos didáticos e epistêmicos do professor e o tipo de mediação que este realiza. Dessa forma, dependendo da abordagem didática utilizada, uma aula realizada no jardim botânico da cidade pode se tornar tão expositiva e transmissiva quanto aquelas realizadas tradicionalmente dentro da sala de aula. Como Viveiro e Diniz (2009, p. 29-30) apontam:

“(...) em muitas atividades de campo, o estudante se vê parte de processos semelhantes aos que se estabelecem no interior das salas de aula, havendo quase que uma transferência das aulas expositivas para fora da classe.”

Desse modo, sintetizando nossas discussões, defendemos que é necessário discriminar melhor os objetivos do ensino de ecologia dos objetivos de uma educação ambiental, entendendo que é a aprendizagem de conteúdos científicos (os quais incluem as práticas científicas escolares) o que compete ao ensino de ecologia e não a sensibilização ou conscientização ambiental dos alunos. Deve-se ter clareza que os alunos precisam aprender ecologia para vivenciar aspectos do fazer científico que caracterizam essa disciplina – para ter acesso a formas particulares de entender o mundo que essa ciência permite.

Precisamos ser críticos para não tomarmos como sinônimo ou indicador de aprendizagem de conteúdos científicos ecológicos o simples fato de um aluno não desperdiçar água, não poluir as ruas da cidade ou reciclar seu lixo. Isso porque ensino de ecologia é

diferente de educação ambiental, e eles não devem ser confundidos, já que os objetivos e conteúdos centrais de uma aula de ecologia estão para muito além da discussão da relação homem-natureza, e para muito além do cotidiano do aluno; e porque o comportamento de um indivíduo perante o meio ambiente é condicionado por um número “infinito” de variáveis socioculturais que podem não ter nenhuma relação com “aquilo que ele aprendeu nas aulas de ecologia”.

Também destacamos a necessidade de visões mais críticas para auxiliar o reconhecimento de que o professor (e não o aluno) é o principal responsável pelo “sucesso/fracasso” dos processos de ensino e aprendizagem, e de que excursões a campo com os estudantes não são garantias de um ensino de melhor qualidade, e tampouco uma obrigatoriedade para o ensino de ecologia. Gostaríamos que a falta de recursos para levar os alunos a campo não fosse usada como “desculpa” para “não ensinar ecologia”, ou para ensinar uma ecologia aquém daquela prevista pelo currículo e pelos referenciais que preconizam uma educação científica de qualidade. Existem, por exemplo, inúmeras sequências didáticas pautadas nos pressupostos da alfabetização científica e do ensino por investigação que envolvem “problemas de lápis e papel”. São sequências de aulas que partem de problematizações e envolvem os estudantes em atividades investigativas, mas sem necessariamente tirá-los da sala de aula. O grupo de pesquisa LINCE (Linguagem e Ensino de Ciências) tem diversas propostas desse tipo para o ensino de ecologia, incluindo a sequência didática sobre a “Floresta Amazônica como pulmão do mundo” discutida na presente tese.

Um último resultado interessante a destacarmos é que, dentro da nossa amostra investigada, professores mais jovens, que se formaram mais recentemente em universidades públicas, e que possuem pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e ou doutorado), especialmente na área de educação/ensino de ciências, tendem a demonstrar concepções melhor informadas sobre a natureza da ciência, da ecologia e sobre o ensino de ecologia.

Assim, podemos hipotetizar que cursos mais atuais de graduação oferecidos pelas universidades públicas e cursos de pós-graduação *stricto sensu* oferecem um pouco mais de espaço para reflexões sobre a natureza do conhecimento científico. Cursos de formação de professores de ciências naturais precisam investir em modelos que privilegiem momentos de reflexão e construção de saberes sobre a epistemologia dessas ciências, ou seja, modelos que não estejam restritos à apresentação fragmentada e descontextualizada de conceitos, teorias, termos técnicos e conhecimentos factuais das diversas disciplinas que compõem o currículo formativo, mas que incluam discussões sobre a natureza dessas disciplinas, oportunizando aos

futuros professores uma compreensão mais dinâmica, integrada e social acerca do conhecimento (BELLINI, 2007; ANDRADE et al., 2008).

Infelizmente, essa perspectiva permanece ausente ou escassa em muitos cursos de licenciatura do nosso país, e frequentemente não são encontrados nos currículos de ciências biológicas espaços destinados a discussões sobre a epistemologia da biologia e muito menos sobre a epistemologia das suas subáreas. As graduações frequentemente restringem-se ao tratamento dos conceitos e fenômenos biológicos, e raramente são discutidas questões como: “o que caracteriza essa área como ciência? Quais seus fundamentos metodológicos? Quais são seus pressupostos?” (BELLINI, 2007).

Essas questões são importantes, já que as diferentes áreas científicas são autônomas e apresentam características, metodologias e objetos próprios. Ter clareza sobre como essas disciplinas constroem conhecimento será importante para os profissionais em formação atuarem nessas áreas seja como pesquisadores ou como professores (ANDRADE et al., 2008). Para Maricato (2012, p.39):

“(...) a epistemologia da Biologia pode possibilitar a compreensão da construção do conhecimento científico, valendo-se do entendimento dos fenômenos biológicos por meio da compreensão da lógica da constituição desse conhecimento, ou seja, da apreensão de como os conhecimentos biológicos estão sendo elaborados com base nas pesquisas que a área de Biologia vem acumulando historicamente, sobre o seu objeto de conhecimento – os seres vivos.”

Apesar da autora falar sobre a biologia como um todo, acreditamos que isso seja perfeitamente válido para suas subáreas específicas, como a ecologia, e acreditamos que a falta desse entendimento ao qual ela se refere seja um dos fatores que comprometem a qualidade de muitos cursos de formação de professores do nosso país.

3.1.3. Discussão sobre a relação entre concepções formais e cognição epistêmica

Comparamos as concepções formais de duas professoras acerca da ecologia (desempenho que obtiveram nos questionários VNEC e VEEC) com o processo de cognição epistêmica que elas demonstraram durante o planejamento e a execução de uma sequência didática de ecologia. Escolhemos duas professoras que obtiveram escores discrepantes nas escalas Likert dos questionários e que, portanto, mostraram concepções distintas sobre a ecologia. Posteriormente, observamos essas professoras no momento de efetivamente atuar em sala de aula com os seus alunos, para que pudéssemos verificar se essas concepções distintas resultariam em abordagens de ensino diferentes.

A primeira professora escolhida (Profa. 1) tem 50 anos de idade, formou-se em biologia em uma universidade particular do interior paulista, tem uma especialização (*lato sensu*) em genética e declara nunca ter trabalhado como pesquisadora na área de ecologia. Ela mora e trabalha em uma cidade do interior do estado de São Paulo, dá aulas de ciências no ensino fundamental II na rede pública de ensino e tem mais de 15 anos de experiência como professora.

Já a segunda professora selecionada (Profa. 2) tem 33 anos, formou-se em biologia em uma universidade federal, e declara ter mestrado em paleoecologia e uma especialização (*lato sensu*) em jornalismo científico. Ela também dá aulas de ciências no ensino fundamental II na rede pública de ensino em uma cidade do interior paulista, e tem menos de três anos de experiência como professora.

Durante a análise de cluster do desempenho da nossa amostra total de professores nos questionários fechados, a Profa. 1 (sujeito 73 nos gráficos de cluster) foi classificada como pertencendo ao grupo 3 no questionário VNEC (natureza da ecologia), e ao grupo 2 no questionário VEEC (ensino de ecologia). Por outro lado, a Profa. 2 (sujeito 61 nos gráficos de cluster) foi classificada como pertencendo ao grupo 1 nesses dois questionários. Isso quer dizer que, em ambos os questionários, a Profa. 1 mostrou escores mais altos em comparação com a Profa. 2. De acordo com as nossas análises isso denota que a primeira professora teve uma maior tendência a concepções não-informadas sobre a ecologia, enquanto a segunda professora demonstrou concepções mais informadas.

Com relação aos escores dessas duas professoras para o questionário 2 (VNEC), podemos observar que enquanto a Profa. 1 concorda com todas as alegações que descrevem a ciência ecologia como exigindo uma perspectiva ampla, exploratória, holística, descritiva, qualitativa e preservacionista (itens 8, 1, 11, 6 e 9), a Profa. 2 discorda ou discorda fortemente de todas elas, o que resulta em um escore bem menor da Profa. 2 para o fator que agrupa esses itens (fator 1 – “Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo”) (Figura 1-A). E enquanto a Profa. 1 apenas discorda das alegações referentes à impossibilidade da ecologia elaborar hipóteses, experimentos, modelagens, generalizações (questões 7, 10, 13 e 12), a Profa. 2 discorda fortemente, o que resulta novamente em um escore fatorial menor para a Profa. 2 (escore para o fator 2 – “Possibilidades de modelagem dos fenômenos pesquisados pelos ecólogos”) (Figura 1-B). Então, para a ciência ecologia, podemos dizer que a Profa. 2 tende a concepções mais informadas do que a Profa. 1, o que nesse caso está relacionado a ter uma visão mais analítica da ecologia, aproximando-a mais de outras ciências.

Para a análise fatorial, as categorias da escala Likert (do “Discordo Fortemente” ao “Concordo Fortemente”) foram traduzidas em uma escala de 1,0 a 5,0. Entretanto, apenas para os gráficos que serão mostrados a seguir e para facilitar a discussão dos resultados preferimos uma escala de -2,0 (Discordo Fortemente) a +2,0 (Concordo Fortemente), lembrando que os escores fatoriais – escores para cada fator, e não para cada item individual do questionário – têm outra magnitude por serem uma estimativa resultante de cálculos matemáticos que consideram a correlação entre os vários itens.

Com relação aos escores das duas professoras para o questionário 3 (VEEC), observamos que, enquanto a Profa. 1 concorda com alegações que postulam o trabalho de campo como obrigatório para o ensino de ecologia, e a aprendizagem de ecologia como sendo a emissão de opinião sobre problemas socioambientais e a adoção de hábitos sustentáveis frente ao meio ambiente (itens 5, 4 e 20), a Profa. 2 discorda dessas “premissas”, o que resulta em um escore bem menor da Profa. 2 para o fator que agrupa esses itens (fator 1 – “Foco do ensino de ecologia”) (Figura 2-A). Já no conjunto de itens referente ao outro fator (fator 2 – “Organização dos conteúdos ensinados na ecologia”), os posicionamentos das professoras são mais similares, com ambas discordando da necessidade de um currículo fragmentado e “engessado” para ensinar ecologia (Figura 2-B). De qualquer modo, por conta dos escores menores, podemos dizer que a Profa. 2 novamente tende a concepções mais informadas, especialmente no que se refere ao foco do ensino de ecologia.

Diversas razões apontadas pela literatura que podem ajudar a explicar esses resultados referentes às concepções formais sobre a natureza da ciência ecologia e da ecologia escolar já foram discutidas na seção anterior e, portanto, não serão retomadas aqui. Agora focaremos na discussão sobre as práticas que essas duas professoras demonstraram quando planejaram e desenvolveram uma sequência didática de ecologia com os seus alunos – práticas essas indicativas do que chamamos de processo de cognição epistêmica.

Figura 1-A. Escores das duas professoras nos itens referentes ao Fator 1 (“Perspectiva exigida no trabalho do ecólogo”) do questionário Likert VNEC. O gráfico mostra os escores para cada questão relacionada a esse fator – e nesse caso a escala vai de -2,0 (quando a respondente discorda fortemente do item) até +2,0 (quando a respondente concorda fortemente). E na última barra também são mostrados os escores fatoriais – que são escores para o Fator 1, e não para cada item individual do questionário, e que variam conforme outra escala numérica.

Figura 1-B. Escores das duas professoras nos itens referentes ao Fator 2 (“Possibilidades de modelagem dos fenômenos pesquisados pelos ecólogos”) do questionário Likert VNEC. O gráfico mostra os escores para cada questão relacionada a esse fator – e nesse caso a escala vai de -2,0 (quando a respondente discorda fortemente do item) até +2,0 (quando a respondente concorda fortemente). E na última barra também são mostrados os escores fatoriais – que são escores para o Fator 2, e não para cada item individual do questionário, e que variam conforme outra escala numérica.

Figura 2-A. Escores das duas professoras nos itens referentes ao Fator 1 (“Foco do ensino de ecologia”) do questionário Likert VEEC.

Figura 2-B. Escores das duas professoras nos itens referentes ao Fator 2 (“Organização dos conteúdos ensinados na ecologia”) do questionário Likert VEEC.

Quando analisamos aspectos da cognição epistêmica das duas professoras ao desenvolverem aulas de ecologia com os seus alunos, percebemos que, enquanto a Profa. 1 pensa em uma ecologia de natureza aproblemática, descritiva e qualitativa, a Profa. 2 pensa em uma ecologia de natureza investigativa, interpretativa, quantitativa e argumentativa. Ao

desenvolver uma sequência didática com o tema “Floresta Amazônica como pulmão do mundo”, a Profa. 1 prioriza atividades: i) de descrição de inúmeras informações factuais e genéricas sobre a floresta; ii) de reprodução de conteúdos presentes no livro didático; e iii) que não exigem dos alunos resolução de problemas autênticos e práticas investigativas. Já a Profa. 2 privilegia uma sequência de atividades que: i) parte de uma questão-problema a respeito da Amazônia, que é a hipótese desse bioma poder ou não ser considerado o “pulmão do mundo”; ii) exige a delimitação de variáveis específicas a serem estudadas, ao invés da descrição de quaisquer informações listadas no livro; iii) envolve exercícios de interpretação de dados e de avaliação de enunciados à luz desses dados; iv) inclui o trabalho com dados quantitativos e com linguagem e raciocínio matemáticos; v) apresenta os conhecimentos como discutíveis e produzidos pelos próprios alunos.

Assim, um dos aspectos que distingue o discurso e atuação das duas professoras no que diz respeito às suas abordagens para ensinar ecologia é a maior preocupação de uma delas (Profa. 2) de incluir no objetivo epistêmico de suas aulas o desenvolvimento de habilidades do fazer científico. De acordo com a literatura, incluir tais habilidades no ensino de ciências é fundamental se considerarmos esse ensino na perspectiva da alfabetização científica. Nessa perspectiva, o ensino é visto como mais do que o simples domínio mecânico de conceitos e definições, fórmulas, vocabulários e termos técnicos da ciência, mas como um processo que permite aos aprendizes se apropriarem de maneira consciente e crítica, por meio dos conhecimentos científicos e das práticas científicas, de novas formas de ver o mundo e atuar nele (SASSERON, 2008).

Dessa forma, o ensino de ciências não pode estar restrito à transmissão de conceitos, mas pressupõe também que o aluno se aproprie das ferramentas culturais das ciências, entendendo suas formas de produzir, legitimar e divulgar conhecimento (JIMÉNEZ; AGRASO, 2006). E isso ocorre quando os estudantes têm a chance de vivenciar as diversas práticas tidas como típicas da cultura científica (MAINGUENEAU, 2000), tais como: compreender e produzir mensagens, informações e textos de conteúdo científico; comunicar resultados de forma oral, escrita, gráfica e matemática; construir hipóteses; analisar dados; avaliar conclusões; elaborar e justificar explicações; defender ideias e argumentar (JIMÉNEZ, 2003). Quando o desenvolvimento dessas habilidades é contemplado em sala de aula, os alunos têm maior oportunidade de compreender a própria natureza da ciência: “que tipo de questões a ciência é capaz de formular? Como é a busca das respostas? Quais conclusões são possíveis? Como o conhecimento é validado e divulgado dentro desse campo?”. Resumindo,

o ensino de ciências deve estar comprometido não apenas com conteúdos conceituais e factuais, muitas vezes apenas transmitidos pelo professor como informações ou verdades prontas e acabadas e a serem assimiladas pelo estudante, mas deve estar voltado a alfabetizar cientificamente os alunos, ou seja, a aproximá-los da cultura científica, da forma como a ciência pensa e produz conhecimento.

Outro ponto no qual o posicionamento das duas professoras diverge, refere-se à maneira como elas concebem a necessidade de direcionar as questões a serem trabalhadas com os alunos nas aulas e à maneira como elas compreendem o que são problematizações ou problemas autênticos no ensino. Enquanto uma das professoras (Profa. 1) entende que no desenvolvimento de uma sequência didática (SD) de ecologia, especialmente se essa SD incluir uma atividade de campo, a delimitação *a priori* de questões específicas para os alunos “investigarem” é desnecessária ou até mesmo indesejável, a outra professora (Profa. 2) demonstra um posicionamento oposto defendendo que o trabalho dos alunos tenha diretividade. A Profa. 2 defende que esse direcionamento ajuda a contextualizar melhor o processo de ensino e aprendizagem e ajuda os alunos a entenderem, por exemplo, por que terão que realizar uma investigação e como eles deverão proceder nessa tarefa – quais dados precisarão reunir para responder as questões-problema propostas pelo professor e como deverão utilizar esses dados.

Na abordagem do ensino por investigação, aulas investigativas são aquelas que partem de situações-problema. Essas situações, também chamadas de problemas autênticos, são questões em aberto, ou seja, que não apresentam de antemão uma resposta “correta” ou uma solução óbvia – uma resposta que possa ser simplesmente copiada do livro didático, por exemplo. Assim, o problema leva à necessidade do aluno se engajar em uma prática investigativa – ele terá que passar por certas etapas do fazer científico antes de “descobrir” a solução para esse problema e chegar a uma conclusão final. Nessa abordagem, todas as informações fornecidas aos alunos ou produzidas por eles (empiricamente em campo ou em laboratório) funcionam apenas como dados, que deverão ser interpretados para a solução da problemática investigada (BERNAL et al., 1997; SANDOVAL; MILLWOOD, 2008; JIMÉNEZ, 2010; CARVALHO, 2013).

É a partir da delimitação de uma questão-problema que os alunos sentirão necessidade, ao tentar traçar caminhos de resolver esse problema, de levantar diferentes hipóteses, fazer escolhas sobre dados que permitam testar e avaliar essas hipóteses, construir diferentes explicações e argumentos que os ajudem a defender uma determinada solução proposta

(VOSS et al., 1991). Então, é importante destacar essa centralidade que os problemas autênticos possuem no ensino por investigação: as aulas só podem ser consideradas investigativas se começam com a proposição de um problema aos alunos e se estão centradas na sua resolução. Se não há uma questão previamente definida e formulada, se os alunos não sabem qual problema precisam “perseguir” e responder, então não há o que os alunos investiguem. Por criar um contexto que demanda todas essas habilidades e que abre espaço para o aluno pensar na natureza processual do conhecer, o ensino por investigação é apontado como uma das abordagens favoráveis para promover a alfabetização científica.

Falando especificamente do trabalho de campo, este também requer o estabelecimento de objetivos claros, até por conta da complexidade que envolve uma aula de campo, na qual os alunos deparam-se com uma grande quantidade de fenômenos e variáveis que podem ser estudados e abordados. Então, para que o estudante não se sinta perdido e confuso (assim como a Profa. 2 reconhece), é importante que se estabeleça previamente com a turma os propósitos da saída de campo e as questões específicas para as quais os alunos devem direcionar e focar seu olhar (GRANDI, 2011).

Outro motivo pelo qual isso se torna importante é pelo fato de manter uma aproximação maior entre o trabalho de campo escolar e o trabalho de campo científico, já que os ecólogos, por exemplo, dificilmente vão a campo sem questões previamente definidas a investigar, e eles não vão a campo para contemplar, descrever e catalogar quaisquer ou todos os aspectos do meio ambiente, mas sim para coletar dados apenas das variáveis necessárias para responder às suas perguntas de pesquisa. Citando Clements (1905) novamente, no início do desenvolvimento da ecologia como ciência profissional ele já demonstrava seu incômodo com trabalhos de campo realizados como se fossem simples viagens de férias, voltadas para a produção de conhecimentos vagos e descritivos, e com a função mais de reconhecimento de área do que de investigação em si.

Além disso, é preciso ter clareza que problemas autênticos não são quaisquer questões que surgem em sala de aula, como a Profa. 1 demonstrou achar. É preciso estar atento para o fato de que a simples promoção de questionamentos por parte do professor e/ou dos alunos não é indicativo de que haja um problema em pauta, pois problemas autênticos são apenas as questões que carregam aquelas características que descrevemos anteriormente. Muitas das questões e tarefas propostas em sala de aula não exigem uma postura ou prática investigativa e reflexiva dos estudantes, mas a mera aplicação mecânica de técnicas ou algoritmos, como por exemplo, reproduzir uma parte do discurso do professor, resumir trechos do livro didático,

usar corretamente uma fórmula matemática para resolver um exercício de física (KRULIK; RUDNIK, 1980; GIL-PÉREZ et al., 1992). Nesse caso, a melhor denominação é realmente tarefa ou exercício escolar, e não problematização.

Em suma, quando as questões propostas em sala de aula configuram verdadeiros problemas autênticos, verdadeiros desafios intelectuais para os estudantes, ou seja, quando não são apenas perguntas “retóricas” cujas respostas podem ser facilmente encontradas no livro didático (BERNAL et al., 1997), então isso demanda do aluno um papel mais ativo – um papel de produtor ao invés de simples consumidor do conhecimento (JIMÉNEZ; PEREIRO, 2002). Quando os alunos estão frente a esses desafios e ao compromisso com a investigação de algumas questões, instaura-se a necessidade de realizar certas práticas científicas como o trabalho com dados e a prática argumentativa, entendidas como habilidades fundamentais a serem desenvolvidas no ensino de ciências; lembrando que essas questões precisam estar bem delimitadas pelo professor, que é a autoridade intelectual em sala de aula e o responsável por guiar esse processo de investigação dos alunos (JIMÉNEZ, 2010).

Analisando as duas professoras que entrevistamos e filmamos, podemos dizer que a Profa. 2 demonstrou compreender melhor do que a Profa. 1 o papel que o trabalho com dados tem na construção do conhecimento, pois ela demonstrou reconhecer os aspectos que discutiremos a seguir. Dados são informações utilizadas para solucionar um problema e ou avaliar um enunciado (uma conclusão, uma hipótese, uma explicação), e podem ser tanto quantitativos – provenientes de mensurações e representações matemáticas –, como qualitativos – não reduzíveis a números (JIMÉNEZ, 2010). Esses dados também podem ser tanto dados hipotéticos/teóricos e fornecidos pelos professores e pelos materiais instrucionais, quanto dados empíricos obtidos pelos próprios estudantes durante uma coleta de campo ou um experimento em laboratório (KELLY et al., 1998).

Outro aspecto importante é que os dados não são fatos incontestáveis e informações que “falam” por si só. Na verdade, informações se transformam em dados apenas depois de passarem por um processo de interpretação. Por conta disso, duas pessoas observando um mesmo conjunto de informações podem chegar a conclusões distintas, uma vez que podem estar interpretando essas informações de maneiras diferentes. Para ilustrar essa ideia, Jiménez (2010) usa a questão do heliocentrismo como exemplo. Duas pessoas observando aqui da superfície da Terra o movimento aparente do Sol no céu podem interpretar suas observações de formas opostas dependendo de quais “lentes teóricas” usam para “enxergar” e significar esse fenômeno, podendo transformar essas observações tanto em dados em defesa de um

modelo geocêntrico quanto em dados a favor de um modelo heliocêntrico. Assim, os modelos teóricos que possuímos sobre os fenômenos que investigamos condicionam a forma como coletamos e analisamos informações e construímos dados acerca desses fenômenos, de modo que esse trabalho nunca é neutro. Logo, os dados, assim como as conclusões que são construídas a partir deles, nunca são verdades absolutas e indiscutíveis. Não são conhecimentos “puros” e absolutamente objetivos que comprovam o que é verdadeiro e correto e o que não é. O estatuto diferenciado da ciência, e que a distingue de outros discursos como o discurso dogmático da religião, está em justamente assumir essa natureza conjectural do conhecimento (JIMÉNEZ, 2010).

O mais importante do trabalho com dados no contexto escolar é estimular o uso da linguagem científica pelos estudantes para que eles compreendam características essenciais dessa linguagem, que por sua vez está atrelada à própria natureza da ciência, à forma como a ciência produz, avalia e legitima asserções de conhecimento. Assim, o aluno precisa entender que ao propor a solução para um problema, ao trazer uma explicação a respeito de uma questão investigada, ele terá que apresentar dados que apoiem seus enunciados. O aluno terá que esclarecer quais dados considerou e como esses dados permitiram chegar às suas conclusões, pois a proposição que melhor relacionar dados a conclusões se tornará a solução mais aceitável até que outra mais defensável apareça. É à luz da qualidade dessas relações estabelecidas entre os dados e as conclusões que as respostas e os posicionamentos desse aluno podem ser questionados por outros estudantes da turma e pelo professor, e devem ser avaliados em termos de apresentarem-se como bons argumentos e não meras opiniões ou meros palpites.

Em aulas de ciências (o que obviamente inclui a ecologia), é importante professor e alunos saberem distinguir argumentos de meras opiniões, e essa distinção deve ter em seu enfoque a necessidade de usar dados para produzir e avaliar aquilo que é dito em sala de aula. Esse compromisso ajuda a superar abordagens de ensino baseadas na mera transmissão e reprodução inquestionável e acrítica de discursos de autoridade do professor ou do livro didático (JIMÉNEZ, 2010).

Resumindo, o papel do trabalho com dados está em ajudar os alunos a terem uma visão mais apropriada da natureza da prática científica, entendendo-a como uma prática social, interpretativa e argumentativa. Ao entender o empreendimento científico como esse “jogo” constante de persuasão, no qual os conhecimentos são sempre questionáveis por dependerem dos dados nos quais estão apoiados, fica mais fácil conceber que a ciência não lida com

verdades fixas e imutáveis, mas sim com representações provisórias, construídas socialmente e discursivamente, da realidade. E assim conceber que os conhecimentos científicos podem mudar ao longo do tempo, já que quando novos dados surgem, teorias e explicações científicas vigentes podem ser contestadas e dar lugar a novas ideias e hipóteses.

A esta altura da discussão, esperamos que tenha ficado evidente a forte relação existente entre trabalho com dados e argumentação. Como dissemos anteriormente, uma característica importante da linguagem científica é o rigor na sustentação de asserções de conhecimento. Essas asserções, que podem ser hipóteses, conclusões, teorias ou leis, não constituem meras opiniões dos cientistas, mas sim enunciados sustentados em dados. Esse cuidado rigoroso na proposição de enunciados permite uma avaliação mais criteriosa e clara acerca de quais conhecimentos são válidos ou aceitáveis no campo da ciência (JIMÉNEZ; AGRASO, 2006). E essa prática de avaliar enunciados teóricos à luz de dados, de relacionar dados e conclusões por meio de justificativas adequadas, é justamente o que chamamos de argumentação (KUHN, 1993). Como diferentes explicações coexistem na produção científica, os cientistas precisam constantemente argumentar para defender seus pontos de vista em detrimento de outras proposições.

Por ser uma prática tão central no fazer científico, a argumentação é vista como uma habilidade essencial a ser desenvolvida no ensino de ciências (HENAO; STIPCICH, 2008). Nas aulas de ciências, essa prática deve ajudar os alunos a entenderem como os conhecimentos são validados pela comunidade científica: a existência de várias explicações para o mesmo fenômeno, a diferença entre conclusão científica e emissão de opinião, a necessidade de persuasão dos pares. Então, desenvolver a capacidade de escolher entre diferentes enunciados e raciocinar sobre os critérios que permitem avaliá-los passa a ser fundamental no contexto escolar (JIMÉNEZ; DÍAZ, 2003).

A argumentação favorece os processos de ensino e aprendizagem ao exteriorizar pensamentos, dúvidas e formas de raciocínio dos alunos e favorecer o diálogo em sala de aula. A justificação de diferentes pontos de vista abre espaço para um processo extremamente favorável à aprendizagem: a revisão de perspectivas (LEITÃO, 2007). Ao entrar em contato com a oposição, precisando avaliá-la para se posicionar diante de um embate, os alunos estarão continuamente abrindo espaço para revisar suas próprias concepções e modificá-las se necessário, de modo deliberado e consciente. Todas essas características ampliam o potencial da argumentação no processo de alfabetização científica.

Se argumentando os alunos têm a chance de refletir sobre o processo dialógico que envolve a produção do conhecimento, isso pode favorecer, como já mencionamos, a compreensão de que o conhecimento científico é construído por pessoas, e que é conjectural e não simplesmente descoberto no mundo. É possível ajudar os estudantes a reconhecerem que as ideias científicas mudam com o surgimento de novos dados e embates teóricos (SANDOVAL, 2005), e a abandonarem a visão de uma ciência inequívoca, inquestionável e incontestável (DRIVER et al., 2000).

Embora a literatura e também os documentos curriculares oficiais insistam na importância de promover a argumentação no contexto escolar, essa prática ainda permanece distante da realidade de muitas salas de aula. Uma explicação para isso é a dificuldade do professor em planejar e executar aulas favoráveis à promoção de espaços argumentativos (CAPECCHI et al., 2002). Em nosso estudo de caso, uma das professoras investigadas (Profa. 1) demonstrou essa dificuldade e desenvolveu uma sequência didática não comprometida com o estímulo à prática argumentativa dos seus alunos.

Autores insistem que mesmo com todas as contribuições das pesquisas na área de ensino de ciências, o discurso da ciência escolar ainda é dominado por monólogos do professor, com poucas oportunidades para os alunos se posicionarem e argumentarem (DUSCHL; OSBORNE, 2002). A falta de oportunidades ou de habilidade do professor para trabalhar a linguagem científica em sala de aula tem resultado em importantes falhas na alfabetização científica, por exemplo gerando para os alunos uma imagem positivista de ciência (DRIVER et al., 2000).

As práticas pedagógicas do professor devem ter objetivos epistêmicos adequados para privilegiar a produção de argumentos pelos alunos (OSBORNE et al., 2004), uma vez que argumentação não surge espontaneamente nas aulas. A maneira de gerenciar o discurso em sala de aula influencia diretamente os modos de produção de conhecimento pelos alunos e as variações do discurso produzido nessas situações. Portanto, a prática argumentativa depende principalmente dos objetivos do professor e da abordagem de ensino utilizada (MORTIMER; SCOTT, 2003).

Certas ações dos professores podem ser determinantes para a emergência e manutenção de situações argumentativas em sala de aula. Uma dessas ações é aumentar a discussão em torno de um tema tornando-o alvo de diferentes conclusões possíveis, e que precisarão, portanto, ser justificadas e negociadas pelos alunos (CHIARO; LEITÃO, 2005). Inserir a possibilidade de mais de um posicionamento sobre determinado objeto de estudo

pode auxiliar, pois a argumentação ocorre com mais facilidade quando está em jogo a “verdade” de diferentes interpretações (PONTECORVO et al., 2005). Dar espaço a mais de um ponto de vista, a mais de uma “voz” dentro da aula é importante para os alunos perceberem a dimensão dialógica dos processos atrelados ao conhecimento.

Como já destacamos, uma maneira de fazer isso é propondo situações problematizadoras para os alunos. A investigação e resolução de problemas exige argumentação, uma vez que requer a identificação e avaliação de várias soluções possíveis e escolha da mais adequada (VOSS et al., 1991). É justamente essa estratégia que a outra professora que investigamos (a Profa. 2) utilizou na aplicação da sua sequência didática. Ela propôs uma questão para os alunos investigarem – “se a Amazônia pode ser considerada o pulmão do mundo ou se na verdade são os oceanos” – e, ao deixar essa questão em aberto e tornar esse objeto discutível oferecendo diversas informações capazes de “levar” os alunos para diferentes interpretações, dados e conclusões possíveis, a Profa. 2 instaurou um espaço argumentativo em sala de aula. Os alunos sabem que o que está sendo requisitado deles não pode ser resolvido com a simples cópia de trechos do livro, e por isso precisam chegar por conta própria às suas conclusões. E assim, eles têm a chance de lidar com conhecimentos que não estão de antemão prontos e finalizados e não são monopólio do professor (JIMÉNEZ; ERDURAN, 2008).

O aluno vai argumentar (ou pelo menos tentar) se sentir que há necessidade disso. Se as aulas resumirem-se a monólogos do professor, por meio dos quais a validade dos conhecimentos já está assegurada pelo simples fato de estarem na fala de autoridade (*expertise*) do professor, e se não há o que ser problematizado, questionado, investigado e avaliado à luz de dados, então não há razão para os alunos argumentarem (GARCIA-MILA; ANDERSEN, 2008).

Desse modo, destacamos a importância de valorizarmos a natureza argumentativa do conhecimento científico em sala de aula e de não apresentarmos esse conhecimento aos alunos como pronto e acabado (CACHAPUZ et al., 2005), pois isso abre espaço para discussões sobre o fazer científico, sobre a natureza da ciência e suas relações com a sociedade – eixos balizadores da alfabetização científica. As aulas de ciências devem dar mais oportunidades para os estudantes aprenderem a usar a linguagem científica (KELLY; DUSCHL, 2002), para eles vivenciarem aspectos epistêmicos que permitam uma melhor apropriação do conhecimento científico e sua cultura própria.

Mas reconhecemos que essa inclusão da argumentação na realidade e no cotidiano das escolas não é um processo simples. Para mediar a argumentação dos alunos, o professor precisa, além de dominar os conteúdos científicos e pedagógicos, conhecer aspectos epistêmicos característicos da ciência e reconhecer a importância desses aspectos para o ensino (TABAK; BAUMGARTNER, 2004). E por isso destacamos a necessidade de ampliarmos esforços, como o do presente estudo, nas pesquisas sobre aspectos epistêmicos da atuação docente (FLICK, 2000; KEYS; BRYAN, 2001), e a necessidade de ampliarmos o diálogo entre essas pesquisas e a formação de professores. Precisamos pensar em como os resultados dessas pesquisas podem orientar novos modelos de cursos de formação de professores de ciências – modelos que ajudem esses profissionais a terem visões informadas sobre a natureza da ciência que irão ensinar e consequentemente uma práxis melhor fundamentada epistemicamente, ou seja, uma práxis que contemple objetivos epistêmicos, características epistêmicas, e estratégias instrucionais mais favoráveis para aproximar o processo de construção do conhecimento científico escolar da natureza do conhecimento científico “autêntico”.

Retomando e resumindo nossos resultados, a Profa. 1 mostrou uma cognição epistêmica alinhada com a perspectiva de uma ecologia mais descritiva, ampla e exploratória, já que planejou e executou aulas de ecologia comprometidas não com a delimitação de hipóteses e variáveis específicas a serem investigadas, com a resolução de problemas científicos e avaliação de explicações sobre determinados fenômenos ecológicos, mas sim com observações genéricas do meio ambiente e de forte cunho descritivo, qualitativo e preservacionista. Essa professora pareceu mais preocupada em fazer os alunos conhecerem diversas características acerca da Amazônia e a importância de preservar esse ambiente. Ao contrário, a abordagem da Profa. 2 mostrou-se alinhada com uma ecologia de natureza predominantemente analítica/investigativa. Então, podemos concluir que a Profa. 2 demonstrou uma cognição epistêmica teoricamente mais favorável à promoção de uma ecologia escolar mais próxima da natureza da ciência ecologia. Defendemos aqui que o mínimo de correspondência entre a ecologia escolar e a ecologia “autêntica” a ser mantido são esses aspectos epistêmicos atrelados à natureza investigativa, interpretativa, quantitativa e argumentativa do conhecimento ecológico.

Desse modo, cruzando os resultados provenientes da caracterização das concepções formais das duas professoras sobre a ecologia e os resultados provenientes da caracterização de seus processos de cognição epistêmica, podemos observar que há certa relação entre esses

resultados. Em outras palavras, comparando o desempenho das duas professoras nos questionários Likert, com o desempenho no planejamento e na execução de aulas de ecologia, podemos notar que há certa associação entre esses desempenhos. A Profa. 2, que mostrou uma cognição epistêmica favorável à promoção de um ensino mais próximo da cultura da ciência ecologia, é aquela que demonstrou nos questionários fechados possuir concepções formais mais informadas (em comparação com a outra professora).

Logo, algumas práticas dessas professoras – ligadas aos seus contextos particulares de atuação docente e ligadas à construção de conhecimento ecológico escolar com os seus alunos – podem estar relacionadas às visões formais que elas possuem sobre a natureza da ecologia, o que não nos permite descartar, obviamente, a influência também de outros fatores (não mensurados aqui) sobre essas práticas.

Vimos que a Profa. 2 tem uma visão menos limitada da ecologia, compreendendo que essa ciência tem compromissos epistêmicos similares aos de outras ciências atuais e não pode ser confundida com “preservação ambiental” ou com aqueles estudos realizados pelos naturalistas no século passado. E vimos que ela demonstra também uma visão mais crítica sobre o ensino de ecologia, entendendo, por exemplo, que esse ensino não se limita a discutir a relação “homem-natureza” e os problemas socioambientais decorrentes dessa relação. Essas visões provavelmente tiveram algum peso no momento da Profa. 2 refletir e tomar decisões sobre suas aulas, e então podem ter contribuído para os aspectos epistêmicos da sequência didática planejada e executada por essa profissional.

Conforme apresentamos nos referenciais teóricos, na tradição de estudos sobre a epistemologia na educação científica há uma forte tendência de pesquisas focadas no mapeamento, por meio de questionários, de concepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência. Entretanto, à medida que esses estudos avançam, surgem algumas críticas com relação às suas limitações. Um dos questionamentos é sobre como os resultados provenientes desses questionários ajudam a compreender o que ocorre de fato no contexto escolar, a compreender como professores e alunos lidam com o conhecimento científico quando estão efetivamente atuando em sala de aula. Por conta disso, pesquisadores como Hogan (2000), Louca e colaboradores (2004) e Sandoval (2005) atentam para a necessidade de distinguirmos as concepções que um sujeito manifesta quando está respondendo a um questionário e pensando em como a ciência (profissional) produz conhecimento – o que esses autores chamam de epistemologia “distal” ou “formal” – das concepções que esse sujeito possui sobre como deve se dar a construção de conhecimento em suas aulas de ciências, ou

seja, das concepções expressas em suas práticas em sala de aula – o que os autores chamam de epistemologia “proximal” ou “prática”.

A partir dessas discussões, a literatura tem insistido na importância das pesquisas na área não se limitarem à caracterização de concepções formais sobre a natureza da ciência, mas investigarem também essa epistemologia prática, o que implica em superar metodologias pautadas exclusivamente na realização de *surveys* e incluir observações e registros das práticas de professores e alunos em seus contextos específicos de atuação (SANDOVAL, 2005; ALLCHIN, 2011; SINATRA; CHINN, 2011). A maneira como esses sujeitos concebem formalmente a ciência pode ser diferente da maneira como concebem e praticam a ciência escolar e, por isso, a importância de pesquisas capazes de caracterizar essas duas instâncias. Assim, para termos uma visão mais ampla das concepções epistêmicas, e para discutirmos inclusive as possíveis relações entre epistemologia formal e epistemologia prática, precisamos realizar estudos mais contextualizados levando em conta que essas concepções também abarcam o modo como o conhecimento é tratado em sala de aula e que esse tratamento é dependente de uma série de particularidades. Essas particularidades resultam de diversos fatores contextuais como: o domínio do conhecimento em questão (MUIS et al., 2006) – por exemplo, se é um conhecimento físico ou biológico, se é da fisiologia ou da ecologia –; até mesmo o tópico específico, dentro desse campo, que é abordado com os alunos (SCHUNK; ZIMMERMAN, 2006); e os objetivos epistêmicos e estratégias instrucionais que são privilegiados pelos professores durante as aulas (CHINN et al., 2011).

Portanto, como as concepções epistêmicas podem ter esse caráter fortemente situacional e contexto-dependente (BRÅTEN, 2010; LEE; TSAI, 2012; HOFER, 2016), diversos autores têm defendido a necessidade de examiná-las também “*in situ*” e em ação, o que significa analisar as concepções expressas nas práticas dos sujeitos quando engajados em tarefas específicas dentro da sala de aula (MASON et al., 2011; KELLY, 2016).

Estudos apontam que até mesmo os cientistas dificilmente pensam na natureza da ciência de maneira muito formal, filosófica e genérica – eles dificilmente fazem reflexões descoladas de sua área e sua prática específicas de investigação. Então, a forma como um cientista produz conhecimento e como concebe esse processo tem muito mais a ver com conhecimentos práticos e tácitos adquiridos em seu contexto particular de atuação e adquiridos em função de demandas específicas do seu trabalho (qual tipo de investigação precisa realizar dentro do seu grupo de pesquisa, com qual foco de estudo e qual abordagem metodológica) do que com uma compreensão teórica/formal sobre a epistemologia da ciência,

ou seja, essa forma de atuar e pensar do cientista compreende muito mais uma epistemologia prática, contexto-dependente, do que uma epistemologia formal (STALEY, 2004; SAMARAPUNGAVAN et al., 2006).

Por todos esses motivos, questionários sobre concepções formais passam a ser ferramentas insuficientes, por não considerarem essa dimensão prática e contextual que também delimita a compreensão epistêmica dos sujeitos. Editores de periódicos de grande circulação têm recusado estudos pautados no levantamento de concepções epistêmicas exclusivamente por meio de questionários (GRAESSER, 2015). Além das extensas e polêmicas discussões em torno de questões relativas à validade e confiabilidade desses instrumentos (MUIS et al., 2006; SINATRA; CHINN, 2011; GREENE; YU, 2014), essa abordagem metodológica é criticada por frequentemente levar a interpretações que dicotomizam e “engessam” a natureza da ciência. Isso ocorre porque as questões desses questionários normalmente abarcam aspectos muito gerais do empreendimento científico e apresentados de maneira descontextualizada e polarizada. Logo, dependendo da concordância ou discordância dos respondentes com relação a essas questões, as concepções desses sujeitos acabam sendo classificadas como adequadas ou inadequadas, ingênuas ou sofisticadas (SANDOVAL, 2005; SINATRA et al., 2014; MURPHY; ALEXANDER, 2016). Essas categorias podem revelar-se muito simplistas e “artificiais” e pouco informativas em relação ao que de fato os respondentes pensam, pois não permitem esclarecer diversas questões, tais como: a visão sobre ciência que os sujeitos demonstram ao responder os itens do questionário é a mesma para qualquer área científica (física, química, biologia, genética, ecologia) – é uma visão única, rígida, absoluta? Ou essa visão é relativa e dinâmica e pode variar dependendo do tipo de conhecimento avaliado e do uso específico que se faz dele em determinadas situações escolares?

Diante dessas considerações, é preciso superar esses métodos tradicionais quantitativos – reduzidos à aplicação de questionários Likert – os quais assumem que as concepções epistêmicas de professores e alunos possam ser caracterizadas de maneira “estática”, dicotômica e descontextualizada. É necessário incluir a observação da dinâmica de produção de conhecimento que esses sujeitos desenvolvem em sala de aula (SINATRA; CHINN, 2011; GREENE; YU, 2014; CHINN; RINEHART, 2016; KELLY, 2016), para que suas concepções epistêmicas sejam situadas “*no espaço, no tempo, dentro de práticas sociais e normas culturais*” (KELLY, 2016, p. 397). Então, as metodologias devem ser complementadas por estudos de caso, com análises qualitativas de registros audiovisuais de entrevistas realizadas

com professores e alunos e da atuação desses sujeitos em situações “reais” de ensino e aprendizagem, para compreender melhor o que eles pensam sobre o conhecimento e sobre o processo do conhecer (diSESSA et al., 2003).

Resumindo, a literatura tem defendido a necessidade de evitarmos argumentos simplistas sobre “o que conta como visões ingênuas ou sofisticadas do conhecimento” e de demonstrarmos que essas visões são contingentes e que elas podem ser complexas e multifacetadas. Por conta disso, uma única ferramenta ou uma única medida é incapaz de “capturar” todos os aspectos relacionados ao estudo das concepções epistêmicas e, portanto, o mais indicado é a adoção de métodos mistos, combinando análises quantitativas com análises qualitativas (CHINN et al., 2011; RYU; SANDOVAL, 2012).

Destacamos que foi exatamente isso que buscamos na presente pesquisa, não nos limitarmos ao mapeamento de concepções genéricas e descontextualizadas sobre a ciência (ciência como um todo), mas sim ampliarmos esforços na caracterização de concepções epistêmicas contexto-dependentes – em nosso caso concepções especificamente ligadas ao campo ou domínio da ecologia, bem como concepções ligadas à “epistemologia prática” (e não apenas à epistemologia formal). Então, conforme a literatura sugere, utilizamos uma metodologia mista, contemplando não apenas a aplicação e validação de questionários fechados com uma análise quantitativa/estatística desses resultados, mas também um estudo de caso, com a análise qualitativa do discurso e das práticas de duas professoras emergentes em situações reais de ensino e aprendizagem, o que consideramos um esforço muito relevante para avanços nos estudos da área.

Ao observamos o desempenho das duas professoras no planejamento e na execução de uma sequência didática específica de ecologia com os seus alunos, ampliamos nossa metodologia, analisando o que a literatura tem chamado atualmente de cognição epistêmica. Essa expressão “cognição epistêmica” tem sido utilizada para englobar os processos cognitivos que incluem “todas as formas explícitas ou tácitas de cognição relacionadas a questões epistêmicas” (CHINN et al., 2011, p. 141), ou seja, processos nos quais cada indivíduo se engaja enquanto está pensando sobre o conhecimento (GREENE et al., 2008).

Muitos dos trabalhos sobre cognição epistêmica estão focados na figura dos estudantes, mas a cognição epistêmica é particularmente relevante para os professores. Isto se dá, pois eles têm uma necessidade muito maior de refletirem sobre o conhecimento e o processo do conhecer por serem os responsáveis pelo planejamento e pela condução das situações de ensino e aprendizagem (FEUCHT, 2010; MUIS; DUFFY, 2013). Quando

pensamos na figura do professor, a cognição epistêmica muitas vezes está relacionada à reflexão sobre algumas decisões pedagógicas que este precisa tomar para cumprir a tarefa de ensinar (DARLING-HAMMOND, 2016). Então, quando os professores pensam sobre a natureza de um conhecimento a ser ensinado, e escolhem objetivos e estratégias instrucionais que consideram mais adequados para esse ensino, eles estão engajados em processos de cognição epistêmica.

Assim, as pesquisas na área têm mudado, e essas abordagens voltadas para o estudo da cognição epistêmica têm sido consideradas mais amplas e inclusivas do que simplesmente caracterizar concepções formais que professores demonstram ao assinalar itens de um questionário fechado (CHEN; BARGER, 2016; SINATRA, 2016). Torna-se cada vez mais importante observar o desempenho desses professores em tarefas epistêmicas específicas, e analisar o processo como cada indivíduo acessa e justifica suas concepções ao cumprir essas tarefas (KUHN; WEINSTOCK, 2002; HOFER, 2004), observando esse processo na prática, em tempo real e em situações autênticas.

A cognição epistêmica não deve ser confundida com concepções/crenças (tradução nossa para o termo “*beliefs*”) sobre a natureza da ciência ou sobre a natureza do conhecimento científico de uma determinada área, embora possam estar relacionadas. Essas concepções podem ser conteúdos da cognição (objetos de reflexão), mas a cognição em si é fundamentalmente um processo (SINATRA, 2016). Para se engajarem nesse processo, os indivíduos vão refletir sobre suas concepções acerca da natureza de um dado conhecimento e podem utilizar essas concepções para orientar e apoiar a maneira como atuarão em uma determinada tarefa. Então, é importante fazer essa distinção até mesmo para investigar a relação que existe entre concepções e cognição epistêmica e a relação destas com as práticas de professores e alunos em sala de aula.

Desse modo, as pesquisas têm tentado esclarecer essa distinção e delimitar a relação entre as concepções de alunos e professores e seus processos de cognição epistêmica – buscando investigar se a maneira como esses sujeitos efetivamente lidam com o conhecimento em sala de aula pode estar relacionada, por exemplo, às suas concepções sobre a natureza da ciência, e investigando também a influência de outros fatores, já que esse processo de cognição epistêmica é complexo e envolve outras variáveis do contexto escolar (BRÅTEN et al., 2008; OLAFSON; SCHRAW, 2010; BRAASCH et al., 2013).

Com essas abordagens metodológicas que analisam de maneira mais ampla e contextualizada o modo como os sujeitos concebem a construção do conhecimento, os estudos

têm caminhado para a investigação do que definem como sendo a epistemologia pessoal (tradução nossa para o termo “*personal epistemology*”) de professores e alunos. A epistemologia pessoal inclui, portanto, não apenas as concepções de um indivíduo, mas também suas cognições sobre o conhecimento e o conhecer (PINTRICH, 2002), e ajuda a explicar como essas concepções podem influenciar a sua atuação em sala de aula, justamente a lacuna, apontada por Sandoval (2005), que as pesquisas iniciais da área não conseguiam responder por dedicarem-se exclusivamente ao estudo da epistemologia formal e não contemplarem o estudo da epistemologia prática.

As pesquisas sobre epistemologia pessoal ajudam a compreender, por exemplo, por que abordagens de ensino tidas atualmente como mais adequadas permanecem distantes da realidade de muitas salas de aula e por que muitos professores continuam insistindo em abordagens tradicionais e transmissivas. Essas abordagens de ensino possivelmente estão suportadas por concepções e cognições que estes professores possuem a respeito de como são os conhecimentos e os processos de conhecer que precisam privilegiar em suas aulas e, dependendo dessas epistemologias pessoais que carregam, suas práticas de ensino continuam encontrando valor e legitimidade (BROWNLEE et al., 2011).

Por isso, novamente destacamos a relevância da presente tese, comprometida com a discussão de aspectos atrelados à epistemologia pessoal de professores dentro de uma área específica para a qual estudos desse tipo são escassos, que é a área do ensino de ecologia. Em nossa investigação, observamos que na epistemologia pessoal das duas professoras investigadas, há certa relação entre suas concepções formais sobre a ecologia e os processos de cognição epistêmica que mobilizam ao planejarem e executarem uma sequência didática de ecologia com os seus alunos.

Como já mencionamos, essa relação entre concepções epistêmicas e desempenho no contexto educacional tem sido investigada por diversos autores. Esses estudos partem da premissa de que as concepções epistêmicas de professores e alunos afetam e, portanto, podem ajudar a explicar e prever algumas de suas escolhas e práticas em sala de aula (CHEN, 2012; LIN et al., 2013; FULMER, 2014). Essas concepções podem influenciar o desempenho acadêmico, uma vez que podem delimitar objetivos para uma situação de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, afetar a escolha das estratégias usadas para lidar com essa situação (HOFER; PINTRICH, 1997; SCHOMMER, 1998).

Assim, por exemplo, um estudante que acredita que o conhecimento é uma simples coleção de fatos isolados, pode entender que seu objetivo durante uma aula é a simples

aquisição do máximo possível de informações disponíveis e provavelmente privilegiará estratégias de aprendizagem pautadas na memorização. Muis (2007) amplia essa explicação sobre a relação entre concepções epistêmicas e desempenho, propondo que essas concepções podem: 1) afetar a automotivação – os objetivos, expectativas e interesses intrínsecos que os indivíduos nutrem frente ao conhecimento ensinado/aprendido; 2) determinar os padrões estabelecidos para o processo de ensino e aprendizagem que, por sua vez, delimitam a escolha das estratégias usadas na construção do conhecimento; e 3) interferir na metacognição, já que o conhecimento produzido será avaliado tendo como base os objetivos e as estratégias priorizados. No âmbito específico de estudos focados na figura do professor, os autores têm discutido como a epistemologia pessoal desse sujeito pode estar relacionada aos seus objetivos e suas estratégias de ensino (KANG, 2008).

Entretanto, diferentes resultados e conclusões têm emergido dessas investigações, e enquanto alguns estudos apontam uma forte relação entre concepções de alunos e professores e suas práticas no contexto escolar (TSAI, 2002, 2006), outros não encontram essa relação ou não encontram uma relação tão forte e direta (KANG; WALLACE, 2005; KANG, 2008). Many e colaboradores (2002), em um trabalho de revisão da literatura, mostram que os professores podem ensinar de maneiras inconsistentes com as concepções que expressam sobre aspectos epistêmicos e pedagógicos. Esses resultados sugerem, portanto, que as crenças declaradas pelos professores nem sempre ajudam a prever as suas práticas efetivamente realizadas em sala de aula, já que essas crenças normalmente expressam apenas intenções (FOSNOT, 1989), as quais podem não se adequar a uma dada realidade (LILJEDAHL, 2008; SCHRAW et al., 2010). Práticas de professores que se mostraram independentes de suas concepções epistêmicas também foram observadas por White (2000), Ozgun-Koca e Sen (2006), e Olafson e colaboradores (2010).

A dificuldade de identificação dessa relação em algumas pesquisas poderia estar ligada a dois principais fatores. O primeiro é o fato de que o desempenho de professores e alunos não está relacionado apenas à compreensão epistêmica desses sujeitos, mas a diversas outras variáveis como: o currículo que é adotado pela escola; algumas normas e vícios que podem estar fortemente enraizados na cultura escolar; os aspectos não-epistêmicos e suas respectivas demandas que também fazem parte da sala de aula; os conhecimentos, repertórios e recursos dos quais dispõem os professores, que podem priorizar saberes experienciais, por exemplo, em detrimento de reflexões epistemicamente orientadas sobre os conhecimentos a serem ensinados; dentre outras (BUEHL; FIVES, 2016). Teoricamente, todas essas variáveis

poderiam levar professores e alunos a se comprometerem com objetivos em sala de aula descolados de suas visões acerca da natureza do conhecimento e com isso, a terem desempenhos muito mais relacionados ao cumprimento desses objetivos particulares priorizados do que às suas concepções epistêmicas.

O segundo fator capaz explicar a ausência de correspondência entre concepções e práticas registrada por algumas pesquisas pode ser de caráter metodológico, ou seja, pode estar ligado a limitações do tipo de metodologia e análise escolhido para observar o fenômeno em questão. Como apontado por Sinatra (2016), muitas pesquisas acabam se limitando à caracterização de concepções por meio de questionários fechados, sem ampliar esse olhar observando também os processos de cognição epistêmica, o que pode dificultar a visualização da relação entre as concepções dos professores e suas práticas de ensino. Para o referido autor, os resultados de estudos sobre concepções epistêmicas terão maior poder explicativo e preditivo se incluírem a análise qualitativa dos processos de cognição epistêmica, entrevistando professores e registrando sua atuação em sala de aula, e não ficarem restritos à categorização dicotômica e descontextualizada de concepções exclusivamente por meio de dados quantitativos provenientes da aplicação de questionários.

Por outro lado, Maggioni e Parkinson (2008), também com base em um trabalho de revisão, apontam que as estratégias de ensino utilizadas pelos professores podem sim estar relacionadas às suas concepções epistêmicas. Assim, professores com crenças epistêmicas mais ingênuas tendem a ter práticas pedagógicas tradicionais e a dar aulas centradas no discurso do professor, e com foco apenas em terminologias (JOHNSTON et al., 2001; LIDAR et al., 2006). Em contraste, concepções epistêmicas mais sofisticadas tendem a estar associadas com visões construtivistas do ensino e práticas que dão maior ênfase nos conhecimentos prévios dos alunos, na autoridade compartilhada em sala de aula, e em atividades interativas que valorizam a investigação e a interpretação (KANG; WALLACE, 2005; CHENG et al., 2009).

A maioria desses trabalhos possui abordagens e instrumentos metodológicos amplos e diversificados, incluindo não apenas análises quantitativas e aplicação de questionários fechados, mas também análises qualitativas a partir de entrevistas e filmagens de aulas. São estudos que levam em conta a complexidade e a natureza domínio-dependente das epistemologias pessoais dos professores, e que não tentam, por exemplo, encontrar relações diretas, nítidas, e rigorosas entre o escore obtido por um sujeito em um questionário fechado e sua atuação em situações muito particulares de sala de aula.

Ao invés disso, esses estudos reconhecem a necessidade de olharem essas epistemologias de maneira mais contextualizada, delimitando as áreas ou subáreas específicas de conhecimento dentro das quais se quer investigar as concepções dos professores, e analisando esse entremeio que fica entre as concepções epistêmicas formais/ideais de um sujeito e suas práticas reais/específicas no contexto escolar. Desse modo, acreditamos que quando analisamos o processo de cognição epistêmica, podemos descrever e qualificar alguns “filtros” intermediários que se situam entre as concepções idealizadas e as práticas efetivamente realizadas por um professor e que podem interferir nessa relação.

Por isso alguns dos trabalhos citados anteriormente são cuidadosos ao discutir seus resultados e explicam que as práticas de ensino dos professores não são meros “reflexos” das suas concepções epistêmicas. Algumas concepções epistêmicas podem restringir a reflexão sobre certos aspectos do ensino, e é essa reflexão, na verdade, que já passa a considerar variáveis específicas da realidade onde atuam, que pode interferir mais diretamente na atuação desses sujeitos. Então, queremos deixar claro que os nossos resultados devem ser interpretados com esse mesmo cuidado e seguindo uma lógica semelhante.

Na presente tese, não estamos defendendo que o fato de uma professora ter obtido certo escore nos questionários Likert e ter demonstrado concepções formais mais ou menos informadas sobre a ecologia é o que define suas práticas de ensino registradas – pois isso configuraria uma explicação extremamente determinista e reducionista do fenômeno que investigamos. O que nossos resultados sugerem é que essas concepções formais, mapeadas durante a aplicação dos questionários, ajudam a entender, e podem estar influenciando, parte do processo de cognição epistêmica dessa professora, e que esse processo de cognição epistêmica, por sua vez, pode estar restringindo seu desempenho e suas práticas em sala de aula. Portanto, não estamos postulando essa relação entre concepções e práticas como uma relação simples e direta, mas indireta e (inter)mediada pela cognição epistêmica das professoras.

Com esse *framework* teórico-metodológico adotado e cruzando os dados que obtivemos sobre as concepções formais, as cognições epistêmicas e as abordagens de ensino das duas professoras investigadas, podemos resumir nossos resultados da seguinte maneira:

- A Profa. 1 demonstrou compreender que a ecologia, embora não esteja totalmente impossibilitada de realizar experimentos e produzir modelos, predições, generalizações, é uma ciência de natureza mais ampla e exploratória – comprometida preferencialmente com estudos de caso, pesquisas qualitativas, abordagens holísticas e práticas de manejo e

conservação do meio ambiente. Essa visão (concepção formal) da ciência ecologia foi acompanhada por uma compreensão de que o ensino de ecologia, embora possa ou deva incluir o trabalho com temas científicos e dados quantitativos, exige o trabalho de campo e está voltado para ensinar os alunos a opinarem sobre temas socioambientais e a terem hábitos sustentáveis frente ao meio ambiente. Posteriormente, ao planejar suas aulas para desenvolver uma sequência didática de ecologia, essa professora declarou considerar importante promover em sala de aula o trabalho com a investigação de problemas “autênticos” e o trabalho com dados (inclusive dados quantitativos), e também defendeu um ensino mais “contextualizado” e não restrito à apresentação fragmentada e “engessada” de conceitos. Ela defendeu, por exemplo, a importância de levar os estudantes a campo para aprenderem a observar e descrever “todas” as características do meio ambiente, e de deixa-los livres para discutir quaisquer questões e curiosidades de seu interesse, e também defendeu a importância das aulas priorizarem discussões sobre o papel e a interferência do homem no meio ambiente e sobre a importância da preservação da natureza. Entretanto, quando a Profa. 1 justificou durante a entrevista esses posicionamentos – explicando melhor o que entende por “problemas autênticos” e “trabalho com dados”, e exemplificando como conduziria um trabalho de campo com os alunos, ou como conduziria a sequência didática (SD) proposta pelos pesquisadores e qual seria seu objetivo central com essa SD –, sua reflexão (cognição epistêmica) sugeriu uma compreensão ingênua e limitada de todos esses aspectos, o que acreditamos que possa estar relacionado às suas concepções formais sobre a ecologia. Assim, por exemplo, o fato de considerar que a ecologia trabalha de maneira ampla e exploratória, e não de maneira mais analítica como outras ciências, pode ter contribuído para ela planejar aulas que não delimitam *a priori* questões e variáveis específicas a serem investigadas pelos alunos; ou o fato de achar que a ecologia lida preferencialmente com descrições qualitativas do meio ambiente pode ter restringido a sua compreensão sobre o que são dados e qual o seu “lugar” e papel em uma sequência didática de ecologia; ou ainda o fato de enxergar a ecologia como uma espécie de sinônimo de “preservação” pode ter levado à supervalorização das discussões de cunho socioambiental no seu planejamento para essa SD. Então, finalmente, ao executar suas aulas, a Profa. 1 priorizou como objetivo: “a aquisição de conhecimentos factuais”, e como estratégia instrucional (processo fiável): “a reprodução de conteúdos presentes no livro didático”, o que consideramos como sendo um desempenho relacionado ao processo de cognição epistêmica dessa professora (que

mostrou durante o planejamento da SD uma visão muito difusa/confusa sobre diversos aspectos epistêmicos), e como sendo um desempenho NÃO favorável para uma abordagem mais investigativa/analítica do ensino de ecologia (Figura 3).

- Por outro lado, a Profa. 2 demonstrou compreender, na etapa de resolução dos questionários fechados, que a ecologia é uma ciência de natureza mais analítica – que não se limita a abordagens amplas, holísticas, qualitativas e que não tem, de maneira alguma, a responsabilidade ou o “poder” de realizar o manejo do meio ambiente, mas sim de apenas estudá-lo –; e essa visão foi acompanhada por uma compreensão de que no ensino de ecologia o trabalho de campo não é uma obrigatoriedade e a “educação ambiental” dos alunos não é o foco. Quando entrevistada, na etapa de planejamento das suas aulas, essa professora também defendeu o uso de problemas “autênticos”, o trabalho com dados e um ensino mais “contextualizado”. Mas, diferente da Profa. 1, ela não apenas se mostrou favorável a esses aspectos, como também soube explicá-los, justificá-los e exemplificá-los de maneira mais consistente, demonstrando uma reflexão mais crítica a respeito dos limites e das potencialidades que delimitam o ensino de ecologia e, conseqüentemente, a respeito da identidade e dos compromissos epistêmicos que uma aula ou sequência didática de ecologia precisa ter. Assim, a Profa. 2 refletiu sobre a importância de direcionar suas aulas para a investigação de questões e variáveis específicas definidas *a priori* com os alunos, e não deixar essas aulas “soltas”, sem foco, permitindo quaisquer produções discursivas dos alunos. Ela optou por planejar uma SD focalizada na resolução de um problema de caráter fortemente científico, no teste de hipóteses e na avaliação de explicações acerca de certos fenômenos naturais, e não em discussões socioambientais genéricas mais preocupadas com uma “conscientização ambiental” dos alunos do que com uma aprendizagem do discurso, do conteúdo e do fazer científicos da ecologia. Além disso, essa professora soube discriminar de forma consistente o conjunto de dados mais adequado e a melhor forma de trabalhá-lo para desenvolver a sua SD planejada. Então, finalmente, na etapa de execução das suas aulas, a Profa. 2 priorizou como objetivo: “o desenvolvimento do ‘pensar cientificamente’”, e como estratégia instrucional: “a resolução de problemas e o trabalho com dados (com ênfase na análise de dados quantitativos e no uso de linguagem e raciocínio matemáticos)”, o que consideramos como sendo práticas de ensino mais condizentes com a abordagem do ensino por investigação, e conseqüentemente, práticas capazes de melhor aproximar a ecologia escolar da ecologia “autêntica” (Figura 4).

Figura 3. *Framework* proposto para caracterizar a epistemologia pessoal da Profa. 1. Baseado no modelo apresentado por Fives e colaboradores (2017, p. 272).

Figura 4. *Framework* proposto para caracterizar a epistemologia pessoal da Profa. 2. Baseado no modelo apresentado por Fives e colaboradores (2017, p. 272).

Desse modo, queremos chamar a atenção para o fato de que, embora a Profa. 1 não tenha expressado nos questionários concepções totalmente desinformadas sobre a ecologia, e tenha defendido durante o planejamento da sequência didática (principalmente no início da entrevista) um discurso aparentemente alinhado com abordagens de ensino mais construtivistas, observamos que suas práticas efetivamente implementadas em sala de aula durante a aplicação dessa SD foram limitadas e restritivas para trabalhar a natureza do conhecimento ecológico.

Não podemos dizer que suas concepções formais são totalmente desinformadas, pois essa professora reconhece, por exemplo, a possibilidade da ecologia também envolver práticas como experimentações e modelagens, assim como não podemos classificar categoricamente sua abordagem de ensino como puramente/tipicamente tradicional (“tradicional *stricto sensu*”). As abordagens que são as mais típicas do ensino tradicional são aquelas centradas exclusivamente na figura do professor e que desconsideram a importância do diálogo e o valor dos conhecimentos prévios e da liberdade e autonomia intelectual dos alunos. Aulas tradicionais resumem-se a monólogos do professor e restringem o papel do aluno ao de ouvinte passivo, e no contexto do ensino de ciências, essas aulas consideram que aprender ciências é decorar conceitos, definições, fórmulas e terminologias (DUFFY et al., 2016).

Nesse sentido (*stricto sensu*), não podemos nos arriscar a dizer que a epistemologia pessoal da Profa. 1 atesta uma visão tradicional do ensino de ecologia, pois ela demonstra ao menos reconhecer alguns dos aspectos que um ensino mais tradicional desconsidera completamente. Por exemplo, essa professora, no âmbito do discurso e das intenções, defende a importância de planejar aulas que: i) incluam não apenas a apresentação fragmentada e descontextualizada de conceitos e definições, mas que abarquem também discussões de cunho “CTSA” (discussões sobre questões socioambientais), resolução de “problemas”, trabalho com “dados”, e saídas de campo, de modo a desenvolver outras habilidades nos alunos; e ii) possam dar voz aos estudantes, para que eles explicitem suas dúvidas, dificuldades, curiosidades, motivações. No âmbito da prática e das ações, há uma preocupação em executar aulas que: iii) oportunizam aos alunos trabalharem em grupo, realizarem “pesquisas” a respeito de um tema, e atuarem em certa medida como “produtores” de alguns discursos (escritos e orais), ao invés de atuarem apenas copiando silenciosamente conteúdos da lousa.

Então, de acordo com esse ponto de vista, podemos considerar que a abordagem de ensino da Profa. 1 afasta-se ou diferencia-se um pouco das abordagens tradicionais mais usuais. Entretanto, ao mesmo tempo não podemos dizer que essa abordagem chega a ser uma

abordagem de ensino investigativo (*stricto sensu*), pois conforme já discutimos, a estrutura de sequência didática privilegiada pela Profa. 1 não abarcou aspectos centrais do ensino por investigação, possivelmente por conta das limitações presentes em sua cognição epistêmica. Como já dissemos, embora essa professora tenha um reconhecimento sobre alguns aspectos epistêmicos importantes para o ensino de ecologia, ela não consegue definir e justificar de maneira consistente esses aspectos, o que nos faz questionar o grau de criticidade envolvido nesse reconhecimento. Dito de outra maneira, acreditamos que a Profa. 1, por ter uma visão muito difusa e superficial – uma cognição marcada pela falta de clareza – desses aspectos epistêmicos, demonstra uma epistemologia pessoal e consequentemente uma prática pedagógica acríticas ou pouco críticas frente ao ensino de ecologia. E em decorrência disso, sua abordagem, ao mesmo tempo em que não encontra lugar ao lado do ensino mais tradicional, não chega a ser efetivamente o ensino por investigação, configurando-se no máximo como uma abordagem de ensino “investigativo acrítico”.

A cultura da investigação em sala de aula envolve diversas ações do professor (SUPOVITZ; TURNER, 2000; PONNOCK, 2017). Assim, o que estamos chamando de “investigativo acrítico” é o ensino que por contemplar apenas algumas dessas ações, as quais nem são as mais características e importantes dessa cultura investigativa, pode ser confundido, inclusive na visão do próprio professor que o pratica, com o ensino por investigação, quando na verdade ainda está muito distante disso.

A abordagem de ensino da Profa. 1 inclui uma parte dessas ações. Quando ela pede que os alunos pesquisem certas informações no livro didático a respeito da Floresta Amazônica e produzam registros dessas “pesquisas” e depois compartilhem com o restante da sala os textos produzidos, essa professora de certa maneira está: – estimulando os alunos a trabalharem em grupo; – incentivando os alunos a explicarem suas ideias uns para os outros.

Entretanto, sua abordagem não contempla outras ações que são centrais no ensino por investigação, tais como:

- Propor um problema autêntico para os alunos resolverem – o que é diferente de simplesmente fazer uma “busca” no livro didático;
- Exigir o trabalho com dados e a argumentação à luz de evidências – que é muito diferente de copiar trechos do livro e simplesmente emitir opinião a respeito de ideias presentes nos textos lidos;
- Permitir aos alunos avaliarem diferentes enunciados (explicações/hipóteses alternativas) com base nos dados e no raciocínio argumentativo, e chegarem às

suas próprias conclusões a respeito desses enunciados – que é bem diferente do professor simplesmente trazer para a aula explicações alternativas e ele mesmo concluir, por meio apenas de um discurso de autoridade, qual é a explicação correta.

Essas outras ações fundamentais no ensino por investigação são contempladas apenas na sequência didática implementada pela Profa. 2. Logo, caso a Profa. 1 acredite que ao aplicar a sua SD de ecologia também tenha praticado o ensino por investigação com os seus alunos, é preciso alertá-la que falta em seu “julgamento” uma compreensão epistêmica mais acurada, sofisticada, dotada de maior senso crítico para planejar, executar e avaliar as suas práticas em sala de aula.

Gostaríamos de destacar o quanto essa falta de senso crítico pode ser perigosa no contexto da educação científica, e o quanto essas abordagens “pseudo-investigativas” ou “investigativas acríticas” podem ser prejudiciais para a superação de obstáculos no ensino de ecologia. Como são abordagens e práticas de ensino que não chegam a configurar-se como partidárias do ensino tradicional (*stricto sensu*), daquele ensino que é o mais condenável, elas podem se tornar mais “blindadas” e resistentes a críticas, ou seja, alvos menores e menos passíveis de questionamentos. Assim, essas abordagens e práticas não se tornam objeto de reflexão (que seja realmente crítica) e vão sendo simplesmente reproduzidas e perpetuadas pelos professores e criando uma legitimidade própria em sala de aula.

Mas, ao mesmo tempo em que não são estritamente tradicionais, essas abordagens ainda permanecem longe de mudar o “lugar comum” que a ecologia ocupa na escola. Isso se dá, pois não são capazes de modificar de maneira significativa a natureza dessa disciplina incorporando aqueles aspectos epistêmicos que defendemos aqui como sendo o mínimo necessário para começar a tornar a ecologia escolar mais próxima da ciência ecologia. E como já dissemos, por estarem atreladas a concepções muito vagas e difusas sobre a natureza da ecologia, essas abordagens limitadas, com capacidade muito reduzida para ensinar uma ecologia mais “autêntica”, continuam encontrando espaço na epistemologia pessoal de professores e consequentemente na realidade das escolas.

Portanto, assim como percebemos ao longo da construção desta tese que a ciência ecologia muitas vezes corre o risco de “cair em um lugar perigoso” no qual essa ciência pode ser tudo, por ser tão holística, ampla e exploratória, podendo ainda ser confundida com inúmeros outros campos (filosofia, ética, economia, sociologia, educação ambiental, dentre outros), acreditamos que com a ecologia escolar não seja diferente, e que no âmbito

educacional muitas práticas podem ser chamadas de maneira irrestrita e acrítica como sendo ensino de ecologia, quando na realidade não são. Nessa perspectiva de “a ecologia abarca tudo e pode ser tudo”, o contexto educacional pode acabar se valendo da lógica “no ensino de ecologia vale tudo”. Assim, por exemplo, qualquer atividade de discussão da relação homem-meio ambiente e sobre problemas socioambientais, ou de sensibilização ambiental dos alunos (como fazer uma horta orgânica no pátio da escola, reciclar papel e reutilizar o plástico de garrafas pet), ou ainda qualquer atividade de ecoturismo, pode acabar sendo vista como uma aula, e até mesmo uma boa aula, de ecologia. E nessa ingenuidade de poder ser “tudo” e ocupar qualquer lugar, o ensino de ecologia pode acabar se configurando como “nada” e não ocupando nenhum lugar, pois sua identidade/natureza acaba sendo apagada, e seus objetivos e compromissos epistêmicos esvaziados e perdidos.

3.2. CAPÍTULO 8. CONCLUSÕES

3.2.1. Implicações para as pesquisas na área de ensino de ciências/ecologia e para a formação de professores

Esperamos que tenha ficado claro o quanto investigações delineadas de maneira similar ao que fizemos no presente estudo podem contribuir para a linha de pesquisa sobre epistemologia no ensino de ciências. Conforme discutimos no capítulo anterior, essas pesquisas precisam superar metodologias pautadas exclusivamente em análises quantitativas de dados resultantes da aplicação de questionários fechados sobre a natureza (geral/formal) da ciência, e avançar para metodologias mistas que incorporem análises qualitativas de dados provenientes de entrevistas com professores e alunos e de filmagens desses sujeitos atuando efetivamente em sala de aula.

Essas metodologias mistas permitem caracterizar as concepções epistêmicas de maneira mais contextualizada e podem superar lacunas de estudos que não conseguem explicar como os seus resultados ajudam a compreender o que ocorre de fato no contexto escolar, ou seja, explicar a relação entre as concepções epistêmicas de um professor ou de um aluno e a maneira como esse sujeito lida realmente com a construção de conhecimento em seu contexto particular de atuação. Assim, as pesquisas sobre epistemologia pessoal, feitas nesses moldes e incluindo a análise dos processos de cognição epistêmica dos sujeitos investigados, podem ajudar a compreender, por exemplo, por que abordagens de ensino tidas atualmente como mais adequadas permanecem distantes da realidade de muitas escolas. Na presente tese ainda diremos mais – defenderemos que esse *framework* teórico-metodológico não contribui apenas para as pesquisas da área, mas que ele também poderia ser uma metodologia útil para cursos de formação de professores.

Conforme a literatura aponta, o preparo de um professor depende da articulação de inúmeros saberes, tais como: a) saberes da formação profissional, que são os conhecimentos pedagógicos relacionados à didática, a metodologias e “técnicas” de ensino; b) saberes disciplinares, que são os conhecimentos científicos específicos do campo sobre o qual o professor irá lecionar (por exemplo biologia e suas subáreas como fisiologia, genética, ecologia); c) saberes curriculares, que são os conteúdos dos programas escolares; e d) saberes experienciais (também chamados de tácitos ou práticos), que são fruto da experiência individual e coletiva do professor e que serão adquiridos durante o exercício da sua profissão

(TARDIF, 2012). Nessa perspectiva, a formação docente não pode ser encarada de maneira simplista, mas ao contrário, deve ser vista como um processo complexo que envolve uma pluralidade de aspectos formativos e exige um grande volume de saberes.

Essa perspectiva é incompatível com cursos de licenciatura baseados no modelo da racionalidade técnica, modelo que concebe a universidade como o local que apenas oferece aos futuros professores as provisões teóricas necessárias à sua instrumentalização, e concebe a escola simplesmente como o espaço para a prática daquilo que já foi aprendido na academia (MIZUKAMI, 2006). Um curso de biologia nesse formato seria aquele que oferece de maneira completamente fragmentada e descontextualizada as disciplinas presentes em sua grade curricular (as pedagógicas como didática, metodologia de ensino, psicologia e sociologia da educação, filosofia e epistemologia; e as específicas como biologia celular, zoologia, botânica, ecologia), não se preocupando em estabelecer o diálogo entre esses conhecimentos teóricos, e desses com a “realidade” e as práticas que os licenciandos vivenciam nas escolas.

No modelo da racionalidade técnica, bastaria então formar os professores “na teoria” e esperar que eles, por conta própria sem qualquer tipo de orientação e auxílio, quando forem atuar em sala de aula saibam aplicar seus conhecimentos teóricos na prática. Esse modelo é fortemente criticado por favorecer dicotomias como “universidade vs. escola”, “teoria vs. prática”, e abrir espaço para premissas como: “a superioridade da teoria em relação à prática”, “a universalidade das estratégias didáticas”, “a neutralidade e monologicidade do processo formativo” (FERNANDES; SILVEIRA, 2007). Então, atualmente recomenda-se a adoção de modelos preocupados com a indissociabilidade entre teoria e prática, e o planejamento de cursos que ofereçam aos licenciandos mais do que o domínio teórico de um repertório de conhecimentos a serem ensinados e de técnicas (“receitas”) universais de “como ensinar”, mas que desenvolvam nesses sujeitos a capacidade de articular, diante de situações reais/concretas de sala de aula, os diversos saberes que fazem parte da sua formação docente.

Essa capacidade de relacionar teoria e prática, de (res)significar os conhecimentos (teóricos e gerais) adquiridos na academia à luz de experiências (práticas e particulares) vivenciadas na escola e de entender que a prática docente se dá nesse espaço de dialogicidade, é uma capacidade que precisa ser desenvolvida na formação inicial, durante a graduação. É responsabilidade dos cursos de licenciatura desenvolver esse exercício, pois ele exige mediação (auxílio de especialistas), direcionamento, e não pode ficar a cargo apenas do professor e ocorrer somente depois que esse sujeito estiver com seu diploma e quando já estiver “sozinho e perdido” atuando profissionalmente. Esse exercício demanda formar

professores que não sejam meros executores de técnicas de “ensinagem”, mas sim profissionais reflexivos (SCHÖN, 1992), capazes de entender a natureza social de sua profissão (LIMA, 2001). Os professores devem ser capazes de analisar os contextos escolares específicos onde atuam e de modular seus saberes para tomar decisões e adotar práticas pedagógicas adequadas a cada um desses contextos. Resumindo, precisamos formar professores que consigam compreender os diversos fatores contextuais atrelados à tarefa de construir de conhecimento com os alunos, e que consigam refletir sobre a pertinência de objetivos e estratégias instrucionais adotados em cada situação de ensino. Em outras palavras, precisamos formar professores com capacidade crítica para planejar, executar e avaliar suas práticas de ensino.

Desse modo, diante dessas considerações sobre o obstáculo que o paradigma da racionalidade técnica representa para a formação de professores e sobre a necessidade de formarmos profissionais crítico-reflexivos, retomaremos nossa argumentação defendendo que a investigação de processos de cognição epistêmica pode configurar-se como uma metodologia de ensino (e não apenas de pesquisa) útil na educação superior, uma metodologia favorável para atender a essa demanda. Embora nas pesquisas haja um consenso de que os professores precisam ser reflexivos, a literatura nem sempre deixa claro do que exatamente se trata essa reflexão – “quando” e “onde” ela deve ocorrer, e sobre “o que” e “como” os professores devem refletir – nem tampouco deixa claro quais métodos os formadores podem ou devem usar para orientar essa reflexão (SMITH, 2016). Acreditamos que um método capaz de delimitar e esclarecer para o professor qual é o tipo de reflexão que se espera dele e capaz de subsidiar o desenvolvimento dessa competência profissional é fazê-lo adquirir consciência sobre sua epistemologia pessoal. Defendemos que se estimularmos os professores a assumir um papel de investigadores de suas próprias práticas por meio da caracterização de suas concepções e cognições epistêmicas, poderemos contribuir para modificar essas epistemologias pessoais (tornando-as mais sofisticadas) e, conseqüentemente, para tornar mais críticas suas abordagens de ensino.

Fazer um professor enxergar seu próprio processo de cognição epistêmica pode ajudá-lo a: i) reconhecer as crenças que possui acerca do conhecimento dentro de um determinado campo; ii) perceber quais eram suas intenções e quais foram suas ações ao desenvolver uma intervenção específica em sala de aula; iii) identificar quais aspectos epistêmicos foram efetivamente contemplados em uma situação particular de ensino e aprendizagem; iv) avaliar a adequação de sua abordagem de ensino em um dado contexto; v) pensar sobre as relações

entre sua epistemologia pessoal e sua prática pedagógica (BROWNLEE et al., 2016; FIVES et al., 2017). Assim, as epistemologias pessoais deveriam ser um foco explícito nos cursos de licenciatura e os futuros professores deveriam ser encorajados a se engajar nesse tipo de reflexão (SMITH, 2016). Portanto, é especificamente essa reflexão que gostaríamos de ver sendo desenvolvida pelos professores “crítico-reflexivos”. Vale lembrar que ela precisa ser mediada e orientada pelos formadores. Durante a análise da cognição epistêmica que um professor demonstrou em uma determinada ocasião, o formador precisa deixar claro o que deve contar como “conhecimento” e como “formas apropriadas de construir esse conhecimento” nesse contexto específico analisado (MAGGIONI; PARKINSON, 2008).

Esse tipo de reflexão está sempre inserido em um contexto particular e pode fornecer maneiras do professor questionar “como” e “por que” ele toma determinadas decisões e realiza certas ações, “quais” as implicações dessas escolhas e quais outras opções podem ser buscadas para uma atuação diferente. Logo, argumentamos que esse foco nas epistemologias pessoais dos professores pode ajuda-los a adquirir compreensões mais profundas acerca das disciplinas cursadas na licenciatura, e a tomar decisões mais informadas e eficientes em diversos contextos que encontrarão quando forem atuar profissionalmente (YADAV; KOEHLER, 2007).

Na presente tese, apresentamos como a visão de professores de ciências/biologia sobre a natureza da ecologia e sobre o processo de construção de conhecimento ecológico em sala de aula pode ser limitada, e como isso pode restringir a criticidade e a qualidade envolvidas no desenvolvimento de certas práticas e abordagens de ensino. Então, concluímos sobre a importância de cursos de licenciatura que objetivem formar professores com concepções e cognições epistêmicas mais sofisticadas. E agora estamos sugerindo como esses cursos poderiam ser (re)pensados e como eles poderiam atingir esse objetivo.

Recomendamos que os licenciandos estejam mais inseridos na realidade escolar, em situações reais de sala de aula, mas inseridos não apenas como observadores de aspectos externos (a si mesmos) e ou como meros aplicadores de sequências didáticas, e sim como investigadores de suas próprias práticas, como analistas de aspectos internos às suas cognições epistêmicas. É durante esse exercício prático e investigativo-reflexivo que os conhecimentos oferecidos pelas diversas disciplinas no currículo dos cursos podem fazer mais sentido para o futuro professor, pois é quando efetivamente ele tem a chance de: fazer associações entre esses conhecimentos; testar os potenciais, limites e a aplicabilidade desses saberes para realizar tarefas específicas dentro da sala de aula; aprender a usá-los para construir sua prática

pedagógica; e assim gerenciar aspectos que podem ser melhorados na sua formação (BROWNLEE et al., 2016).

Por exemplo, quando é colocada ao licenciando a tarefa de planejar e executar aulas dentro de um campo específico como a ecologia, exige-se, conforme já dissemos, o engajamento em um processo de cognição epistêmica, no qual o sujeito precisa tomar diversas decisões sobre a forma de trabalhar a construção de conhecimento ecológico com os seus alunos. Então, com a mediação dos formadores, ele deve perceber que para dar conta dessa tarefa precisa mobilizar e articular diversos saberes – i) o que aprendeu nas disciplinas de ecologia da graduação e sua compreensão sobre “o que essa área estuda e como estuda”; ii) o que aprendeu nas disciplinas pedagógicas e sua compreensão sobre “o que o ensino de ciências almeja e como almeja”; iii) o que aprendeu em outras disciplinas e/ou em outras instâncias, e que também influencia sua compreensão sobre como atuar em sala de aula.

Vemos esse “método” como muito mais útil e significativo para trabalhar com as epistemologias pessoais e abordagens de ensino dos futuros professores do que simplesmente inserir nos cursos de licenciatura algumas disciplinas genéricas de história, filosofia e epistemologia. Desse modo, quando destacamos a importância dos cursos de formação de professores de ciências naturais investirem na construção de saberes sobre a epistemologia dessas ciências, estamos nos referindo à valorização desse processo de reflexão (cognição) epistêmica emergente em experiências pessoais dos licenciandos e voltado para o aperfeiçoamento de suas práticas de ensino em contextos específicos e diversificados. De maneira alguma estamos falando da simples criação de disciplinas voltadas para uma instrução geral e formal sobre epistemologia da ciência ou mesmo da biologia. Não que essas disciplinas não possam fazer parte dos cursos e não possam contribuir para a formação de professores, contudo acreditamos que isso não seja suficiente para oportunizar o tipo de reflexão que estamos defendendo aqui. Tendemos a achar que essas disciplinas, quando estão presentes nos cursos (e nem sempre estão), acabam configurando-se apenas como mais algumas “matérias” que o licenciando deve cumprir, e apresentadas de maneira extremamente descolada do restante do currículo e da realidade de atuação dos professores. Esse tipo de proposição parece incorrer naquele mesmo problema apontado para as pesquisas iniciais sobre epistemologia, que é desconsiderar que epistemologias são domínio-dependentes e não abarcam apenas epistemologias formais, mas também epistemologias práticas. Então, não vemos como a apresentação descontextualizada de uma disciplina de epistemologia “geral” da

ciência poderia ajudar a formar professores com concepções e cognições epistêmicas mais sofisticadas a respeito de áreas científicas muito específicas como a ecologia.

Portanto, defendemos que não haja no currículo dos cursos de formação de professores de biologia uma disciplina especial e pontual (isolada) sobre epistemologia, mas sim que discussões epistemológicas ocorram de forma recorrente e transversal dentro das diversas disciplinas das licenciaturas. Desse modo, é necessário, por exemplo, o professor (formador) de ecologia ajudar os licenciandos a compreender não apenas conceitos e terminologias, mas a natureza da ciência ecologia, e os professores de didática, metodologia de ensino e estágio supervisionado ajuda-los a compreender não apenas pressupostos teóricos e técnicas genéricas de “como ensinar”, como também os aspectos epistêmicos atrelados ao “como ensinar ecologia”, ou seja, compreender a natureza da ecologia escolar.

Resumindo, precisamos de cursos de formação capazes de desenvolver nos professores uma práxis epistemicamente informada. Práxis pode ser entendida como uma prática teoricamente informada, ou melhor dizendo, uma prática que tem uma relação dialética com a teoria – uma relação a partir da qual ambas se “retroalimentam” (COCHRAN-SMITH; LYTTLE, 1999). Logo, uma práxis epistemicamente informada é aquela na qual a relação prática-teoria é construída e orientada pelo processo de cognição epistêmica, empenhado em ajudar os outros a alcançar objetivos epistêmicos específicos, ou seja, é uma práxis na qual a tomada de decisão sobre atividades instrucionais pelo professor é guiada por: suas concepções sobre a natureza do conhecimento a ser construído, sua compreensão acerca do contexto e dos alunos, e por seus conhecimentos teóricos (BUEHL; FIVES, 2016). Como lidam com múltiplos objetivos relacionados ao conhecimento, os professores precisam ter essa praxis epistemicamente informada para saber tomar decisões instrucionais e adotar práticas de ensino mais acertadas em cada situação vivenciada na sala de aula.

Dessa maneira, apontamos a importância de oferecermos aos professores “*frameworks*” que os ajudem a refletir de maneira orientada e adquirir uma consciência mais crítica sobre suas próprias práticas, ou seja, que os ajudem a desenvolver uma práxis informada. E concluímos que um *framework* com grande potencial para isso é a caracterização das epistemologias pessoais dos professores, o que poderia aumentar o diálogo entre as diferentes disciplinas da licenciatura, diminuindo a independência que estas adquirem do campo de atuação desses profissionais. Como a formação de professores depende desse processo dialético, de idas e vindas, debates e negociações constantes entre teoria e prática,

com a articulação de múltiplos saberes (TARDIF, 2000), então esse *framework* poderia ajudar a direcionar o processo formativo para ele não se perder dentre tantas instâncias.

É importante considerar que na formação inicial de professores de biologia, dominar apenas os conhecimentos científicos (de um lado) e os conhecimentos pedagógicos (do outro) não é suficiente, mas se faz necessário entender o que é produzir conhecimento nas diversas áreas da biologia e como isso deve ser “transposto” para o contexto escolar. Assim, discussões sobre a epistemologia das disciplinas biológicas e discussões sobre como o professor pode construir uma práxis epistemicamente informada deveriam ser responsabilidade de todo o currículo dos cursos de licenciatura e não de uma ou outra disciplina isolada. Sem o efetivo diálogo entre as disciplinas desses cursos e entre os saberes e instâncias responsáveis pela formação do professor, em prol do estabelecimento de objetivos comuns e de uma identidade profissional para esse sujeito, acreditamos ser difícil evitar círculos viciosos que alimentam a reprodução de concepções e práticas limitadas no ensino de biologia e de suas subáreas como a ecologia.

Os cursos de formação precisam pensar se realmente estão tratando o conhecimento docente como um saber complexo, sincrético, heterogêneo, temporal, plural e se estão ajudando os futuros professores a compreender que “o saber é sempre o saber de alguém que trabalha alguma coisa no intuito de realizar algum objetivo” (TARDIF, 2012), ou melhor dizendo, que o “saber-ensinar” integra diferentes saberes situados em ação. Esses cursos devem pensar se estão realmente propiciando a formação do professor como sujeito reflexivo, se estão considerando a prática pedagógica na sua gênese, e privilegiando o desenvolvimento de saberes integrados e de habilidades essenciais e específicas para a atuação docente (CAMPOS, 2009).

3.2.2. Considerações finais

A tese que elaboramos e defendemos a partir da nossa pesquisa pode ser resumida da seguinte maneira:

❖ DADO QUE:

- ✓ Há entre professores de biologia/ciências concepções limitadas sobre a natureza da ecologia – tanto da ciência ecologia como da ecologia escolar.
- ✓ A dificuldade de um professor em utilizar abordagens de ensino investigativo em aulas de ecologia pode estar relacionada à sua epistemologia pessoal frente ao

conhecimento ecológico; sendo que essa epistemologia envolve tanto as suas concepções quanto as suas cognições epistêmicas dentro desse domínio específico.

❖ CONCLUÍMOS QUE:

- ✓ É importante repensarmos a formação de professores, e planejarmos cursos de licenciatura voltados ao preparo de profissionais com práticas pedagógicas mais críticas e sofisticadas para ensinar ecologia.
- ✓ A investigação sobre epistemologias pessoais de professores dentro de áreas científicas específicas como a ecologia é um esforço necessário e de grande relevância para avanços nessa linha de pesquisa e também nos cursos de formação.

Então, sobre as contribuições teórico-metodológicas da presente tese, queremos destacar que nossa pesquisa: 1) não se limita ao levantamento de concepções extremamente formais e genéricas sobre a natureza da ciência como muitos estudos fazem; 2) se esforça na construção de uma metodologia capaz de investigar a relação entre “epistemologia e ensino” de maneira muito mais contextualizada – uma metodologia voltada para produzir resultados com maior poder explicativo; 3) se dedica a discussões epistemológicas dentro de um campo específico de conhecimento – a ecologia, que é uma área que tem recebido pouca atenção dos pesquisadores; 4) realiza o mapeamento de uma série de aspectos epistêmicos que podem configurar como obstáculos para o ensino de ecologia, e que precisam ser superados se quisermos realmente aproximar a ecologia escolar da natureza autêntica da ciência ecologia; 5) ajuda na identificação de demandas formativas de professores que precisam ser consideradas pelos cursos de licenciatura e podem orientar ações formativas mais eficazes.

Desenvolvemos uma metodologia mista voltada para superar abordagens reducionistas no estudo de concepções epistêmicas. Essa metodologia incorporou uma grande pluralidade de instrumentos de coleta de dados, várias ferramentas e perspectivas analíticas, de modo que o seu desenvolvimento foi o que demandou mais tempo e maior esforço durante o período de execução do projeto de doutorado. Tivemos que elaborar três questionários (com questões abertas e escalas Likert), um roteiro de entrevista, uma sequência didática, e articular diversos procedimentos analíticos, tanto quantitativos como qualitativos, incluindo: análise de consistência interna e confiabilidade das escalas Likert por meio de estatística multivariada e com o auxílio do software “R”; análise lexical das respostas provenientes das questões abertas com o auxílio do software “Alceste”; e análises qualitativas dos discursos produzidos pelos sujeitos de pesquisa quando entrevistados e quando filmados atuando em sala de aula

(aplicando a SD). Vale ressaltar que todas essas ferramentas são produções originais do nosso grupo de pesquisa e passaram por diversos processos de validação.

Pela análise fatorial foi possível mensurar a dimensionalidade dos construtos abarcada por cada escala Likert, ou seja, caracterizar quais aspectos ou “dimensões” da natureza da ciência em geral, da natureza da ciência ecologia e do ensino de ecologia foram efetivamente alvo de avaliação dos professores durante a resolução dos questionários fechados. Logo, foi possível avaliar por meio de critérios estatísticos a capacidade dos nossos instrumentos de medir especificamente aquilo que se pretendia medir, o que em muitas pesquisas normalmente é feito apenas de maneira qualitativa e subjetiva com uma análise pautada exclusivamente no conteúdo e não na estrutura interna.

A análise de agrupamento (*cluster*) permitiu o mapeamento e a discriminação de diferentes perfis de concepções entre os professores, trazendo uma contribuição metodológica adicional, que foi facilitar a escolha de sujeitos para a segunda fase da investigação – a fase de caracterização dos seus desempenhos em sala de aula. O objetivo foi avaliar se o desempenho de um professor na realização dos questionários poderia estar relacionado ao seu desempenho em outros contextos, ou melhor dizendo, se suas concepções formais sobre a natureza da ecologia teriam alguma relação com o seu “processo de cognição epistêmica” no momento de efetivamente ensinar ecologia para os seus alunos. Assim, para investigar essa relação foi necessário escolher professores com perfis distintos de concepções, e os critérios estatísticos fornecidos pela análise de agrupamento ofereceram maior rigor e objetividade nessa escolha.

Dessa maneira, consideramos que a construção e a validação de todas essas ferramentas também é uma grande contribuição. Conforme a literatura aponta, novas metodologias para pesquisas sobre epistemologia no contexto educacional mostram-se extremamente importantes, especialmente metodologias mais diversificadas e inclusivas. Além disso, sabemos que existem inúmeros instrumentos disponíveis para o mapeamento de concepções epistêmicas sobre a ciência geral, mas poucos voltados para a caracterização de concepções campo-dependentes, ou seja, concepções sobre áreas específicas da ciência, como a ecologia.

Assim, defendemos a relevância de ampliar esforços como o do presente estudo, e apontamos para a necessidade tanto de investigações envolvendo outros instrumentos e abarcando outras disciplinas científicas, quanto de pesquisas futuras dispostas a aplicar os nossos questionários em outros contextos. A primeira possibilidade permitiria estender esses estudos para outros campos e enriquecer a discussão sobre as epistemologias domínio-

dependentes, enquanto a segunda é fundamental para ampliar e refinar o processo de validação dos nossos instrumentos, oferecendo mais dados sobre o potencial destes na caracterização dos construtos de interesse. Por exemplo, em nosso estudo de caso, as concepções epistêmicas formais de duas professoras investigadas mostraram-se relacionadas respectivamente aos seus processos de cognição epistêmica. Então o desempenho que demonstraram nos questionários ajudou a “prever” o comportamento dessas professoras em contextos externos aos instrumentos – comportamento no planejamento e na execução de uma sequência didática de ecologia. Porém, não sabemos se com outros sujeitos de pesquisa observaríamos o mesmo e se nossos questionários têm realmente esse potencial para explicar variáveis externas, pois investigamos apenas duas professoras. Desse modo, sugerimos que outros pesquisadores realizem estudos de caso adicionais com uma amostra maior de sujeitos usando nossas ferramentas, na tentativa de atingirmos novos níveis de validação desses instrumentos, como por exemplo essa validação a partir de variáveis externas ou critérios externos.

Finalmente, gostaríamos de destacar a importância de ampliarmos o diálogo entre os estudos epistemológicos e a formação de professores, e questionarmos a qualidade do ensino superior do nosso país. Precisamos fomentar investigações que avaliem se os nossos cursos de graduação estão realmente conseguindo formar profissionais com compreensões mais sofisticadas sobre a ciência e suas diversas áreas, e investigações que depois compartilhem seus achados com os professores-formadores e com os licenciandos, de modo que os apontamentos dessas pesquisas possam ser efetivamente incorporados na reestruturação desses cursos. E seguindo essa tendência, esperamos que a reflexão sobre concepções e cognições epistêmicas não seja um exercício exclusivo para pesquisadores, mas uma atividade praticada também pelos docentes e discentes das licenciaturas.

O que desejamos com a nossa tese? Gostaríamos de ver nossos resultados subsidiando ações formativas mais assertivas para ajudar professores a adquirir maior consciência e criticidade sobre suas epistemologias pessoais frente à ecologia e a aperfeiçoar essas epistemologias para implementar abordagens e práticas mais eficazes no ensino dessa disciplina na educação básica. Gostaríamos de ver abordagens de ensino capazes de superar perspectivas simplistas na maneira como a ecologia é tratada em sala de aula, e capazes de realmente alfabetizar cientificamente/ecologicamente os alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, p. 665-701, 2000.
- ADAMS, C.C. The new natural history - ecology. **American Museum Journal**, v. 7, p. 491-494, 1917.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A. The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS). **Science Education**, v. 76, p. 477-491, 1992.
- ALEXANDER, P.A.; SINATRA, G.M. First steps: Scholars' promising movements into a nascent field of inquiry. In: VOSNIADOU, S. (Ed.). **Reframing the conceptual change approach in learning and instruction**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 221-236.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, p. 1-25, 2011.
- ALLEE, W.C. et al. **Principles of Animal Ecology**. Philadelphia: Saunders, 1949.
- ALMEIDA, D.; SANTOS, M.A.R.; COSTA, A.F.B. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. In: **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, 2010.
- AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, NATIONAL COUNCIL ON MEASUREMENT IN EDUCATION. **Standards for Educational and Psychological Testing**. Washington: American Educational Research Association, 1999.
- ANDRADE, M.A.B.S.; BRANDO, F.D.R.; MEGLHIORATTI, F.A.; JUSTINA, L.A.D.; CALDEIRA, A.M.A. Epistemologia da Biologia: uma proposta didática para o Ensino de Biologia. In: ARAÚJO, E.S.N.N.D.; CALUZI, J.J.; CALDEIRA, A.M.A. (Org). **Educação para Ciência 9 – Práticas Integradas para o Ensino de Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2008. p.13-36.
- ÁVILA-PIRES, F.D. **Fundamentos históricos da ecologia**. Ribeirão Preto: Holos, 1999.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BARKER, S.; SLINGSBY, D. Ecology. In: REISS, M. (Ed.). **Teaching secondary biology**. London: John Murray Science Practice, 1999. p. 214-243.
- BARNES, J. et al. Factor analysis: checking assumptions of normality before conducting factor analysis. **Journal of Consumer Psychology**, v. 10, p. 79-81, 2001.

BARZILAI, S.; ZOHAR, A. Reconsidering personal epistemology as metacognition: A multifaceted approach to the analysis of epistemic thinking. **Educational Psychologist**, v. 49, p. 13-35, 2014.

BEATTY, J. The evolutionary contingency thesis. In: WOLTERS, G.; LENNOX, J.G. (Eds.). **Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences**. Pittsburgh e Konstanz: UVK – Universitätsverlag Konstanz/University of Pittsburgh Press, 1995. p. 45-81.

BECHARA, E. **Moderna gramática portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 2009.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology: Individuals, Populations, and Communities**. New York: Cambridge University Press, 1990.

BELLINI, M. Epistemologia da Biologia: para se pensar a iniciação ao ensino de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, p. 5-6, 2007.

BENDIXEN, L.D.; FEUCHT, F.C. Personal epistemology in the classroom: What does research and theory tell us and where do we need to go next? In: _____ (Eds.). **Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and educational implications**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 555-586.

BENTLER, P.M. **EQS 6 Structural equations program manual**. Encino: Multivariate Software, 2005.

BERGANDI, D. Multifaceted Ecology Between Organicism, Emergentism and Reductionism. In: SCHWARZ, A.; JAX, K. (Eds.). **Ecology Revisited – Reflecting on Concepts, Advancing Science**. London: Springer, 2011.

BERNAARDS, C.A.; JENNRICH, R.I. Gradient Projection Algorithms and Software for Arbitrary Rotation Criteria in Factor Analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 65, p. 676-696, 2005. Disponível em: <<http://www.stat.ucla.edu/research/gpa>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

BERNAL, M.; ÁLVAREZ, V.; JIMÉNEZ M.P. Ao resgate do U-201 Wolf: unha experiencia no proxecto RODA. **Boletín das Ciencias**, v. 32, p. 61-66, 1997.

BOMFIM, V.L.; KAWASAKI, C.S. A Ecologia e o Ensino de Ciências e de Biologia nas pesquisas em Educação Ambiental. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindoia, 2015. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2015.

BORTZ, J.; DÖRING, N. **Forschungsmethoden und Evaluation**. Berlin: Springer, 1995.

BRAASCH, J.L.G. et al. Promoting secondary school students' evaluation of source features of multiple documents. **Contemporary Educational Psychology**, v. 38, p. 180-195, 2013.

BRÅTEN, I. Personal epistemology in education: Concepts, issues, and implications. In: PETERSON, P.; BAKER, E.; MCGAW, B. (Eds.). **International encyclopedia of education**. Oxford: Elsevier Science Limited, 2010. p. 211-217.

BRÅTEN, I.; STRØMSØ, H.; SAMUELSTUEN, M.S. Are sophisticated students always better? The role of topic-specific personal epistemology in the understanding of multiple expository texts. **Contemporary Educational Psychology**, v. 33, p. 814-840, 2008.

BROWN, H.I. **Perception, theory and commitment: the new philosophy of science**. Chicago: University of Chicago Press, 1977.

BROWN, J.H. et al. Toward a metabolic theory of ecology. **Ecology**, v. 85, p. 1771-1789, 2004.

BROWNLEE, J.L. et al. Changes in preservice teachers' personal epistemologies. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 300-317.

BROWNLEE, J.L.; SCHRAW, G.; BERTHELSEN, D. **Personal Epistemology and Teacher Education**. London: Routledge, 2011.

BUEHL, M.M.; ALEXANDER, P.A.; MURPHY, P.K. Beliefs about schooled knowledge: Domain specific or domain general? **Contemporary Educational Psychology**, v. 27, p. 415-449, 2002.

BUEHL, M.M.; FIVES, H. The role of epistemic cognition in teacher learning and praxis. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 247-264.

BYRNE, B.M. **Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications, and programming**. New York: Taylor & Francis Group, 2009.

CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMARGO, B.V. Alceste: um programa informático de análise quantitativa de dados textuais. In: MOREIRA, A.S.P.; JESUÍNO, J.C. (Orgs.). **Perspectivas teórico-metodológicas em representações sociais**. João Pessoa: Editora Universitária, 2005. p. 511-539.

CAMPOS, C.M. **Saberes docentes e autonomia dos professores**. Petrópolis: Vozes, 2009.

CANNON, S.F. **Science in Culture: The Early Victorian Period**. New York: Dawson and Science History, 1978.

CAPECCHI, M.C.M.; CARVALHO, A.M.P.; SILVA, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, p. 1-15, 2002.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CARIFIO, J.; PERLA, R. Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. **Medical Education**, v. 42, p. 1150-1152, 2008.

CARVALHO, A.M.P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: _____ (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CATTELL, R.B. The scree test for the number of factors. **Multivariate Behavioral Research**, v. 1, p. 245-276, 1966.

CHAN, K.W.; ELLIOTT, R.G. Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. **Teaching and Teacher Education**, v. 20, p. 817-831, 2004.

CHEN, J.A. Implicit theories, epistemic beliefs, and science motivation: A person-centered approach. **Learning and Individual Differences**, v. 22, p. 724-735, 2012.

CHEN, J.A.; BARGER, M.M. Epistemic cognition and motivation. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 425-438.

CHENG, M.M.H. et al. Pre-service teacher education students' epistemological beliefs and their conceptions of teaching. **Teaching and Teacher Education**, v. 25, p. 319-327, 2009.

CHERIF, A.H. Barriers to ecology education in North American high schools: another alternative perspective. **Journal of Environment Education**, v. 23, p. 36-46, 1992.

CHERIF, A.H. **Ecology and Education: Alternative Prospective Framework for Ecology Education**. 1989. Ph. D. Thesis - Simon Fraser University, Burnaby, Canada, 1989.

CHIARO, S.; LEITÃO, S. O Papel do Professor na Construção Discursiva da Argumentação em Sala de Aula. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 18, p. 350-357, 2005.

CHINN, C.A.; BUCKLAND, L.A.; SAMARAPUNGAVAN, A. Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. **Educational Psychologist**, v. 46, p. 141-167, 2011.

CHINN, C.A.; RINEHART, R.W. Epistemic cognition and philosophy: Developing a new framework for epistemic cognition. In: GREENE, J.A., SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 460-478.

CHINN, C.A.; RINEHART, R.W.; BUCKLAND, L.A. Epistemic cognition and evaluation information: Applying the AIR model of epistemic cognition. In: RAPP, D. N.; BRAASCH, J.L.G. (Eds.). **Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences**. Cambridge: MIT Press, 2014. p. 425-453.

CLEMENTS, F.E. **Research Methods in Ecology**. Nebraska: University Publishing Company, 1905.

CLEMINSON, A. Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, p. 429-445, 1990.

COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S.L. Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. **Review of Research in Education**, v. 24, p. 249-305, 1999.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, C.D.R. Os papéis didáticos das excursões geológicas. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 1, p. 90-98, 1993.

CORRAR, L.J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J.M. **Análise multivariada**. São Paulo: Atlas, 2007.

COSTA, E.C.I. **As novas formas de discriminação sexista - uma perspectiva da psicologia social**. 2005. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

COUDUN, C.; GÉGOUT, J.C. The derivation of species response curves with Gaussian logistic regression is sensitive to sampling intensity and curve characteristics. **Ecological Modelling**, v. 199, p. 164-175, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.024>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

COUTINHO, M. Ecologia Polissêmica. In: Imaginário – USP. **Revista do Núcleo Interdisciplinar do Imaginário e Memória**, v. 3, p. 121-149, 1996. Disponível em: <http://www.imaginario.com.br/artigo/a0031_a0060/a0044.shtml>. Acesso em: 04 dez. 2017.

COUTINHO, M. **Reflexões acerca da estrutura do conhecimento ecológico: representações de natureza e representações de sociedade**. 1994. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

COZBY, P.C. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. São Paulo: Atlas, 2003.

CROCKER, L.; ALGINA, J. **Introduction to classical and modern test theory**. Toronto: Holt, Rinehart and Winston, 1986.

CRONBACH, L. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297-334, 1951.

CUESTA, M. Unidimensionalidade. In: MUÑIZ, J. (Ed.). **Psicometría**. Madrid: Editorial Universitas, 1996.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. São Paulo: Editora Vozes, EDUSP, 1973.

DALBERT, C. et al. A just and an unjust world: Structure and validity of different world beliefs. **Personality and Individual Differences**, v. 30, p. 561-577, 2001.

DARFLER, A.E. **Science, Epistemology and learning: na observational study of teachers' presentation of science in secondary classrooms**. 2010. Master Thesis - Northern Illinois University, DeKalb, Illinois, 2010.

DARLING-HAMMOND, L. Research on teaching and teacher education and its influences on policy and practice. **Educational Researcher**, v. 45, p. 83-91, 2016.

DEBACKER, T.K. et al. The Challenge of Measuring Epistemic Beliefs: An Analysis of Three Self Report Instruments. **The Journal of Experimental Education**, v. 76, p. 281-312, 2008.

DELÉAGE, J.P. **História da Ecologia: uma ciência do homem e da natureza**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

DENZIN, N.; LINCOLN, Y. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

DISESSA, A. A.; ELBY, A.; HAMMER, D. J's epistemological stance and strategies. In: SINATRA, G.M.; PINTRICH, P.R. (Eds.). **Intentional conceptual change**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. p. 237-290.

DOWDESWELL, W.H.; POTTER, I.C. An approach to ecology teaching at university level. **Journal of Biological Education**, v. 8, p. 46-51, 1974.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 9, p. 31-40, 1999.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, p. 287-312, 2000.

DUFFY, M.C. et al. Exploring relations between teachers' beliefs, instructional practices, and students' beliefs in statistics. **International Education Research**, v. 4, p. 37-66, 2016.

DUSCHL, R.A.; OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39-72, 2002.

ELBY, A.; HAMMER, D.M. Epistemological resources and framing: A cognitive framework for helping teachers interpret and respond to their students' epistemologies. In: BENDIXEN, L.D.; FEUCHT, F.C. (Eds.). **Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 409-434.

ELBY, A.; MACRANDER, C.; HAMMER, D. Epistemic cognition in science. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 113-127.

ELTON, C. **Animal Ecology**. London: Sidwick & Jackson, 1927.

EMLLEN, J.M. **Ecology, an Evolutionary Approach**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1973.

FAVERO, L.P. et al. **Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FENCHEL, T. **Ecology of protozoa: the biology of free-living phagotrophic protists**. Madison: Science Tech. Publishers, 1987.

FERGUSON, L.E.; BRÅTEN, I.; STRØMSØ, H.I. Epistemic cognition and change when students read multiple documents containing conflicting scientific evidence: A think-aloud study. **Learning and Instruction**, v. 22, p. 103-120, 2012.

FERNANDES, C. M. B.; SILVEIRA, D. N. Formação inicial de professores: desafios do estágio curricular supervisionado e territorialidades na licenciatura. In: **30ª Reunião Anual da Anped**. Caxambu, 2007. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/30ra/trabalhos/GT04-3529--Int.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, p. 477-488, 2002. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21841/21675>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

FERREIRA, D.C.A.M.; MACHADO, C.J. O conteúdo de Ecologia nos livros didáticos do Ensino Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 14, p. 25-35, 2016.

FEUCHT, F.C. Epistemic climate in elementary classrooms. In: BENDIXEN, L.D.; FEUCHT, F.C. (Eds.). **Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 55-93.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA Jr., J.A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, v. 16, p. 160-185, 2010.

FINK, A. **The survey handbook**. Thousand Oaks: SAGE, 1995.

FIVES, H. et al. Teachers' Epistemic Cognition in Classroom Assessment. **Educational Psychologist**, v. 52, p. 270-283, 2017.

FIVES, H.; BUEHL, M.M. Spring Cleaning for the “Messy” Construct of Teachers’ Beliefs: What Are They? Which Have Been Examined? What Can They Tell Us? In: HARRIS, K.R.; GRAHAM, S.; URDAN, T. (Eds.). **APA educational psychology handbook: Vol. 2. Individual differences and cultural and contextual factors**. Washington: American Psychological Association, 2012. p. 471-499.

FLICK, L.B. Cognitive scaffolding that fosters scientific inquiry in middle level science. **Journal of Science Teacher Education**, v. 11, p. 109-129, 2000.

FOSNOT, C. **Enquiring teachers, enquiring learners: A constructivist approach for teaching**. New York: Teachers College Press, 1989.

FOUREZ, G. **Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences**. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 8, p. 1-15, 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a1.html>. Acesso em: 30 set. 2014.

FRACALANZA, D.C. **Crise ambiental e ensino de Ecologia: o conflito na relação homem mundo natural**. 1992. 212 f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

FREITAS, A.L.P.; RODRIGUES, S.G. A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. In: **XII Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP**. Bauru, 2005.

FULMER, G.W. Undergraduates' attitudes toward science and their epistemological beliefs: Positive effects of certainty and authority beliefs. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, p. 198-206, 2014.

GALISON, P.; STUMP, D.J. **The disunity of science: Boundaries, contexts, and power**. Stanford: Stanford University Press, 1996.

GARCIA-MILA, M.; ANDERSEN, C. Cognitive foundations of learning argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ, M.P.A. (Eds.). **Argumentation in science education: Perspectives on classroom-based research**. New York: Springer, 2008. p. 29-47.

GARSON, G.D. **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. 2009. Disponível em: <<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

GHILAROV, A.M. The changing place of theory in 20th century ecology: from universal laws to array of methodologies. **Oikos**, v. 92, p. 357-362, 2001.

GIAVONI, A.; TAMAYO, A. Inventário Masculino dos Esquemas de Gênero do Autoconceito (IMEGA). **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 19, p. 249-259, 2003.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D. et al. Questionando a didática da resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, p. 7-19, 1992.

GLACKEN, C.J. **Traces on the Rhodian Shore**. Berkeley: University California Press, 1967.

GOMES, M.M. **Conhecimentos ecológicos em livros didáticos de Ciências: aspectos sóciohistóricos de sua constituição**. 2008. Tese de Doutorado – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2008.

GORSUCH, R. **Factor analysis**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1983.

GRAESSER, A. Editorial. **Journal of Educational Psychology**, v. 107, p. 3, 2015.

GRANDI, L.A. **O argumento no trabalho de campo: abordando a sucessão ecológica na Floresta da USP, campus de Ribeirão Preto**. 2011. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GREENE, J.A.; AZEVEDO, R.; TORNEY-PURTA, J. Modeling epistemic and ontological cognition: Philosophical perspectives and methodological directions. **Educational Psychologist**, v. 43, p. 142-160, 2008.

GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. An introduction to epistemic cognition. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 1-15.

GREENE, J.A.; YU, S.B. Modeling and measuring epistemic cognition: A qualitative-reinvestigation. **Contemporary Educational Psychology**, v. 39, p. 12-28, 2014.

GUADAGNOLI, E.; VELICER, W.F. Relation of sample size to the stability of component patterns. **Psychological Bulletin**, v. 103, p. 265-275, 1988.

GÜNTHER, H. Como elaborar um questionário. **Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais**. Brasília: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003. Disponível em: <<http://www.psi-ambiental.net/pdf/01Questionario.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

GUTTMAN, L. Some necessary conditions for common factor analysis. **Psychometrika**, v. 19, p. 149-162, 1954.

HAERLE, F.C.; BENDIXEN, L.D. Personal epistemology in elementary classrooms: A conceptual comparison of Germany and the United States and a guide for future cross-cultural research. In: KHINE, M.S. (Ed.). **Knowing, knowledge and beliefs: Epistemological studies across diverse cultures**. Dordrecht: Springer-Verlag, 2008. p. 151-176.

HAIR Jr., J.F. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR Jr., J.F. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAIR Jr., J.F. et al. **Multivariate data Analysis**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.

HAMMER, D.; ELBY, A. On the form of a personal epistemology. In: HOFER, B.K.; PINTRICH, P.R. (Eds.). **Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing**. Mahwah: Erlbaum, 2002. p. 169-190.

HEEMANN, A. A integração de conhecimentos e a dicotomia compreender/explicar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 4, p. 23-28, 2001.

HEEMANN, A. **Natureza e ética: dilemas e perspectivas educacionais**. Curitiba: Ed. UFPR, 1998.

HENAO, B.L.; STIPCICH, M.S. Educacion en ciencias y argumentacion: la perspective de Toulmin como possible respustea a lãs demandas y desafios contemporaneos para la

ensinanza de las Ciências Experimentales. **Revista Eletrônica de Ensino de las Ciências**, v. 7, p. 47-62, 2008.

HOAGLIN, D.C.; IGLEWICZ, B.; TUKEY, J.W. Performance of some resistant rules for outlier labeling. **Journal of American Statistical Association**, v. 81, p. 991-999, 1986.

HOFER, B.K. Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, p. 378-405, 2000.

HOFER, B.K. Domain specificity of personal epistemology: Resolved questions, persistent issues, new models. **International Journal of Educational Research**, v. 45, p. 85-95, 2006.

HOFER, B.K. Epistemic cognition as a psychological construct: Advancements and challenges. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 19-38.

HOFER, B.K. Introduction: Paradigmatic approaches to personal epistemology. **Educational Psychologist**, v. 22, p. 1-3, 2004.

HOFER, B.K.; PINTRICH, P.R. **Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing**. Mahwah: Erlbaum, 2002.

HOFER, B.K.; PINTRICH, P.R. The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. **Review of Educational Research**, v. 67, p. 88-140, 1997.

HOGAN, K. Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. **Science Education**, v. 84, p. 51-70, 2000.

HOLLING, C.S. Two cultures of ecology. **Conservation Ecology**, v. 2, p. 4, 1998. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

HORA, H.R.M.; MONTEIRO, G.T.R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, p. 85-103, 2010.

HORN, J.L. A rationale and test for the number of factors in factor analysis. **Psychometrika**, v. 30, p. 179-185, 1965.

HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, p. 407-416, 1998.

JACKSON, C.H. Multi-State Models for Panel Data: The msm Package for R. **Journal of Statistical Software**, v. 38, p. 1-29, 2011. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v38/i08/>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

JAMIESON, S. Likert scales: how to (ab)use them. **Medical Education**, v. 38, p. 1212-1218, 2004.

JIMÉNEZ, M.P.A. **10 Ideas Clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.

JIMÉNEZ, M.P.A. La cultura científica en las clases de ciências: comunidades de aprendizaje. **Quark: Ciência, medicina, comunicação y cultura**, v. 28, p. 57-62, 2003. Disponível em: <<http://quark.prbb.org/28-29/028057.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

JIMÉNEZ, M.P.A.; AGRASO, M.F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v. 43, p. 13-33, 2006.

JIMÉNEZ, M.P.A.; DÍAZ, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ, M.P.A.; ERDURAN, S. Designing argumentation learning environments. In: _____ (Eds.). **Argumentation in science education: Perspectives on classroom-based research**. New York: Springer, 2008. p. 91-116.

JIMÉNEZ, M.P.A.; PEREIRO, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, p. 1171-1190, 2002.

JOHNSON, E.; MAPPIN, J. **Ecological education and environmental advocacy**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2005.

JOHNSTON, P.; WOODSIDE-JIRON, H.; DAY, J. Teaching and learning literate epistemologies. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, p. 223-233, 2001.

JORDAN, R.; DUNCAN, R.G. Student teachers' images of science in ecology and genetics. **Journal of Biological Education**, v. 43, p. 62-69, 2009.

JOTTA, L.D.A.C.V. A linguagem verbal em livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, v.10, p.119-133, 2008.

KAISER, H.F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, p. 141-151, 1960.

KALAMPALIKIS, N. L'apport de la méthode Alceste dans l'analyse des représentations sociales. In: ABRIC, J.C. (Org.). **Méthodes d'étude des représentations sociales**. Paris: Érès, 2003. p. 147-163.

KANG, N.H. Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals and practices of teaching. **Teaching and Teacher Education**, v. 24, p. 478-498, 2008.

KANG, N.H.; WALLACE, C.S. Secondary science teachers' use of laboratory activities: Linking epistemological beliefs, goals, and practices. **Science Education**, v. 89, p. 140-165, 2005.

KEITH, T. **Multiple regression and beyond**. Austin: Allyn & Bacon, 2006.

KELLY, G.J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: **Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda**. New Brunswick, 2005.

KELLY, G.J. Methodological considerations for the study of epistemic cognition in practice. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 393-408.

KELLY, G.J.; DRUKER, S.; CHEN, C. Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. **International Journal of Science Education**, v. 20, p. 849-871, 1998.

KELLY, G.J.; DUSCHL, R.A. Toward a research agenda for epistemological practices in science education. In: **Annual meeting of NARST**. New Orleans, 2002.

KEYS, C.W.; BRYAN, L.A. Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, p. 631-645, 2001.

KINGSLAND, S.E. Defining ecology as a science. In: REAL, L.A.; BROWN, J.H. (Eds.). **Foundational of Ecology: Classic papers with commentaries**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. p.1-13.

KINGSLAND, S.E. **The Evolution of American Ecology, 1890-2000**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005.

KITCHENER, R.F. Folk epistemology: An introduction. **New Ideas in Psychology**, v. 20, p. 89-105, 2002.

KITCHENER, R.F. Personal epistemology and philosophical epistemology: The view of a philosopher. In: ELEN, J. et al. (Eds.). **Links between beliefs and cognitive flexibility**. The Netherlands: Springer, 2011. p. 79-103.

KLINE, R.B. **Principles and Practice of Structural Equation Modeling**. New York: The Guilford Press, 1998.

KLINE, R.B. **Principles and practice of structural equation modeling**. New York: Gilford Press, 2011.

KNORR-CETINA, K. **Epistemic cultures: how the sciences make knowledge**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

KREBS, C.J. Do changes in spacing behavior drive population cycles in small mammals? **Symposia of the British Ecological Society**, v. 25, p. 295-312, 1985.

KREBS, C.J. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. San Francisco: Benjamin Cummings, 2001.

KRONBERGER, N.E; WAGNER, W. Palavras-chave em contexto: análise estatística de textos. In: BAUER M.W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático** (Tradução de Pedrinho A. Guareschi). Petrópolis: Vozes, 2002.

KRULIK, S.; RUDNIK, K. **Problem solving in school mathematics**, National council of teachers of mathematics. Virginia: Reston, 1980.

KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, v. 77, p. 319-337, 1993.

KUHN, D. **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

KUHN, D.; CHENEY, R.; WEINSTOCK, M. The development of epistemological understanding. **Cognitive Development**, v. 15, p. 309-328, 2000.

KUHN, D.; WEINSTOCK, M. What is epistemological thinking and why does it matter? In: HOFER, B.; PINTRICH, P. (Eds.). **Personal epistemology: The psychological beliefs about knowledge and knowing**. Mahwah: Laurence Erlbaum Associates, 2002. p. 123-146.

LACREU, L.I. Ecologia, Ecologismo e Abordagem Ecológica no Ensino das Ciências Naturais: Variações sobre um Tema. In: WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das Ciências Naturais - contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 1998. p. 127-151.

LAGO, A.; PÁDUA, J.A. **O que é Ecologia?** São Paulo: Brasiliense, 1984.

LAROS, J.A. O uso da Análise Fatorial: Algumas Diretrizes para Pesquisadores. In: PASQUALI, L. (Org.). **Análise fatorial para pesquisadores**. Brasília: LabPAM/UnB, 2005. p. 163-184.

LATOUR, B. **Science in action: how to follow scientists and engineers through society**. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

LEDERMAN, N.; O'MALLEY, M. Students' perceptions of the tentativeness in science: Development, use, and sources of change. **Science Education**, v. 74: p. 225-239, 1990.

LEE, S.W.Y.; TSAI, C.C. Students' domain-specific scientific epistemological beliefs: A comparison between biology and physics. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 21, p. 215-229, 2012.

LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. **Pro-Posições**, v. 18, p. 75-92, 2007.

LELIS, F.R.C. et al. Modelo dos quatro fatores: uma proposta para visualização dos esquemas conceituais em torno da atuação profissional – estudo de caso. In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau, 2011.

LEWINSOHN, T.M. Em busca do mons veneris: é possível unificar as ecologias de comunidades? In: COELHO, A.S.; LOYOLA, R.D.; SOUZA, M.B.G. (Eds.). **Ecologia Teórica**. Belo Horizonte: O Lutador, 2004.

LIANG, J.C.; LEE, M.H.; TSAI, C.C. The relations between scientific epistemological beliefs and approaches to learning science among science-major undergraduates in Taiwan. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 19, p. 43-59, 2010.

LIDAR, M.; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. **Science Education**, v. 90, p. 148-163, 2006.

LIGNANI, L. B; AZEVEDO, M. J. C. “Casa” de quem? História Ambiental e o ensino de Ecologia. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2013.

LILJEDAHN, P. Teachers' insights into the relationship between beliefs and practice. In: MAAB, D.; SCHLOGLMANN, W. (Eds.). **Beliefs and attitudes in mathematics education: New research results**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

LIMA, M.S.L. **A formação contínua do professor nos caminhos e descaminhos do desenvolvimento profissional**. 2001. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LIN, T.J. et al. High school students' scientific epistemological beliefs, motivation in learning science, and their relationships: A comparative study within the Chinese culture. **International Journal of Educational Development**, v. 33, p. 37-47, 2013.

LONGINO, H.E. **Science as social knowledge: values and objectivity in science inquiry**. Princeton: Princeton University Press, 1990.

LOPES, C.S.; PONTUSCHKA, N.N. Estudo do meio: teoria e prática. **Geografia**, v. 18, p. 173-191, 2009.

LOPES, H.E.G. Abrindo a caixa preta: considerações sobre a utilização da Análise Fatorial Confirmatória nas pesquisas em Administração. **Economia e Gestão**, v. 5, p. 19-34, 2005.

LOUCA, L. et al. Epistemological resources: Applying a new epistemological framework to science instruction. **Educational Psychologist**, v. 39, p. 57-68, 2004.

LYON, J.; SLOAN, P.R. **From Natural History to the History of Nature: Readings from Buffon and His Critics**. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1981.

MAGGIONI, L.; PARKINSON, M. The role of teacher epistemic cognition, epistemic beliefs, and calibration in instruction. **Educational Psychology Review**, v. 20, p. 445-461, 2008.

MAGRO, A. et al. Learning difficulties in ecology. In: IVth ERIDOB Conference. Toulouse, 2002. **Proceedings of the IVth ERIDOB Conference**, 2002. p. 211-218.

MAGRO, A. et al. The teaching of ecology in the agricultural secondary *curricula* in France: a new didactic approach. In: III Conference of European Researchers in Didactic of Biology.

Santiago de Compostela, 2001. **Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology**, 2001. p. 197-205.

MAINGUENEAU, D. **Termos-chave da análise do discurso**. Belo Horizonte: Editora UFMG (Tradução do original francês Les termes clés de l'analyse du discours, 1987), 2000.

MALHOTRA, N.K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MANY, J.; HOWARD, F.; HOGE, P. Epistemology and preservice teacher education: How do beliefs about knowledge affect our students' experiences? **English Education**, v. 34, p. 445-461, 2002.

MANZOCHI, L.H. **Participação do ensino de ecologia em uma Educação Ambiental voltada para a formação da cidadania: a situação das escolas de segundo grau no município de Campinas**. 1994. 282 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MARIANI, R.J. **O estudo de Ecologia no ensino médio: uma proposta metodológica alternativa**. 2008. 167 f. Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MARICATO, F.E. **A (Re)Construção coletiva do conceito de interação biológica: contribuição para a epistemologia da Biologia e a formação de pesquisadores e professores**. 2012. 222 f. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, v. 4, p. 65-90, 2006.

MARTINS, C.R. **Sistema Único de Saúde: uma análise das crenças dos seus representantes em municípios rurais na Paraíba**. 2008. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MARTINS, G.A. Sobre Confiabilidade e Validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 8, p. 1-12, 2006.

MARTINS, R.P.; COUTINHO, F.A. Possibilidades e limitações da análise e síntese em Ecologia: uma discussão necessária na formação de ecólogos. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 7, p. 36-54, 2010.

MASON, L.; ARIASI, N.; BOLDRIN, A. Epistemic beliefs in action: Spontaneous reflections about knowledge and knowing during online information searching and their influence on learning. **Learning and Instruction**, v. 21, p. 137-151, 2011.

MATTAR, F. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Ed. Atlas, 1996.

MATTHEWS, M.R. Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. **Comunicación, Lenguaje y Educación**, v. 11, p. 141-156, 1991.

MAYR, E. **Biologia: Ciência Única**. São Paulo: Cia. das Letras, 2005.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MCCOMAS, W.F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M.P. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

MCINTOSH, R.P. **The background of Ecology: Concept and Theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

MCNAUGHTON, S.J.; WOLF, L.L. **General Ecology**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1979.

MELLO, L.M. **O formalismo entre os discursos das diferentes ecologias**. 2006. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MESSICK, S. Meaning and values in test validation: the science and ethics of assessment. **Educational Researcher**, v. 18, p. 5-11, 1989.

MILLER, J.D. Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v. 112, p. 29-48, 1983.

MIZUKAMI, M.G.N. Aprendizagem da docência: professores formadores. **Revista E-curriculum**, v.1, 2005-2006. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/3106/2046>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

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

MOSS, S.; THEOBALD, D. An answer to the teaching of ecology. **Journal of Biological Education**, v. 13, p. 17-24, 1979.

MOTOKANE, M.T.; TRIVELATO, S.L.F. Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, 1999. **Anais II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999.

MUIS, K.R. et al. Testing the TIDE: Examining the Nature of Students' Epistemic Beliefs Using a Multiple Methods Approach. **The Journal of Experimental Education**, v. 84, p. 264-288, 2015.

MUIS, K.R. The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. **Educational Psychologist**, v. 42, p. 173-190, 2007.

MUIS, K.R.; BENDIXEN, L.D.; HEARLE, F.C. Domain-generalty and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. **Educational Psychology Review**, v. 18, p. 3-54, 2006.

MUIS, K.R.; DUFFY, M.C. Epistemic climate and epistemic change: Instruction designed to change students' beliefs and learning strategies and improve achievement. **Journal of Educational Psychology**, v. 105, p. 213-225, 2013.

MUIS, K.R.; TREVORS, G.; CHEVRIER, M. Epistemic climate for epistemic change. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 331-359.

MURPHY, P.K. et al. Epistemological threads in the fabric of conceptual change. In: VOSNIADOU, S. (Ed.). **Reframing the conceptual change approach in learning and instruction**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 105-122.

MURPHY, P.K.; ALEXANDER, P.A. Interrogating the relation between conceptual change and epistemic beliefs. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I. (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**, New York: Routledge, 2016. p. 439-459.

MURPHY, P.K.; ALEXANDER, P.A.; MUIS, K.R. Knowledge and knowing: The journey from philosophy and psychology to human learning. In: HARRIS, K.R. et al. (Eds.). **APA Educational Psychology Handbook – Vol. 1: Theories, constructs, and critical issues**. Washington: American Psychological Association, 2012. p.189-266.

NASCIMENTO, A.R.A.; MENANDRO, P.R.M. Análise lexical e análise de conteúdo: uma proposta de utilização conjugada. **Estudos e Pesquisa em Psicologia**, v. 6, p. 72-88, 2006.

NORMAN, G. Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. **Advances in Health Sciences Education**, v. 15, p. 625-632, 2010.

NORRIS, S.P.; PHILLIPS, L.M. How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. **Science Education**, v. 87, p. 224-240, 2003.

NUNES, P.S. **Contribuições das obras de Frederic Edward Clements para o Ensino de Ecologia**. 2016. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016.

ODUM, E.P. The new ecology. **BioScience**, v. 14, p. 14-16, 1964.

OLAFSON, L.J.; SCHRAW, G. Beyond epistemology: Assessing teachers' epistemological and ontological worldviews. In: BENDIXEN, L.D.; FEUCHT, F.C. (Eds.). **Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 516–551.

OLAFSON, L.J.; SCHRAW, G.; VAN DER VELDT, M. Consistency and development of teachers' epistemological and ontological worldviews. **Learning Environments Research**, v.13, p. 243-266, 2010.

OLIVEIRA, T.M.V. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **Revista Administração On**

Line, v. 2, 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art23/tania2.htm>. Acesso em: 04 jan. 2016.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 994-1020, 2004.

OZGUN-KOCA, S.; SEN, A. The beliefs and perceptions of pre-service teachers enrolled in a subject-area dominant teacher education program about “effective education.” **Teaching and Teacher Education**, v. 22, p. 946-960, 2006.

PALLANT, J. **SPSS Survival Manual**. Buckingham: Open University Press, 2007.

PARASURAMAN, A.; GREWAL, D.; KRISHNAN, R. **Exploring marketing research**. South Western College Pub, 2006.

PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria dos testes na psicologia e na educação**. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

PERRY, W.G. **Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1970.

PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementariedade do SPSS**. Lisboa: Sílabo, 2005.

PICKETT, S.T.A.; KOLASA, J.; JONES, C. **Ecological Understanding: The Nature of Theory and the theory of Nature**. Boston: Academic Press, 2007.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K.L. Survey research methodology in management information systems: an assesement. **Journal of Management Information Systems**, v. 10, p. 75-105, 1993.

PINTRICH, P. Future challenges and directions for theory. In: HOFER, B.; PINTRICH, P. (Eds.). **Personal epistemology: The psychological beliefs about knowledge and knowing**. Mahwah: Erlbaum, 2002. p. 389-414.

POMEROY, D. Implications of teachers' beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. **Science Education**, v. 77, p. 261-278, 1993.

PONNOCK, A.R. Science teachers' epistemic cognition in instructional decision making. 2017. Ph. D. Thesis - Temple University, Philadelphia, 2017.

PONTECORVO, C.; AJELLO, A.M.; ZUCCHERMAGLIO, C. **Discutindo se Aprende: Interação Social, Conhecimento e Escola**. Porto Alegre: ArtMed, 2005.

PORLÁN, R. **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores**. 1989. Tesis Doctoral – Universidad de Sevilla, Sevilla, 1989.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, p. 127-145, 2002. Disponível em: <<http://vicenterisi.googlepages.com/problemteoriaobservao.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

PRIMI, R.; MUNIZ, M.; NUNES, C.H.S.S. Definições contemporâneas de validade de testes psicológicos. In: HUTZ, C.S. (Org.). **Avanços e polêmicas em avaliação psicológica**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2009. p. 243- 265.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

RAICHE, G. **nFactors: an R package for parallel analysis and non-graphical solutions to the Cattell scree test**. R package version 2.3.3. 2010. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=nFactors>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2012.

REINERT, M. Alceste, une méthode statistique et sémiotique d'analyse de discours; Application aux « Rêveries du promeneur solitaire ». **La Revue Française de Psychiatrie et de Psychologie Médicale**, v. 5, p. 32-36, 2001.

REINERT, M. Alceste, une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application: Aurelia de Gerard de Nerval. **Bulletin de Methodologie Sociologique**, v. 26, p. 24-54, 1990.

REINERT, M. Un logiciel d'analyse lexicale: ALCESTE. **Les cahiers de l'Analyse des Données**, v. 4, p. 471-484, 1986.

REVELLE, W. **psych: Procedures for Personality and Psychological Research**. Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, 2016. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=psych>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza** (Tradução de Pedro P. de Lima e Silva). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

RIZOPOULOS, D. Irm: an R package for Latent Variable Modelling and Item Response Theory Analyses. **Journal of Statistical Software**, v. 17, p. 1-25, 2006. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v17/i05/>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

ROCHA, F.E.C. et al. **Aplicação da análise de conteúdo na perspectiva de Bardin em uma aproximação avaliativa do Pronaf-PB**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

ROCHA, F.E.C. et al. **Avaliação de Crenças e Comportamentos sobre o Uso e a Conservação dos Recursos Hídricos por meio da Análise de Conteúdo Conjugada: modelo de Bardin e software Alceste**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011.

RYU, S.; SANDOVAL, W.A. Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. **Science Education**, v. 96, p. 488-526, 2012.

SAMARAPUNGAVAN, A.; WESTBY, E.L.; BODNER, G.M. Contextual epistemic development in science: A comparison of chemistry students and research chemists. **Science Education**, v. 90, p. 468-495, 2006.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. **Metodología de la investigación**. México: McGraw-Hill, 1991.

SANDOVAL, W.A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, p. 634-656, 2005.

SANDOVAL, W.A.; MILLWOOD, K.A. What can argumentation tell us about epistemology? In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ, A.M.P. (Eds.). **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, Dordrecht, 2008. p. 71-80.

SANDOVAL, W.A.; REISER, B.J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, p. 345-372, 2004.

SANTIAGO, R.G. **Encontros e Desencontros entre Ecologia e Educação Ambiental – Uma Análise da Produção Científica**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estruturas e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCHAWB, A.J. **Eletronic Classroom**. 2007. Disponível em: <http://www.utexas.edu/ssw/eclassroom/schwab.html>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

SCHOMMER, M. Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. **Journal of Educational Psychology**, v. 22, p. 498-504, 1990.

SCHOMMER, M. The role of adults' beliefs about knowledge in school, work, and everyday life. In: SMITH, M.C.; POURCHOT, C.T. (Eds.). **Adult learning and development: Perspectives from educational psychology**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1998. p. 127-143.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SCHRAW, G.; OLAFSON, L.J.; VAN DER VELDT, M. Fostering critical awareness of teachers: epistemological and ontological beliefs. **Personal Epistemology and Teacher Education**, v. 61, p. 149-164, 2010.

SCHUNK, D.H.; ZIMMERMAN, B.J. Competence and control beliefs: Distinguishing the means and ends. In: ALEXANDER, P.A.; WINNE, P.H. (Eds.). **Handbook of educational psychology**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. p. 349-367.

SHIEH, G. On the misconception of multicollinearity in detection of moderating effects: Multicollinearity is not always detrimental. **Multivariate Behavioral Research**, v. 45, p. 483-507, 2010.

SILVA, T.S. et al. Análise do ensino de ecologia em cursos de graduação em Sergipe quanto à utilização de aulas de campo. **Scientia Plena**, v. 10, p. 1-16, 2014.

SINATRA, G.M. Thoughts on knowledge about thinking about knowledge. In: GREENE, J.A.; SANDOVAL, W.A.; BRÅTEN, I (Eds.). **Handbook of epistemic cognition**. New York: Routledge, 2016. p. 479-491.

SINATRA, G.M.; CHINN, C. Thinking and reasoning in science: Promoting epistemic conceptual change. In: HARRIS, K. et al. (Eds.). **Critical theories and models of learning and development relevant to learning and teaching**. Washington: APA Publications, 2011. p. 257-282.

SINATRA, G.M.; KIENHUES, D.; HOFER, B.K. Addressing challenges to public understanding of science: Epistemic cognition, motivated reasoning, and conceptual change. **Educational Psychologist**, v. 49, p. 123-138, 2014.

SMITH, M. Examining the Relationship between a Sophisticated Personal Epistemology and Desired Pedagogical Practices in Trainee Teachers. **Journal of Education & Social Policy**, v. 3, p. 48-59, 2016.

SOUSA, E.S. et al. **Guia de Utilização do Software Alceste: uma ferramenta de análise lexical aplicada à interpretação de discurso de atores na agricultura**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009.

SPIEGELBERGER, T. et al. How do plant community ecologists consider the complementarity of observational, experimental and theoretical modelling approaches? **Plant Ecology and Evolution**, v. 145, p. 4-12, 2012.

STALEY, K.W. **The evidence for the top quark: Objectivity and bias in collaborative experimentation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. **Science Education**, v. 76, p. 1-16, 1992.

SUPOVITZ, J.A.; TURNER, H.M. The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, p. 963-980, 2000.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using multivariate analysis**. Needham: Allyn & Bacon, 2007.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using Multivariate Statistics**. Boston: Allyn & Bacon, 2001.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using multivariate statistics**. California State University: HaperCollins College Publishers, 1996.

TABAK, I.; BAUMGARTNER, E. The teacher as partner: Exploring participant structures, symmetry and identity work in scaffolding. **Cognition and Instruction**, v. 22, p. 393-429, 2004.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2012.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, p. 5-24, 2000.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia** (Tradução de Gilson Rodinei Pires Moreira). Porto Alegre: Artmed, 2006.

TSAI, C.C. Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. **International Journal of Science Education**, v. 24, p. 771-783, 2002.

TSAI, C.C. Teachers' Scientific Epistemological Views: The Coherence with Instruction and Students' Views. **Science Education**, v. 91, p. 222-243, 2006.

TURCHIN, P. Population regulation: A synthetic view. **Oikos**, v. 84, p. 153–159, 1999.

VASCONCELOS, M.A.; GOMES, M.M. Ecologia: investigando aspectos constitutivos do currículo de biologia em livros didáticos. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

VELICER, W.F.; JACKSON, D.N. Component analysis versus common factor analysis: Some issues in selecting an appropriate procedure. **Multivariate Behavioral Research**, v. 25, p. 1-28, 1990.

VIEIRA, A.L. **ABC do LISREL Interativo: Um Exemplo Prático de Modelação em Equações Estruturais**. Lisboa: Sílabo, 2009.

VITÓRIA, F.; ALMEIDA, L.S.; PRIMI, R. Unidimensionalidade em testes psicológicos: conceito, estratégias e dificuldades na sua avaliação. **Revista de Psicologia da Vetor Editora**, v. 7, p. 1-7, 2006.

VIVEIRO, A.A.; DINIZ, R.E.S. As atividades de campo no ensino de ciências: reflexões a partir das perspectivas de um grupo de professores. In: NARDI, R. (Org.). **Ensino de ciências e matemática I: temáticas sobre formação de conceitos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p. 27-42.

VOSS, J.F.; LAWRENCE, J.A.; ENGLE, R.A. From representation to decision: An analysis of problem solving in international relations. In: STERNBERG, R.J.; FRENCH, P.A. (Eds.). **Complex problem solving**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1991. p. 119-157.

WATERS, C.K. Causal regularities in the biological world of contingent distributions. **Biology and Philosophy**, v. 13, p. 5-36, 1998.

WHITE, C. Pre-service teachers' epistemology viewed through perspectives on problematic classroom situations. **Journal of Educational for Teaching**, v. 26, p. 279-305, 2000.

WIEGLEB, G. A Few Theses Regarding the Inner Structure of Ecology. In: SCHWARZ, A.; JAX, K. (Eds.). **Ecology Revisited – Reflecting on Concepts, Advancing Science**. London: Springer, 2011.

WILSON, B. From Laws to Models and Mechanisms: Ecology in the Twentieth Century. In: **Integrated History and Philosophy of Science 2**. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 2009. p. 12-15.

WOLINS, L. A Monte-Carlo study of constrained factor-analysis using maximum likelihood and unweighted least-squares. **Educational and Psychological Measurement**, v. 55, p. 545-557, 1995.

WONG, A.K.; CHAN, K.W.; LAI, P.Y. Revisiting the relationships of epistemological beliefs and conceptions about teaching and learning of preservice teachers in Hong Kong. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 18, p. 1-19, 2009.

WOOD, P.; KARDASH, C. Critical elements in the design and analysis of studies of epistemology. In: HOFER, B.K.; PINTRICH, P.R. (Eds.). **Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing**. Mahwah: Erlbaum, 2002. p. 231-260.

YADAV, A.; KOEHLER, M. The role of epistemological beliefs in preservice teachers' interpretation of video cases of early-grade literacy instruction. **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 22, p. 335-361, 2007.

YAREMKO, R.K. et al. **Handbook of research and quantitative methods in psychology**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1986.

ZWICK, W.R.; VELICER, W.F. Comparison of five rules for determining the number of components to retain. **Psychological Bulletin**, v. 99, p. 432-442, 1986.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário 1. VNC (“Visões sobre a Natureza da Ciência”).

Solicitamos a sua colaboração para preenchimento deste questionário que é parte integrante de um projeto de doutorado intitulado: “Concepções sobre a ecologia e as metodologias de ensino de professores de biologia”, desenvolvido pelo aluno **Caio Castro Freire**, matriculado no Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - FFCLRP/USP, e sob orientação do professor **Dr. Marcelo Tadeu Motokane** - coordenador do Laboratório de Ensino de Biologia (LEB).

Esse questionário tem o objetivo de identificar e analisar as concepções de professores de Ciências e Biologia sobre o modo como os cientistas, em especial os ecólogos, produzem conhecimento. O(a) Sr.(a) está sendo convidado(a) a participar dessa pesquisa, tendo a liberdade de se recusar, a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Sempre que quiser poderá solicitar mais informações sobre o projeto. Essa coleta de dados é fundamental para o desenvolvimento do referido trabalho, propiciando uma fonte de informações que subsidiará o desenvolvimento e aprimoramento das parcerias entre o LEB e a rede pública de ensino e das iniciativas/propostas voltadas para a formação de professores e a educação científica.

Antecipadamente, agradecemos a sua atenção e disponibilidade!

Como você avalia as seguintes afirmações sobre o modo como os **CIENTISTAS** profissionais produzem conhecimento (falando da **CIÊNCIA DE MODO GERAL**, e não de áreas de pesquisa específicas)?

<i>Faça um "X" na letra que melhor expressa sua opinião para cada item. Evite marcar muitas vezes Indeciso. CF - Concordo fortemente; C - Concordo; I - Indeciso; D - Discordo; DF - Discordo fortemente.</i>					
1. A ciência é isenta de interesses/valores sociais, culturais.	CF	C	I	D	DF
2. A ciência trabalha com o conhecimento isento de aspectos subjetivos e emocionais.	CF	C	I	D	DF
3. Criatividade e imaginação comprometem a objetividade e racionalidade da ciência.	CF	C	I	D	DF
4. Existe um método geral/universal para produzir conhecimento científico.	CF	C	I	D	DF
6. A lógica do trabalho científico exige separar a natureza em objetos de estudo menores e passíveis de análise, de modo a estudar cada "parte" para compreender o "todo".	CF	C	I	D	DF
7. Dados científicos são dados quantitativos (dados mensuráveis, que podem ser convertidos em números).	CF	C	I	D	DF
8. Pesquisas científicas revelam algumas verdades sobre o mundo natural.	CF	C	I	D	DF
9. A ordem de etapas do método científico é: 1º) Observação, 2º) Levantamento de hipóteses, 3º) Coleta de	CF	C	I	D	DF

dados, 4º) Elaboração de teorias e ou leis.					
10. O produto da pesquisa é a formulação de leis científicas (leis universais).	CF	C	I	D	DF
11. Conhecimento científico é aquilo que é passível de comprovação experimental.	CF	C	I	D	DF
12. Experimentos são procedimentos capazes de provar que uma explicação científica é verdadeira.	CF	C	I	D	DF
13. Se uma teoria é provada, ela se torna uma lei científica.	CF	C	I	D	DF
16. Dados ou evidências científicas são fatos incontestáveis.	CF	C	I	D	DF
19. Conhecimentos científicos, uma vez estabelecidos e consolidados, são definitivos.	CF	C	I	D	DF
20. Leis científicas são mais importantes que teorias científicas.	CF	C	I	D	DF
23. A observação e o desenvolvimento de uma investigação científica são orientados por teorias prévias (hipóteses, metas pré-estabelecidas) sobre aquilo que se quer investigar.	CF	C	I	D	DF

APÊNDICE B - Questionário 2. VNEC (“Visões sobre a Natureza da Ecologia”).

Agora, falando especificamente sobre a área de pesquisa da **ECOLOGIA** e o modo como os **ECÓLOGOS** produzem conhecimento, como você avalia as seguintes afirmações?

1. A atuação do ecólogo exige o trabalho com ações práticas e concretas de manejo e conservação (preservação ambiental).	CF	C	I	D	DF
6. Por lidar com objetos de estudo complexos, o trabalho na ecologia é amplo e exploratório.	CF	C	I	D	DF
7. As pesquisas em ecologia impossibilitam o estabelecimento de metas e hipóteses (teorias prévias) antes das saídas e observações de campo.	CF	C	I	D	DF
8. Os estudos ecológicos exigem a análise conjunta de todas as variáveis relacionadas aos seres vivos e seus ambientes para compreender a natureza em sua totalidade/integralidade.	CF	C	I	D	DF
9. Dados, nas pesquisas em ecologia, são dados qualitativos (dados do tipo: "o que, onde, quando, como e por quê?").	CF	C	I	D	DF
10. Dada a complexidade dos fenômenos que estuda, a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de equações ou modelos matemáticos para esses fenômenos.	CF	C	I	D	DF
11. Os resultados da pesquisa em ecologia são descrições ou explicações daquilo que é registrado no momento e local específicos da investigação (são estudos de caso sobre as realidades locais).	CF	C	I	D	DF

12. Como os fenômenos ecológicos dependem de muitas particularidades (variáveis ambientais locais), a pesquisa em ecologia impossibilita a formulação de generalizações sobre esses fenômenos.	CF	C	I	D	DF
13. Dada a interconexão ou interdependência das variáveis ambientais relacionadas aos fenômenos ecológicos, a pesquisa em ecologia impossibilita a realização de experimentos.	CF	C	I	D	DF

Questões abertas:

Na sua opinião, quais os principais OBJETOS e OBJETIVOS de pesquisa da ecologia (o que os ecólogos estudam e com qual finalidade)?

Na sua opinião, o que torna a ecologia diferente de outras ciências - outras áreas de pesquisa? (Essa questão NÃO se refere à disciplina de ecologia ensinada na escola, e sim à ecologia enquanto ciência profissional).

Na sua opinião, quantos ecólogos utilizam os métodos ilustrados a seguir?

	<i>TODOS os ecólogos</i>	<i>A MAIORIA dos ecólogos</i>	<i>A MINORIA dos ecólogos</i>	<i>NENHUM ecólogo</i>
A) Coleta de dados por meio de programas de computador;				
Justifique sua resposta e dê exemplos para defender sua posição:				
B) Coleta de dados por meio de registros/observações em campo;				
Justifique sua resposta e dê exemplos para defender sua posição:				
C) Coleta por meio de experimentações feitas em laboratório;				
Justifique sua resposta e dê exemplos para defender sua posição:				

APÊNDICE C – Questionário 3. VEEC (“Visões sobre o Ensino de Ecologia”).

Falando especificamente sobre o **ENSINO** de ecologia (sobre a disciplina de **ecologia que é ensinada na escola** e NÃO sobre a ciência profissional), como você avalia as seguintes afirmações?

3. Temas estritamente científicos (e não sociais ou socioambientais) são mais distantes das demandas de formação dos alunos enquanto cidadãos críticos.	CF	C	I	D	DF
4. A aprendizagem da ecologia é avaliada pela mudança de ações/hábitos do aluno voltada para uma relação mais saudável, sustentável entre a sociedade e o meio ambiente.	CF	C	I	D	DF
5. A aprendizagem da ecologia é avaliada pela capacidade do aluno de emitir opinião sobre problemas socioambientais.	CF	C	I	D	DF
7. A ecologia é efetivamente ensinada quando os alunos já adquiriram um bom repertório de muitos conceitos (conhecimentos prévios) de outras áreas da biologia.	CF	C	I	D	DF
8. O ensino de ecologia é mais significativo quando organizado respeitando a divisão dos níveis hierárquicos da biologia (organismo → população → comunidade → ecossistema → biosfera), e tratando os conteúdos separadamente e nessa ordem, do nível de MENOR complexidade para o de MAIOR.	CF	C	I	D	DF
11. Aulas investigativas, que usam problematizações, exigem um acúmulo prévio de conceitos da área.	CF	C	I	D	DF
14. O ensino de ecologia é voltado para informações qualitativas, ou seja, para respostas do tipo: "o que, onde, como e por quê?".	CF	C	I	D	DF
15. A aula de ecologia tem MENOR potencial (quando comparada a outras disciplinas da biologia) para ensinar habilidades como: levantar hipóteses, fazer predições/previsões sobre o fenômeno, construir relações de causalidade, fazer generalizações.	CF	C	I	D	DF
20. O trabalho de campo (por exemplo, visitas a alguns biomas ou ecossistemas) é imprescindível para o ensino de ecologia.	CF	C	I	D	DF

Questões abertas:

Na sua opinião, por que os alunos devem aprender ecologia? A disciplina de ecologia, se comparada a outras disciplinas da biologia, oportuniza de modo diferente (favorecendo ou desfavorecendo) a aprendizagem de certas habilidades e conteúdos da biologia? Justifique citando alguns exemplos.

Na sua opinião, quais as principais dificuldades para ensinar ecologia? Justifique sua resposta.

APÊNDICE D – Matriz de correlação entre todos os itens (variáveis) de cada questionário, juntamente com as médias dos itens e seus desvios-padrão. Os coeficientes de Pearson (r) com significância estatística no nível de 5% ($p < 0,05$) estão marcados com asterisco.

Questionário 1. VNC – Visões sobre a Natureza da Ciência																
	<i>q3</i>	<i>q8</i>	<i>q4</i>	<i>q19</i>	<i>q23</i>	<i>q12</i>	<i>q11</i>	<i>q2</i>	<i>q16</i>	<i>q13</i>	<i>q10</i>	<i>q7</i>	<i>q6</i>	<i>q20</i>	<i>q9</i>	<i>q1</i>
<i>q8</i>	0,12															
<i>q4</i>	0,06	0,09														
<i>q19</i>	0,28*	0,24*	0,21													
<i>q23</i>	0,00	-0,17	0,09	0,17												
<i>q12</i>	0,23*	0,32*	0,28*	0,31*	-0,04											
<i>q11</i>	0,07	0,31*	0,24*	0,23*	0,10	0,28*										
<i>q2</i>	0,28*	0,14	0,33*	0,38*	0,24*	0,27*	0,23*									
<i>q16</i>	0,18	0,26*	0,14	0,56*	0,16	0,30*	0,11	0,30*								
<i>q13</i>	0,24*	0,36*	0,16	0,34*	0,08	0,40*	0,28*	0,27*	0,35*							
<i>q10</i>	0,39*	0,21	0,16	0,30*	-0,07	0,41*	0,18	0,25*	0,07	0,44*						
<i>q7</i>	0,26*	0,21	0,17	0,46*	0,07	0,40*	0,34*	0,43*	0,23*	0,37*	0,36*					
<i>q6</i>	0,23*	0,19	0,29*	0,34*	0,11	0,28*	0,32*	0,42*	0,16	0,13	0,18	0,43*				
<i>q20</i>	0,10	0,33*	0,34*	0,29*	-0,08	0,21	0,28*	0,33*	0,25*	0,28*	0,10	0,35*	0,24*			
<i>q9</i>	-0,04	0,51*	0,37*	0,27*	-0,06	0,26*	0,18	0,23*	0,14	0,37*	0,19	0,39*	0,38*	0,41*		
<i>q1</i>	0,31*	0,22	0,20	0,67*	0,19	0,34*	0,26*	0,49*	0,46*	0,39*	0,23*	0,47*	0,35*	0,19	0,30*	
<i>Média</i>	1,82	3,94	2,56	1,45	1,78	3,45	3,12	2,34	1,89	2,95	2,69	2,44	3,31	2,57	3,40	1,65
<i>Desvio-Padrão</i>	0,96	0,97	1,30	0,80	0,82	1,34	1,30	1,37	1,04	1,24	1,07	1,37	1,21	1,02	1,19	0,94

Questionário 2. VNEC – Visões sobre a Natureza da Ecologia									
	<i>q13</i>	<i>q12</i>	<i>q6</i>	<i>q11</i>	<i>q1</i>	<i>q10</i>	<i>q8</i>	<i>q7</i>	<i>q9</i>
<i>q12</i>	0,24*								
<i>q6</i>	0,00	0,00							
<i>q11</i>	0,24*	0,16	0,35*						
<i>q1</i>	0,28*	0,17	0,37*	0,47*					
<i>q10</i>	0,43*	0,40*	0,04	0,15	0,27*				
<i>q8</i>	0,11	0,08	0,51*	0,50*	0,54*	0,24*			
<i>q7</i>	0,59*	0,49*	0,11	0,25*	0,35*	0,66*	0,35*		
<i>q9</i>	0,19	0,15	0,09	0,27*	0,48*	0,27*	0,32*	0,29*	
<i>Média</i>	1,68	2,05	3,95	3,20	3,33	1,89	3,79	1,88	2,77
<i>Desvio-Padrão</i>	0,70	0,89	0,94	1,12	1,27	0,95	1,07	0,82	1,17

Questionário 3. VEEC – Visões sobre o Ensino de Ecologia									
	<i>q14</i>	<i>q8</i>	<i>q15</i>	<i>q5</i>	<i>q3</i>	<i>q20</i>	<i>q4</i>	<i>q11</i>	<i>q7</i>
<i>q8</i>	0,25*								
<i>q15</i>	0,06	0,37*							
<i>q5</i>	0,35*	0,24*	0,09						
<i>q3</i>	0,29*	-0,06	0,10	0,08					
<i>q20</i>	0,22	0,39*	0,17	0,36*	0,17				
<i>q4</i>	0,26*	0,14	0,08	0,54*	0,14	0,29*			
<i>q11</i>	0,24*	0,38*	0,36*	0,23*	-0,05	0,20	0,14		
<i>q7</i>	0,14	0,18	0,22	0,20	0,04	0,00	0,14	0,30*	
<i>Média</i>	3,14	2,76	1,60	3,21	2,86	3,57	3,82	3,10	2,51
<i>Desvio-Padrão</i>	1,07	1,24	0,77	1,09	1,19	1,15	1,00	1,20	1,06

APÊNDICE E – Instrumento desenvolvido para as entrevistas com as duas professoras selecionadas para a segunda etapa da pesquisa (caracterização da cognição epistêmica). O instrumento visa avaliar como as professoras planejam aulas de ecologia.

- 1) Em uma sequência didática – SD - que visa discutir a ideia da Floresta Amazônica como “pulmão do mundo”, quais seriam seus principais objetivos em termos de aprendizagem dos alunos? Justifique. Você já fez alguma sequência com esta temática? Se sim, como você procedeu? Se não, como você procederia?
- 2) Pensando no ensino de ecologia de modo geral (e não apenas na SD sobre a Floresta Amazônica), você acha que quando os alunos podem ir para campo, por exemplo visitar um bioma, eles podem aprender melhor conceitos ecológicos? Por quê?
- 3) Se você fosse realizar um trabalho de campo com os alunos, uma visita a uma floresta, como você organizaria essa atividade? Justifique.
 - A) Antes da saída de campo, eu definiria com os alunos um problema a ser investigado durante a visita, e delimitaria antes, aquilo que precisa ser observado e registrado durante o trabalho de campo. O objetivo da atividade seria investigar apenas as variáveis que permitem responder esse problema específico pré-definido, mesmo que outros interesses dos alunos surjam durante a visita.
 - B) Eu deixaria os alunos fazerem as observações e registros que cada um achar mais interessante, enquanto estiverem manifestando suas curiosidades a respeito do que estão vendo e, apenas após os sujeitos terem contato com o ambiente e desenvolverem suas percepções individuais sobre o mesmo, seriam definidas as questões a serem estudadas.
- 4) Após o trabalho de campo, quais resultados os seus alunos deveriam produzir/apresentar sobre esse trabalho? Exemplifique sua resposta.
 - A) Uma boa caracterização/descrição bem tudo aquilo que estava presente no ambiente visitado, de modo a explicar com o maior detalhamento possível o que ocorreu/ocorre especificamente no local da investigação.
 - B) Uma boa caracterização apenas de algumas variáveis ambientais eleitas, de modo a construir algumas explicações sobre fenômenos ecológicos independentemente do local onde esses fenômenos ocorrem.
- 5) No planejamento da SD, você consideraria o trabalho com problemas científicos autênticos em sala de aula? Por quê?
- 6) Nesta SD (Floresta Amazônica como “pulmão do mundo”), você escolheria qual “problematização” para orientar o desenvolvimento da sequência? Essa problematização deve ser aquela que os alunos precisam responder ao final de todas as atividades – é o problema que será investigado ao longo das aulas e que exigirá um posicionamento dos alunos ao final da sequência. Justifique sua escolha.
 - A) Ao longo das atividades os alunos trabalharão com dados para comparar a produtividade da Floresta Amazônica e de outros ecossistemas, como os oceanos, e o mais importante é eles concluírem ao final da SD qual ou quais ecossistemas podem ser considerados “pulmões do mundo”.
 - B) Ao longo das atividades os alunos deverão entender a importância das plantas para o sequestro de carbono atmosférico (o que também tem relação com o aquecimento global) e para a manutenção de um “ar” com mais qualidade. O mais importante é os alunos explicarem ao final da SD a importância da Floresta Amazônica.
 - C) O mais importante é os alunos investigarem quais os benefícios da Floresta Amazônica para a população humana (os vários benefícios e não apenas aqueles ligados aos gases atmosféricos), entenderem que os humanos precisam parar com o desmatamento para não sofrerem consequências negativas, e por fim, os alunos precisam discutir projetos e formas de preservação desse bioma.
- 7) Suponha que você vá realmente desenvolver uma SD sobre “Floresta Amazônica como pulmão do mundo”, como você organizaria os conteúdos conceituais envolvidos? Justifique.
 - A) Trabalharia os conteúdos conceituais chave antes da proposição do problema a ser investigado/solucionado pelos alunos, uma vez que aulas investigativas são difíceis e exigem um acúmulo de conhecimentos prévios. Por exemplo, nesse caso específico da SD sobre Floresta Amazônica, seria melhor trabalhar vários conceitos com os alunos, antes de apresentar a “problematização”. Assim, se a SD envolve conceitos como o de respiração e fotossíntese,

produtividade primária, biomassa, ou conceitos como o de bioma, ecossistema, aquecimento global, sequestro de carbono, desmatamento, dentre outros, é importante que esses conceitos sejam ensinados aos alunos antes do início da sequência didática investigativa.

B)Trabalharia os conteúdos conceituais após a proposição do problema a ser investigado/solucionado pelos alunos. Por exemplo, nesse caso específico da SD sobre Floresta Amazônica, é a própria “problematização” que abriria espaço para mais tarde (em aulas futuras) inserir a apresentação de alguns conceitos chave aos alunos.

C)Eu me preocuparia em apresentar esses conteúdos de uma maneira mais organizada aos alunos, respeitando os níveis hierárquicos da ecologia, discutindo primeiro os conceitos que têm mais a ver com a ecologia dos organismos (por exemplo: “como uma planta realiza fotossíntese e respiração”) e apenas depois discutindo conceitos mais complexos de níveis hierárquicos superiores, por exemplo, conceitos relacionados a “ecossistemas e biomas”.

8) Você incluiria nessa SD o trabalho com dados QUANTITATIVOS e com a linguagem matemática? Justifique e em caso afirmativo, dê um exemplo de como faria isso e qual seria a relevância para a resolução da “problemática” proposta aos alunos.

9) Dentre as opções a seguir, qual conjunto de dados você consideraria mais relevante para trabalhar com os alunos durante a SD? Justifique.

A) Textos que: i) descrevem as características da Floresta Amazônica, ii) discutem a relevância desse bioma para os gases atmosféricos, iii) apresentam conceitos como o de “fotossíntese/respiração”, “sequestro de carbono”, “qualidade do ar”, dentre outros.

B)Textos que: i) descrevem as características da Floresta Amazônica, ii) apresentam os vários impactos que o homem tem causado nesse bioma, iii) discutem as possíveis consequências do desaparecimento desse bioma, por meio de conceitos como o de “desmatamento e fragmentação florestal”, “aquecimento global”, “biodiversidade”.

C)Gráficos sobre a produtividade primária líquida e bruta da Floresta Amazônica e de outros ecossistemas e dados da área (em km²) ocupada por esses diferentes ecossistemas, e textos que desenvolvem esses conceitos e outros como o de “fotossíntese”, “respiração”, “biomassa”.

10) O que são os “dados”? Qual o seu papel?

11) Suponhamos que você ofereça para os alunos a seguinte informação durante a resolução da SD sobre a “Floresta Amazônica”:

Você espera que os alunos usem essa informação de que maneira? Escolha uma das alternativas a seguir e justifique sua resposta.

A) Essa informação deve ser usada como um dado, uma evidência científica que leva todos a uma mesma conclusão (a conclusão de que a Floresta Amazônica contribui mais do que o oceano para a conversão do CO_2 atmosférico em O_2 , já que sua produtividade é muito maior conforme mostrado no gráfico).

B) Os alunos devem usar essa informação como um dado que não necessariamente leva a uma mesma conclusão, pois alguns poderiam concluir que a Floresta Amazônica contribui mais do que o oceano para a emissão de O_2 (conforme mostrado no gráfico), mas outros poderiam discordar, levantando outros questionamentos.

12) Quando uma aula experimental, ou um trabalho de campo é realizado com os alunos para que eles colem dados, ou quando os dados empíricos já são fornecidos pela SD (como no exemplo da questão anterior), o propósito de trabalhar com esses dados “empíricos” é (Justifique e Exemplifique):

A) Demonstrar para os alunos, na prática, aquilo que já foi discutido em aulas anteriores, provando que um determinada hipótese/explicação/teoria é, de fato, verdadeira.

B) Permitir aos alunos testarem algumas hipóteses para o fenômeno investigado, descartando aquelas que estiverem em desacordo com os dados “empíricos”, ou seja, permitir aos alunos apenas o descarte das hipóteses falsas, mas sem provar qual é verdadeira.

13) Nessa SD sobre “Floresta Amazônica”, você consideraria importante discutir com os alunos algo sobre metodologia científica (por exemplo, sobre como um biólogo realizaria uma pesquisa para investigar a problemática da “Floresta como pulmão do mundo”)? Se a resposta for sim, o que exatamente você discutiria e com qual propósito?

14) Suponhamos que ao final da SD, você receba como produção escrita dos alunos os textos a seguir. Esses textos seriam os relatórios finais dos estudantes, por meio dos quais eles apresentam seus posicionamentos a respeito da problemática central da SD (a Floresta Amazônica como pulmão do mundo). Qual desses textos você considera o de maior qualidade (em termos de objetivos de aprendizagem alcançados)? Justifique dizendo o que o texto escolhido tem de “melhor” e o que os outros têm de “insatisfatório”.

A) Considerando apenas a produtividade bruta (gramas de O_2 por m^2 ao ano), poderíamos concluir que a Floresta Amazônica é um ecossistema muito eficiente para o sequestro de carbono atmosférico e a devolução de oxigênio para a atmosfera. Entretanto, devemos considerar também a produtividade líquida e a área do globo (m^2) ocupada por esse bioma. A Floresta realmente produz muito mais oxigênio do que outros ecossistemas como os oceanos, mas ela também consome muito (consome praticamente tudo que produz) e por isso sua produtividade líquida é menor. Além disso, ela ocupa uma área muito menor do que os oceanos, e se somarmos tudo isso, veremos que os oceanos são mais eficientes para a devolução do oxigênio.

B) Podemos concluir que a Floresta Amazônica não é o ecossistema mais eficiente para a retirada de gás carbônico e a emissão de oxigênio para a atmosfera. Mas a Floresta também é fundamental. Ela é um repositório de serviços ecológicos, não só para os povos indígenas e as comunidades locais, mas também para o restante do mundo. A região é berço de inúmeras civilizações indígenas e, além disso, constitui-se numa riquíssima fonte de matérias-primas – alimentares, florestais, medicinais, energéticas e minerais. Além disso, pensando em critérios ambientais, sua importância deve-se a fatores como: - a imensa biodiversidade que abriga (incluindo espécies raras e ameaçadas de extinção); - o controle hídrico e climático que exerce; - o estoque de carbono que realiza.

C) À medida que a Floresta Amazônica é queimada ou destruída, o processo de aquecimento global é intensificado. O desmatamento da Amazônia gradualmente desmonta os frágeis processos ecológicos que levaram anos para serem construídos e refinados. As árvores desempenham um papel-chave na redução dos níveis de poluição. Para entendermos melhor como isso funciona, vamos tomar como exemplo o gás carbônico (CO_2), cujas emissões provêm tanto de fontes naturais como da atividade humana. Nos últimos 150 anos, os seres humanos têm lançado quantidades enormes de CO_2 no ar por meio da queima de combustíveis fósseis, carvão, petróleo e gás natural – e esta é uma das principais causas das mudanças climáticas no planeta. Em condições naturais, as plantas retiram o CO_2 da atmosfera e o absorvem para fazer a fotossíntese, um processo de produção de energia. Com a fotossíntese, as plantas obtêm: Oxigênio, que é liberado novamente no ar, e Carbono, que é armazenado para permitir o crescimento das plantas. Assim, sem as florestas tropicais úmidas e todas as suas plantas fazendo fotossíntese todos os dias, o efeito estufa provavelmente seria mais pronunciado, e as mudanças climáticas podem vir a ser ainda mais graves.

- D) Tanto as florestas como os oceanos são importantes para o nosso planeta porque atuam como se fossem “pulmões do mundo”, realizando trocas gasosas importantes para o equilíbrio da nossa atmosfera e consequentemente da vida na Terra. A floresta e os oceanos atuam então como “purificadores” do ar, sequestrando gases nocivos, que prejudicam o efeito estufa e o aquecimento global e devolvendo um ar “mais limpo”, com mais oxigênio, oferecendo aos humanos um ar de “maior qualidade”. É fácil perceber e sentir que lugares arborizados têm um ar muito mais fresco, limpo (um “ar mais puro”) e agradável. Como todos nós precisamos de oxigênio para respirar e sobreviver, é importante nos conscientizarmos para não continuarmos destruindo nossas matas e florestas, já que elas têm essa importante função. Devemos parar já com o desmatamento! O desenvolvimento econômico e social (a agricultura, a expansão das cidades, etc.) tudo isso é muito importante, mas a preservação ambiental é tão importante quanto, ou talvez até mais.
- E) Situada na região norte da América do Sul, a Floresta Amazônica possui uma extensão de aproximadamente 7 mil quilômetros quadrados, espalhada por territórios do Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Equador, Suriname, Guiana e Guiana Francesa. Porém, a maior parte da floresta está presente em território brasileiro (estados do Amazonas, Amapá, Rondônia, Acre, Pará e Roraima). Em função de sua biodiversidade, é considerada uma das mais importantes florestas tropicais do mundo. É uma floresta tropical fechada, formada em boa parte por árvores de grande porte, situando-se próximas umas das outras (floresta fechada). O solo desta floresta não é muito rico, pois possui apenas uma fina camada de nutrientes. Esta camada é formada pela decomposição de folhas, frutos e animais mortos. Este rico húmus é matéria essencial para as milhares de espécies de plantas e árvores que se desenvolvem nesta região. Outra característica importante da Floresta Amazônica é o perfeito equilíbrio do ecossistema. Tudo que ela produz é aproveitado de forma eficiente. A grande quantidade de chuvas na região também colabora para o seu perfeito desenvolvimento. Como as árvores crescem muito juntas umas das outras, as espécies de vegetação rasteira estão presentes em pouca quantidade na floresta. Isto ocorre pois com a chegada de poucos raios solares ao solo, este tipo de vegetação não consegue se desenvolver. O mesmo vale para os animais. A grande maioria das espécies desta floresta vive nas árvores e são de pequeno e médio porte. Podemos citar como exemplos de animais típicos da Floresta Amazônica: macacos, cobras, marsupiais, tucanos, pica-paus, roedores, morcegos, entre outros. Os rios que cortam a Floresta Amazônica (Rio Amazonas e seus afluentes) são repletos de diversas espécies de peixes. O clima que encontramos na região desta floresta é o equatorial, pois ela está situada próxima à linha do Equador. Neste tipo de clima, as temperaturas são elevadas e o índice pluviométrico (quantidade de chuvas) também. Num dia típico na Floresta Amazônica, podemos encontrar muito calor durante o dia, com chuvas fortes no final da tarde. A Floresta Amazônica apresenta grande importância no tocante aos processos de filtragem e regeneração do ar e regulação do ciclo hidrológico.
- F) A Floresta Amazônica é fundamental para o nosso planeta! Pois ela é abundante em vários recursos e funciona como um grande reator para o equilíbrio da estabilidade ambiental do globo. Ela é um repositório de serviços ecológicos, não só para os povos indígenas e as comunidades locais, mas também para o restante do mundo. A região é berço de inúmeras civilizações indígenas e, além disso, constitui-se numa riquíssima fonte de matérias-primas – alimentares, florestais, medicinais, energéticas e minerais. Além disso, pensando em critérios ambientais, sua importância deve-se à imensa biodiversidade que abriga (incluindo espécies raras e ameaçadas de extinção). Entretanto, é um dos nossos ecossistemas mais ameaçados atualmente e é preciso conhecer essas ameaças para que possamos combatê-las ou minimizá-las. Um dos principais problemas é o desmatamento ilegal e predatório. Madeiras instalam-se na região para cortar e vender troncos de árvores nobres. Há também fazendeiros que provocam queimadas na floresta para ampliação de áreas de cultivo (principalmente de soja). Estes dois problemas preocupam cientistas e ambientalistas do mundo, pois em pouco tempo, podem provocar um desequilíbrio no ecossistema da região, colocando em risco a floresta. Outro problema é a biopirataria na Floresta Amazônica. Cientistas estrangeiros entram na floresta, sem autorização de autoridades brasileiras, para obter amostras de plantas ou espécies animais. Levam estas para seus países, pesquisam e desenvolvem substâncias, registrando patente e depois lucrando com isso. O grande problema é que o Brasil teria que pagar, futuramente, para utilizar substâncias cujas matérias-primas são originárias do nosso próprio território. Com a descoberta de ouro na região (principalmente no estado do Pará), muitos rios estão sendo contaminados. Os garimpeiros usam o mercúrio no garimpo, substância que está contaminando os rios e peixes da região. Índios que habitam a Floresta Amazônica também sofrem com a extração de ouro na região, pois a água dos rios e os peixes são importantes para a sobrevivência das tribos.

APÊNDICE F – Sequência didática intitulada “Floresta Amazônica como pulmão do mundo” elaborada pelo grupo de pesquisa de modo a contemplar pressupostos teóricos da alfabetização científica e do ensino de ciências por investigação e oferecida às professoras como um modelo de material instrucional.

Pulmão do mundo

Caros alunos,

Ao longo das próximas semanas, embarcaremos em uma aventura, ou mais precisamente, em uma investigação. Vocês podem perguntar: mas ora, o que uma investigação tem a ver com as aulas de ciências? Bem, saibam que não são apenas os detetives que lidam com investigações, mas também os cientistas. Apesar de não ser o mesmo tipo de investigação, os cientistas de certa forma lidam com pistas (dados), tentam imaginar quais seriam as relações entre essas pistas (formulação de hipóteses), buscam por essas relações (testes, experimentos e raciocínios) e chegam a uma conclusão (reforço ou derrubada da hipótese). O mais interessante é que essa investigação científica pode ser feita por qualquer pessoa, independentemente dela ser cientista ou não. E tudo fica ainda mais produtivo quando fazemos isso em grupo. E aí, vamos fazer um pouco de ciência?

Atividade 1

Vamos começar com a análise da seguinte imagem:

Figura 1. Anúncio de 1998, realizado pela agência Young&Rubicam e apoiado pela ONG SOS Mata Atlântica.

Nesta imagem são mostradas duas árvores que simulam os pulmões humanos acompanhadas da frase: “Quer continuar a respirar? Comece a preservar.”

O que você acha que a campanha pede para preservarmos? Por quê?

Você saberia dizer qual seria a relação entre a preservação e a nossa respiração?

Atividade 2

Agora, vamos assistir a um trecho de uma matéria da Record News, de 26 de Agosto de 2012, que trata da preservação dos mares na região da Baía de Sepetiba, RJ. Para resolvermos as próximas atividades, agrupe-se com mais 2 ou 3 colegas. Vocês discutirão entre si cada problema antes de responderem no papel. Mas lembrem-se: a resposta escrita é individual!

O que significa afirmar que um determinado lugar é o “pulmão do mundo”?

Você concorda com a afirmação do repórter de que o mar é o “pulmão do mundo”, em vez da Floresta Amazônica? Por quê?

Atividade 3

Mas, afinal, **qual ecossistema pode ser considerado o “pulmão do mundo”?** **De onde vem a maior parte do oxigênio que respiramos?** Ao longo das próximas atividades, investigaremos a fundo esse problema e buscaremos uma resposta consistente. Para tanto, vamos comparar os dois ecossistemas citados pelo repórter: a Floresta Amazônica e os oceanos. Um processo biológico importante envolvido no fluxo de gases dentro de um ecossistema é a fotossíntese. Por meio desta, organismos fotossintetizantes consomem gás carbônico e água e produzem carboidrato e gás oxigênio.

Tanto na Floresta Amazônica quanto nos oceanos ocorrem tais organismos. Na Floresta Amazônica, a maior parte deles é composta pelas plantas terrestres, enquanto que nos oceanos, a maior parte é composta pelo fitoplâncton (Figura 2).

Figura 2. Imagem ampliada de uma porção da água oceânica, revelando alguns dos organismos componentes do fitoplâncton.

Vamos imaginar que você e seu grupo mediram as taxas de produtividade de gás oxigênio para ambos os ecossistemas e representaram essas medidas por meio do histograma a seguir (a taxa de produtividade mostra quantos gramas de oxigênio são produzidos por metro quadrado de área de ecossistema por ano):

Em qual ecossistema se observa maior produtividade de oxigênio?

Como isso pode ser explicado?

Para onde vai o oxigênio produzido pelos organismos fotossintetizantes?

Pensando agora na afirmação do repórter a respeito do “pulmão do mundo”, os dados observados a sustentam ou discordam dela? Justifique.

Saiba Mais

Mas afinal, o que de fato significa produtividade de um ecossistema e como isso pode ser medido?

Como já foi dito anteriormente, tanto as plantas terrestres quanto o fitoplâncton produzem gás oxigênio pelo processo da fotossíntese. No entanto, um ecossistema é composto por muitos indivíduos fotossintetizantes. Para se ter uma ideia, a estimativa do número de árvores que ocupam a área da Floresta Amazônica é de aproximadamente 390 bilhões! Imagine então quantos organismos

do fitoplâncton devem existir, já que a área do oceano é muito maior que a área da Floresta Amazônica e o fitoplâncton é muito menor que uma árvore (microscópico)!

Figura 3. Vista aérea da reserva florestal amazônica de Trairão, oeste do Pará.

Logo, para se ter a noção exata da produtividade de oxigênio de um ecossistema inteiro, o ideal seria medir a de cada indivíduo e somar todos os valores levantados. Porém, isso é inviável, por conta da grande quantidade de tempo, recursos humanos e materiais que seriam necessários para realizar tal levantamento. O meio do qual os cientistas se utilizam para contornar esse problema é o da **amostragem**. São selecionadas pequenos conjuntos de indivíduos dentro do ecossistema os quais se tornam objeto do experimento. As medições de dados biológicos podem ser tomadas de diferentes formas, dentre as quais estão destacadas as três mais utilizadas:

a) Amostragem por meio de pontos:

b) Amostragem por meio de linhas:

c) Amostragem por meio de quadrados:

Nesse caso, apenas os indivíduos dentro dos limites da amostra terão a produtividade medida. Em seguida, conhecendo a produtividade nas amostras e conhecendo a área total do ecossistema, é possível fazer uma **inferência** sobre a produtividade total do mesmo. Logo, os valores que você viu no gráfico ($7200 \text{ g O}_2/\text{m}^2 \text{ ano}$ e $270 \text{ g O}_2/\text{m}^2 \text{ ano}$) não são os exatos valores da produtividade da Floresta Amazônica e dos Oceanos, mas sim inferências, aproximações.

A produtividade de um ecossistema está vinculada ao ganho de biomassa dos produtores, já que na fotossíntese também é produzido carboidrato, o qual, além de ser utilizado como fonte de energia, também é fonte de carbono para a biossíntese de importantes compostos estruturais, tais como as proteínas e os lipídios. A essa propriedade de incorporação de matéria orgânica pelo processo da fotossíntese, durante um certo tempo, em uma certa área de um ecossistema, damos o nome de **Produtividade Primária Bruta (PPB)**.

Plantas e fitoplâncton também respiram

No entanto, nem todo o gás oxigênio que é produzido durante o processo da fotossíntese é liberado diretamente ao meio. Isso ocorre por conta de outro importante processo que ocorre nos organismos fotossintetizantes: a **respiração celular**. Este processo também ocorre nos organismos heterotróficos aeróbicos, tais como animais, fungos, certas bactérias e protozoários.

Figura 4. Equação Geral da Respiração Celular.

Quando se compara com o processo de fotossíntese, percebe-se que ocorre o oposto na respiração: há consumo de carboidrato e gás oxigênio e liberação de gás carbônico e água.

Logo, as duas reações deveriam se anular e, no fim, nenhum gás oxigênio seria liberado para a atmosfera, certo? Na verdade, os organismos fotossintetizantes acabam fazendo mais fotossíntese que respiração, pois é a alternativa mais sustentável e bem-sucedida para seu desenvolvimento no ambiente. Caso a taxa de fotossíntese fosse igual à de respiração, o produtor viveria no limite (todo o seu alimento gerado seria usado para gerar energia) e ele não cresceria. Caso a taxa de fotossíntese fosse menor que a de respiração, ele teria que consumir seus próprios tecidos para conseguir suprir a taxa de respiração, levando, com o tempo, à sua morte.

Para entendermos melhor o que acontece com o gás oxigênio resultante da fotossíntese, podemos fazer uma analogia com as finanças de um trabalhador. Digamos que o salário que uma pessoa recebe equivaleria ao total de gás oxigênio produzido no processo de fotossíntese em um ecossistema. No entanto, essa pessoa tem suas despesas (energia elétrica, alimentação, transporte, água, telefone, etc.) e, desse salário, uma parte é destinada a cobrir tais despesas. Os produtores, por sua vez, também tem sua despesa, mas de gás oxigênio, o qual é utilizado no processo de respiração para a produção de energia. Por fim, tanto o trabalhador quanto os produtores apresentam um saldo positivo: o dinheiro restante e o gás oxigênio restante, respectivamente. A essa diferença entre a fotossíntese e a respiração autotrófica por unidade de tempo e espaço damos o nome de **Produtividade Primária Líquida (PPL)**.

Figura 5. Analogia das finanças para a PPL.

Atividade 4

Para continuar a investigação, vocês fizeram novas medições, agora considerando o quanto de oxigênio é consumido no processo de respiração dos organismos fotossintetizantes (R):

O processo de respiração consome qual porcentagem da quantidade de oxigênio oriundo da PPB da Floresta Amazônica? E no caso do Oceano, qual é essa porcentagem? Qual dos dois ecossistemas apresenta uma liberação de gás oxigênio maior que seu consumo na respiração?

Para onde vai o oxigênio que não é consumido pela respiração dos organismos fotossintetizantes?

Observando esses novos dados, você acha possível determinar qual ecossistema deve ser considerado o “pulmão do mundo”? Justifique.

Atividade 5

Em um belo dia, você e seu grupo recebem uma carta de um colega pesquisador que ficou sabendo dos resultados de sua pesquisa. Ele elogia seu trabalho, mas também faz uma crítica. Ele afirma que é necessário ter conhecimento da área de cada ecossistema para poder concluir qual deles seria o “pulmão do mundo”.

Você concorda com a afirmação de seu colega pesquisador? Explique por quê.

Após várias sugestões do mesmo tipo, vocês decidiram levantar a área do globo ocupada pela Floresta Amazônica e a área ocupada pelo oceano, e chegaram aos seguintes valores: 5,5 milhões de quilômetros quadrados para a Floresta Amazônica e 361 milhões de quilômetros quadrados para o oceano.

Figura 6. Distribuição geográfica da Amazônia (A) e dos oceanos (B).

Com os dados que você levantou agora e os dados do histograma anterior, monte um histograma expressando a produtividade global de oxigênio dos dois ecossistemas. (Para o número não ficar muito grande, expresse a quantidade de oxigênio em toneladas em vez de gramas):

O que se pode concluir sobre a afirmação do repórter de que o oceano é o “pulmão do mundo”? Explique sua resposta, justificando com base em todos os dados obtidos pelo seu grupo de pesquisa.

Considerando os dados obtidos nas pesquisas anteriores, os resultados expressos no histograma elaborado por você eram os esperados? Por quê isso ocorre?

Atividade 6

Agora, finalmente, vamos imaginar que sua investigação teve um grande impacto no meio científico, e que o novo Ministro do Meio Ambiente nomeou você para compor a comissão responsável pela preservação dos mares brasileiros. É convocada uma reunião para discutir as prioridades das ações do Ministério e você tem que convencer os presentes a darem uma atenção maior à conservação dos mares. Explique para eles a importância dos mares e oceanos, por quais motivos eles devem ser preservados. Lembre-se de que a maioria dos presentes não tem grande conhecimento dos oceanos, então você deve justificar sua opinião com argumentos bem trabalhados. (Esta atividade deve ser realizada individualmente).

APÊNDICE G – Categorização na íntegra das respostas dissertativas para o questionário VNEC (Visões sobre a Natureza da Ecologia) e para o questionário VEEC (Visões sobre o Ensino de Ecologia). Os exemplos referem-se às UCEs recortadas pelo Alceste ou UCIs (no caso da questão III do questionário VNEC). No momento de inserir o *corpus* de análise no software, as UCIs foram vinculadas a características dos seus respectivos enunciadores: idade; tipo de instituição onde fez graduação (pública ou particular); região do país onde reside; área de especialização ou pós-graduação; se já teve alguma experiência como pesquisador na área de ecologia; se já realizou algum curso sobre epistemologia; e tempo de atuação docente. Por exemplo, **ida_m30* = idade maior que 30 anos; **uni_pub* = fez graduação em universidade pública; **reg_nor* = mora na região Norte; **esp_out* = especialização em outra área que não educação (*_edu*), ecologia (*_eco*), área ambiental (*_amb*); **eco_nao* = nunca realizou pesquisa na área de ecologia; **epi_sim* = já fez algum curso sobre epistemologia; **tem_m05* = tempo de atuação docente maior que 5 anos. Entre colchetes está descrita a classificação das UCEs segundo o Alceste; aquelas sem descrição são as unidades eliminadas pelo programa.

Item do questionário 2	Categorias	Exemplos
– VNEC (Visões sobre a Natureza da Ecologia)		
<u>QUESTÃO I.</u> Na sua opinião, quais os principais OBJETOS e OBJETIVOS de pesquisa da ecologia (o que os ecólogos estudam e com qual finalidade)?	1) Ecologia focada na preservação ambiental	<p>uce nº 02 Phi = 0,00 (uci nº 2 : <i>*suj_02 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05</i>) os ecólogos estudam as relações dos seres_vivos com o ambiente, e do ambiente apenas. A finalidade da pesquisa em ecologia é caracterizar as relações dos seres com o meio onde vivem, a importância da preservação e conservação do meio e das espécies.</p> <p>uce nº 03 Phi = 0,15 (uci nº 3 : <i>*suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02</i>) estudam a relação entre seres_vivos e o meio e o tempo, com a finalidade de entender e intervir nos processos de preservação e conservação ambiental. [classe 1 do Alceste]</p> <p>uce nº 19 Phi = 0,00 (uci nº 14 : <i>*suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15</i>) A sobrevivência dos seres_vivos no meio_ambiente a partir da insurgência humana para com esse meio_ambiente e a consequente deterioração deste com o passar da evolução e adaptação ou inadaptação.</p> <p>uce nº 20 Phi = 0,00 (uci nº 15 : <i>*suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05</i>) creio que o objeto de pesquisa dos ecólogos seja os diferentes ecossistemas existentes. assim, eles tem a finalidade de estudá-los, bem como prover maneiras para a diminuição dos impactos causados pela degradação humana.</p> <p>uce nº 21 Phi = 0,00 (uci nº 16 : <i>*suj_18 *ida_m20 *uni_pub *reg_not *esp_amb *eco_sim *epi_sim *tem_m02</i>) depende do objetivo do estudo. se o objetivo for uma mudança de comportamento da população uma ação que viabilize isso será o foco do estudo e o objetivo e colocá-la em prática.</p>

uce nº 28 $\Phi = 0,10$ (uci nº 21 : *suj_23 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) os ecólogos estudam as relações entre os seres_vivos e entre o ambiente que os cercam, com a finalidade de entender a dinâmica da vida, os fenômenos que a mantêm, com o intuito de minimizar possíveis interferências, ou para sua preservação simplesmente. [classe 1 do Alceste]

uce nº 29 $\Phi = 0,08$ (uci nº 22: *suj_24 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) conservação e manejo ambiental. [classe 1 do Alceste]

uce nº 34 $\Phi = 0,10$ (uci nº 26 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) estudar as inter-relações do ambiente, com a finalidade de preservação e conservação dos seres_vivos e do meio que estão inseridos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 36 $\Phi = 0,00$ (uci nº 28 : *suj_30 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m02) estuda a natureza, a-fim-de compreende-la; a interação homem e natureza, a-fim-de compreende-la e harmoniza-la.

uce nº 42 $\Phi = 0,14$ (uci nº 32 : *suj_34 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) ecólogos estudam a natureza de forma geral, os seres_vivos e suas relações com o ambiente, com a finalidade de preservação e conservação ambiental. [classe 1 do Alceste]

uce nº 48 $\Phi = 0,00$ (uci nº 36 : *suj_38 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m15) O objeto e sempre os seres_vivos em interação com fatores físicos e químicos. O objetivo e conhecer cada vez mais a dinâmica desta interação para auxiliar na sustentabilidade e preservação do meio_ambiente.

uce nº 51 $\Phi = 0,00$ (uci nº 39 : *suj_41 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_000) objetos de estudo são fauna, flora, recursos hídricos. E os objetivos são preservação, manutenção, utilização sustentável.

uce nº 55 $\Phi = 0,00$ (uci nº 43 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) ecologia e a ciência que estuda as relações dos seres_vivos com o meio_ambiente, ou seja, sabemos que nenhum organismo, sendo ele uma bactéria, um fungo, uma alga, uma árvore, um verme, um inseto, uma ave ou o próprio homem, uce nº 56 $\Phi = 0,00$ (uci nº 43 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) pode existir autonomamente sem interagir com outros ou mesmo com o ambiente, com aspectos físicos e químicos do ecossistema em-que vive. sendo assim, a finalidade das pesquisas dos ecólogos é atualizar o banco de dados mundial dessas interações e com isso proporcionar maneiras de melhorar e tornar essas relações mais equilibradas.

uce nº 57 $\Phi = 0,00$ (uci nº 44 : *suj_47 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m02) os ecólogos estudam o ambiente, os seres_vivos que o habitam, bem-como fatores não_vivos e as variáveis que interferem no habitat e nicho ecológico das

especies. uce nº 58 Phi = 0,00 (uci nº 44 : *suj_47 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m02) analisam certos fenomenos para tentarem encontrar correspondencias de acontecimento dos mesmos, bem-como os relacionamentos que ocorrem na natureza. A finalidade e contribuir para o equilibrio entre fauna, flora e a interferencia humana.

uce nº 60 Phi = 0,00 (uci nº 46 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A ecologia estuda a interacao dos seres_vivos entre si e destes com a natureza. assim-como os prejuizos ocasionados a biodiversidade em decorrenca das acoes humanas. uce nº 61 Phi = 0,00 (uci nº 46 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) os objetivos das pesquisas ecologicas sao primeiramente identificar os problemas do equilibrio dinamico de uma comunidade; outro objetivo e identificar quais acoes ocasionaram esse desequilibrio e assim, buscar alternativas para sanar o problema e devolver ao ecossistema o equilibrio dinamico e a biodiversidade.

uce nº 65 Phi = 0,06 (uci nº 50 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) O principal objeto de estudo sao as **relacoes** entre os **seres_vivos** e entre os seres e o **meio**. O objetivo e compreender a dinamica dessas **relacoes** para intervir em favor de sua **preservacao** ou **conservacao**. [classe 1 do Alceste]

2) Ecologia focada na compreensão de fenômenos naturais

uce nº 01 Phi = 0,10 (uci nº 1 : *suj_01 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m10) estudam **comunidades biologicas** e **os fatores** ambientais que **influenciam** na dinamica complexa de **interacoes**. O objetivo e **compreender os** fenomenos **biologicos** em sua totalidade, **mais** que a soma **das** partes. [classe 2 do Alceste]

uce nº 04 Phi = 0,00 (uci nº 4 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia e uma area muito ampla, pois conheco ecologos que trabalham com comportamento animal, assim-como existem ecologos que trabalham com fenologia, por exemplo. uce nº 05 Phi = 0,00 (uci nº 4 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) mas percebo que as pesquisas ecologicas tem a relacao como objeto e objetivo de estudo, pois tenta perceber como as relacoes formam uma rede complexa. uce nº 06 Phi = 0,00 (uci nº 4 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A finalidade do estudo do ecologo e como a de um outro cientista, e tentar entender a realidade em diversos niveis de organizacao.

uce nº 07 Phi = 0,21 (uci nº 5 : *suj_06 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) seus objetos sao diversos biomas, **ecossistemas** e mini_ecossistemas. **os** objetivos envolvem **compreender as** razoes pelas quais cada objeto de estudo e e se **comporta** daquela maneira, o-que torna possivel a explicacao **das** relacoes entre **os fatores bioticos** e **abioticos** envolvidos. [classe 2 do Alceste]

uce nº 08 Phi = 0,00 (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud

*esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) os ecologos estudam o meio_ambiente e a interacao dos seres_vivos que nele habitam entre si e entre o proprio meio. estudam com a finalidade de compreender melhor os processos biologicos.

uce nº 09 Phi = 0,00 (uci nº 7 : *suj_09 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) A ecologia se preocupa com o entendimento do funcionamento de toda a natureza. assim-como varios outros campos de estudo da biologia, ela nao e uma ciencia isolada. uce nº 10 Phi = 0,00 (uci nº 7 : *suj_09 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) para entende_la, e necessario, por exemplo, conhecer um pouco de evolucao, genetica, biologia molecular, fisiologia e anatomia.

uce nº 11 Phi = 0,08 (uci nº 8: *suj_10 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) necessidade de responder questoes relativas aos ambientes e como os seres_vivos atuam neles. [classe 1 do Alceste]

uce nº 12 Phi = 0,00 (uci nº 9 : *suj_11 *ida_m40 *uni_pub *reg_not *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m15) as interacoes, componentes e produtos das interacoes entre os seres_vivos e o ambiente constituem objetos de estudo da ecologia. seu objetivo, creio, e melhor compreender estas interacoes e fazer previsoes futuras, quer sobre os impactos das acoes humanas, quer sobre as mudancas naturais na dinamica ambiental.

uce nº 13 Phi = 0,12 (uci nº 10: *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) compreender as relacoes entre os fatores bioticos e abioticos de um sistema delimitado, ou de um processo que-se repete em mais de um ambiente. [classe 2 do Alceste] uce nº 14 Phi = 0,08 (uci nº 10 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) compreender as relacoes interespecificas. compreender e analisar a ciclagem e fluxo energetico nos sistemas ecologicos. [classe 2 do Alceste]

uce nº 16 Phi = 0,08 (uci nº 12: *suj_14 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) estudam os organismos, suas inter_relacoes e como-se relacionam com o meio. A fim de entender e prever o funcionamento da biosfera. [classe 1 do Alceste]

uce nº 17 Phi = 0,17 (uci nº 13 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) os principais seriam os ecossistemas e suas influencias sobre a biota. como todos os organismos interagem em maior ou menor grau, o estudo desses ecossistemas colabora para a compreensao do todo, uma-vez-que-se estudam as partes. [classe 2 do Alceste] uce nº 18 Phi = 0,15 (uci nº 13: *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) por consequencia, as influencias sobre os seres_humanos e desses sobre os ecossistemas. [classe 2 do Alceste]

uce nº 22 Phi = 0,00 (uci nº 17 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) estabelecer dados e compreender a interacao dos seres_vivos com o meio em-que vivem.

uce nº 23 Phi = 0,00 (uci nº 18 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub

*reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) os objetos são os seres_vivos e suas interações com fatores bióticos e abióticos, com a finalidade de entender estas relações, fornecer explicações para elas e poder prever como estas relações podem se comportar em determinados contextos, por exemplo, uce nº 24 $\Phi = 0,00$ (uci nº 18 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) o-que ocorrerá com um predador caso sua presa diminua ou desapareça.

uce nº 25 $\Phi = 0,00$ (uci nº 19 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia é um campo de pesquisa que investiga as interações entre os organismos e seus ambientes, considerando-se que os outros organismos também compõem esse ambiente. uce nº 26 $\Phi = 0,00$ (uci nº 19 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) O objetivo genérico dessas pesquisas é o de aumentar a compreensão a respeito da dinâmica dos ecossistemas. essa compreensão, no-entanto, permite o uso desse conhecimento para outras finalidades, como previsões de impactos ambientais, planejamento de obras ou de reflorestamentos, melhorias na agropecuária, etc.

uce nº 27 $\Phi = 0,00$ (uci nº 20 : *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) os ecólogos estudam a relação dos seres_vivos entre eles e com o ambiente a-fim-de entender processos ecológicos como crescimento, desenvolvimento, inter-relação e co-evolução de comunidades, populações e espécies de seres_vivos.

uce nº 31 $\Phi = 0,11$ (uci nº 24: *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) objetos são os seres_vivos e os parâmetros ambientais com os- quais se relacionam. O objetivo é compreender como é essa relação em diferentes graus, desde estudos pontuais sobre espécies, com a finalidade ou não de conservação, até estudos que envolvam a investigação sobre como a evolução de determinados seres_vivos, [classe 1 do Alceste] uce nº 32 $\Phi = 0,00$ (uci nº 24: *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) ou grupos de seres_vivos foi influenciada pela relação com o ambiente.

uce nº 35 $\Phi = 0,00$ (uci nº 27 : *suj_29 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m05) estudam a natureza em seus mínimos detalhes e como um todo, e seus objetivos são conhecer e entender melhor o funcionamento de nossos ecossistemas.

uce nº 37 $\Phi = 0,00$ (uci nº 29 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) estudam as múltiplas interações entre seres_vivos e seus entornos. as pesquisas buscam a construção de modelos teóricos representativos dos fenômenos estudados e os dados conversam e oferecem consistência a esses modelos explicativos.

uce nº 39 $\Phi = 0,00$ (uci nº 31 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) em minha opinião, os ecólogos estudam as relações entre os seres_vivos entre si, com diferentes níveis de análise, relação intraespecífica em uma comunidade, relação intraespecífica de grupos diferentes de uma

mesma especie ou relacoes interespecificas, uce n° 40 Phi = 0,00 (uci n° 31 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) e tambem as relacoes entre os seres_vivos e o meio_ambiente. todas as analises tem a principal finalidade da descoberta em si, saciar duvidas e curiosidades do pesquisador e, em decorrencia disso, expandir a compreensao humana sobre os mecanismos de funcionamento da natureza, uce n° 41 Phi = 0,00 (uci n° 31 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) o-que pode ou nao levar a ideias de manejo ou a influenciar a economia de uma determinada sociedade ou cultura.

uce n° 46 Phi = 0,00 (uci n° 34 : *suj_36 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_nao *tem_m15) O objeto de estudo e a ecologia com objetivos de melhor conhecer e compreender como os seres_vivos e nao_vivos se relacionam e se estabelecem num ambiente.

uce n° 47 Phi = 0,00 (uci n° 35 : *suj_37 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) estuda as interacoes entre os seres_vivos para compreender melhor as relacoes.

uce n° 50 Phi = 0,00 (uci n° 38 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) estudam as interacoes estabelecidas entre os seres_vivos e destes com o ambiente em-que vivem. A finalidade e compreender as intrincadas relacoes entre os seres, e destes com o meio.

uce n° 59 Phi = 0,00 (uci n° 45 : *suj_48 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) O objetivo e coletar dados atraves-de experimentos e a finalidade e comprovar as teorias dos experimentos.

uce n° 64 Phi = 0,19 (uci n° 49 : *suj_53 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) objetos sao fatores bioticos e abioticos de um ecossistema. objetivo e conhecer suas interacoes e as consequencias dessas interacoes. [classe 2 do Alceste]

QUESTÃO II.

Na sua opinião, o que torna a ecologia diferente de outras ciências - outras áreas de pesquisa?

1) A natureza holística / relacional do objeto de estudo da ecologia

uce n° 01 Phi = 0,14 (uci n° 1 : *suj_01 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m10) sua relacao holistica e complexa nas analises do ambiente e comunidades estudados. [classe 1 do Alceste]

uce n° 02 Phi = 0,04 (uci n° 2 : *suj_02 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) pois e um ramo da biologia que-se preocupa com tudo que esta relacionado a biosfera do planeta. [classe 2 do Alceste]

uce n° 04 Phi = 0,19 (uci n° 4 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia tem a possibilidade de investigar a natureza em diversos niveis, e tem a relacao dos seres_vivos como fundo de percepcao. [classe 1 do Alceste]

uce n° 10 Phi = 0,13 (uci n° 8 : *suj_10 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud

*esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A ecologia estuda todos os tipos de efeitos na vida dos seres vivos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 11 Phi = 0,06 (uci nº 9 : *suj_11 *ida_m40 *uni_pub *reg_not *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m15) O que torna a ecologia diferente e a complexidade do seu objeto. [classe 2 do Alceste]

uce nº 17 Phi = 0,19 (uci nº 15 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) ecologia nos ajuda a definir, compreender e melhorar as relacoes entre os seres vivos e o meio ambiente. [classe 1 do Alceste]

uce nº 18 Phi = 0,25 (uci nº 16 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) porque ela estuda as relacoes biologicas entre seres vivos entre si e o seu ambiente, algo que outras areas nao fazem. [classe 1 do Alceste]

uce nº 23 Phi = 0,08 (uci nº 19 : *suj_23 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia tem uma visao dinamica do todo e nao so das partes que compoem o ambiente. [classe 2 do Alceste]

uce nº 24 Phi = 0,06 (uci nº 20 : *suj_24 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) O que torna a ecologia diferente e sua amplitude e complexidade. [classe 2 do Alceste]

uce nº 27 Phi = -0,02 (uci nº 23 : *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) ecologia esta relacionada as questoes ambientais, que sao extremamente importantes e muitas vezes negligenciadas por outras areas de pesquisa que nao consideram o todo. uce nº 28 Phi = -0,06 (uci nº 23 : *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) analisando as partes, como faz por exemplo a area da saude, as investigacoes referem-se ao ser humano apenas, nao considerando o meio natural em-que o sujeito esta inserido. [classe 2 do Alceste]

uce nº 29 Phi = 0,08 (uci nº 24 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) E uma ciencia que necessita interligar muitas variaveis, nao da pra estudar um ponto isoladamente para se obter uma conclusao. [classe 2 do Alceste] uce nº 30 Phi = 0,00 (uci nº 24 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) E preciso fechar o circulo. [classe 2 do Alceste]

uce nº 33 Phi = 0,08 (uci nº 27 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) acredito que a ecologia faz parte do corpo teorico da biologia enquanto ciencia autonoma. dentro dessa perspectiva, o campo de estudo da ecologia se caracteriza pelo pensamento complexo, levando em consideracao multiplas variaveis. [classe 2 do Alceste]

uce nº 38 Phi = 0,25 (uci nº 32 : *suj_37 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) as relacoes entre os seres vivos sao complexas e ainda ha muito para se conhecer. [classe 1 do Alceste]

uce nº 39 Phi = 0,23 (uci nº 33 : *suj_39 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) ecologia estuda as relacoes dos seres_vivos entre si e no meio onde habitam. [classe 1 do Alceste]

uce nº 51 Phi = 0,14 (uci nº 42 : *suj_51 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) O olhar deve ser amplo, relacionado a todas as variaveis. [classe 1 do Alceste]

uce nº 52 Phi = 0,14 (uci nº 43 : *suj_53 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A grande variacao dos ecossistemas envolve fatores nem sempre faceis de prever. [classe 1 do Alceste]

uce nº 53 Phi = 0,06 (uci nº 44 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia tem a premissa de-que a parte nao explica o todo. A ecologia e talvez a maior expressao das propriedades emergentes, que enuncia que a soma das partes resulta em algo mais-do-que a soma algebrica. [classe 2 do Alceste] uce nº 54 Phi = 0,00 (uci nº 44 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) este conceito esta mais ligado a aspectos sinergicos, do surgimento de propriedades que nao sao explicados de forma linear e, sim, complexa. [classe 2 do Alceste] uce nº 55 Phi = 0,04 (uci nº 44 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para mim, um outro expoente de aplicacao desse conceito e a consciencia humana, em-que um conjunto de celulas neurais resultam na nocao de vida, morte e outros assuntos em individuos da nossa especie. [classe 2 do Alceste]

2) A metodologia diferenciada da ecologia

uce nº 05 Phi = 0,11 (uci nº 5 : *suj_06 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) diferentemente da maior parte das demais ciencias, os estudos em ecologia demandam um tempo muito grande de observacao para-que os fenomenos sejam percebidos e tornem possivel a elaboracao de teorias. [classe 2 do Alceste] uce nº 06 Phi = 0,00 (uci nº 5 : *suj_06 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) alem-disso, a quantificacao dos dados deve ser dificil de ser realizada.

uce nº 19 Phi = 0,11 (uci nº 17 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) O que torna a ecologia diferente e o mesmo-que torna qualquer area da ciencia diferente uma da outra, que e seu objeto de estudo. [classe 2 do Alceste] uce nº 20 Phi = 0,09 (uci nº 17 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) objetos de estudos diferentes demandam estrategias diferentes de pesquisa. como a ecologia estuda interacoes, que sao abstratas, ja-que nao e possivel pegar uma interacao e observa-la diretamente como-se faz com um musculo na fisiologia, entao ela precisa de uma maneira especifica de construir conhecimento que de conta disso, [classe 2 do Alceste] uce nº 21 Phi = 0,00 (uci nº 17 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) e e dai que decorrem todas as suas particularidades e diferencas em relacao as outras ciencias.

uce nº 40 Phi = 0,08 (uci nº 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub

*reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) acredito que estudos ecologicos mesclam bem pesquisa qualitativa e quantitativa, enquanto que ha pesquisas, dentro da propria biologia, que sao essencialmente quantitativas, e outras, como a area de ensino, essencialmente qualitativas. [classe 2 do Alceste] uce n° 41 Phi = 0,06 (uci n° 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) tambem acho que o objeto de estudo da ecologia, que e a interacao entre seres e destes com o meio, e dificil de reproduzir em laboratorio. [classe 2 do Alceste] uce n° 42 Phi = 0,00 (uci n° 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) sao estudos predominantemente in_loco, que dependem de muitas variaveis. [classe 2 do Alceste]

uce n° 44 Phi = 0,08 (uci n° 36 : *suj_44 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) acho que o-que mais difere ecologia das outras areas de pesquisa e que ecologia e a-que mais depende de atuacao em campo. [classe 2 do Alceste]

uce n° 47 Phi = 0,08 (uci n° 39 : *suj_48 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) O que difere e que outras ciencias estao mais concentradas em laboratorio, e a ecologia e mais ampla em suas pesquisas em contato com a natureza. [classe 2 do Alceste]

3) A proximidade que a ecologia tem com a sociedade

uce n° 14 Phi = 0,04 (uci n° 12 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A ecologia e uma disciplina diferente das outras da biologia devido ao fato de se propagar no nosso dia_a_dia, estar ligada a nossa sobrevivencia, nossa adaptacao, as mudancas constantes do meio_ambiente, que ocorrem de forma rapida. [classe 2 do Alceste]

uce n° 16 Phi = 0,06 (uci n° 14 : *suj_18 *ida_m20 *uni_pub *reg_not *esp_amb *eco_sim *epi_sim *tem_m02) A ecologia trabalha com o lado emocional das pessoas, procura tocar e nao obrigar. [classe 2 do Alceste]

uce n° 37 Phi = 0,09 (uci n° 31 : *suj_36 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_nao *tem_m15) A ecologia exerce uma grande atratividade perante os estudantes, por muitas vezes intrigar e despertar o interesse, por envolver alguns fenomenos existentes no cotidiano deles, diferentemente de algumas areas da biologia. [classe 2 do Alceste]

uce n° 48 Phi = 0,04 (uci n° 40 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A ecologia esta presente em qualquer canto do planeta. por-isso acho que todos os cursos universitarios deveriam ter ecologia engajada em suas disciplinas curriculares. [classe 2 do Alceste] uce n° 49 Phi = 0,08 (uci n° 40 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) nao ha mais tempo para perder. O homem tem maneiras de sustentar seu desenvolvimento, entao vamos ensina_los. A ecologia e o carro chefe da ciencia, pois toda a ciencia trabalha com algum tipo de materia e essa materia esta contida dentro-de um campo, de um bioma, ou ate mesmo, do universo. [classe 2 do Alceste]

uce nº 50 $\Phi = 0,08$ (uci nº 41 : *suj_50 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_me2) creio que seja uma das ciencias mais palpaveis que exista. conseguimos observa_la e compara_la com maior facilidade. [classe 2 do Alceste]

4) A articulação que a ecologia exige entre diferentes saberes de diferentes áreas

uce nº 03 $\Phi = 0,20$ (uci nº 3 : *suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) as relacoes que podem ser estabelecidas entre o meio natural, social e economico. [classe 1 do Alceste]

uce nº 07 $\Phi = 0,11$ (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) na minha opiniao, a ecologia e um ramo da ciencia que estuda um assunto especifico que e diferente das outras areas da ciencia. [classe 2 do Alceste] uce nº 08 $\Phi = 0,08$ (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) mas, sem-duvida, a ecologia e uma area que integra diferentes conceitos de diferentes areas que nao a propria. [classe 2 do Alceste]

uce nº 09 $\Phi = 0,00$ (uci nº 7 : *suj_09 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) A ecologia se relaciona integrando outros conhecimentos.

uce nº 12 $\Phi = 0,06$ (uci nº 10 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) E uma area aplicada da biologia com interface multidisciplinar, precisar dialogar bem com a matematica e a computacao. [classe 2 do Alceste]

uce nº 26 $\Phi = -0,06$ (uci nº 22 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) assim-como evolucao, a ecologia permite a conexao entre as outras areas das ciencias biologicas, pois quando se estuda qualquer aspecto de um ser_vivo e possivel, ou necessario, conhecer suas relacoes com o ambiente. [classe 2 do Alceste]

uce nº 34 $\Phi = 0,06$ (uci nº 28 : *suj_32 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_me2) O que torna a ecologia diferente e a interdisciplinaridade. [classe 2 do Alceste]

uce nº 43 $\Phi = 0,02$ (uci nº 35 : *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia e uma ciencia sistematica, que permite a integracao de varios saberes. dessa maneira, as pesquisas podem ser voltadas para uma visao ampla do que acontece em determinado ambiente, agregando varios fatores. [classe 2 do Alceste]

uce nº 45 $\Phi = 0,06$ (uci nº 37 : *suj_45 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) talvez a ecologia seja a parte da biologia que envolva a maior integracao de areas do conhecimento biologico e de outros temas ligados a outras materias como a sociologia. [classe 2 do Alceste]

5) O compromisso da ecologia com as questões

uce nº 15 $\Phi = 0,00$ (uci nº 13 : *suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) creio que seja os estudos referentes a diminuicao dos impactos causados pela acao do

ambientais (o seu “viés preservacionista”)

homem, isto-e, **uma ciencia que esta** voltada diretamente para a defesa **da** vida, se podemos dizer assim. [classe 2 do Alceste]

uce nº 31 Phi = 0,14 (uci nº 25 : *suj_29 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m05) E muito importante conhecermos melhor o funcionamento e nos adaptarmos **as** condicoes **ambientais** para melhores condicoes de **vida**. [classe 1 do Alceste]

uce nº 32 Phi = 0,00 (uci nº 26 : *suj_30 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m02) A **ecologia** tem a preservacao **da** natureza como tema norteador **de** todas as **suas** pesquisas. [classe 2 do Alceste]

uce nº 36 Phi = 0,04 (uci nº 30 : *suj_34 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A **ecologia** tem envolvimento **com a** questao ambiental. [classe 2 do Alceste]

QUESTÃO III.

Na sua opinião, quantos ecólogos utilizam os métodos ilustrados a seguir? Justifique.

1) Metodologia da ecologia pautada quase que exclusivamente no trabalho de campo

uci : 06 **** *suj_10 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02 E necessaria a observacao dos fatos em seus locais de atuacao para ter respostas concretas.

uci : 07 **** *suj_11 *ida_m40 *uni_pub *reg_not *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m15 grande parte dos ecologos que conheco trabalha com as interacoes entre plantas e animais, ou com comparacoes entre as comunidades em cada ambiente, utilizando a pesquisa no campo, com coleta de material biologico, **ainda-que uma minoria adote algum software que possibilite a coleta de dados adicionais ou complementares para a sua pesquisa. alem-disso, outros utilizam experimentos para trabalhos com germinacao, dispersao ou para medidas de mortalidade, sobrevivencia, etc.**

uci : 10 **** *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10 acredito que quem estuda ecologia e se torna um profissional, o faz por amar as idas a campo, o-que diminuiria o numero de pesquisas exclusivamente por computador. existem estudos ecologicos de comportamento que precisam ser feitos em condicoes pre_estabelecidas, para diminuir as variaveis sobre o objeto estudado, e que utilizam experimentacoes.

uci : 13 **** *suj_18 *ida_m20 *uni_pub *reg_not *esp_amb *eco_sim *epi_sim *tem_m02 coletar dados pelo computador e possivel, mas nem todos fazem dessa forma. A coleta de dados em campo sempre e o metodo mais indicado. alguns experimentos nao precisam ser realizados em laboratorio.

uci : 14 **** *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02 A utilizacao de programas de computador facilita a coleta de dados. O registro e a observacao de campo e indispensavel. experimentos laboratoriais podem ajudar na coleta de dados.

uci : 15 **** *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02 **apesar-de** existirem, acho que poucos ecologos coletam dados a partir de programas de computador. acho que grande parte dos ecologos coletam dados em campo, como, por

exemplo, para verificar o efeito de borda em uma certa comunidade de plantas de uma mata, o pesquisador deve coletar plantas em uma mata e verificar se ha diferencas entre as mais proximas da borda e as do interior. acredito que ecologos podem coletar dados em experimentos, por exemplo adicionando substancias quimicas na agua de um aquario e medindo seu potencial venenoso em populacoes aquaticas de especies de animais ou vegetais.

uci : 17 **** *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_me2 A maioria dos ecologos retiram dados do campo, seja observando, coletando amostras, filmando. podem utilizar programas de computador ou nao para organizar e analisar o dados. as experimentacoes nao me parecem muito interessantes para a area de estudo, mas acredito que possam ser utilizadas no estudo de seres menores para analisar partes especificas de sua biologia e ecologia, como uma colonia de fungos a-respeito-de diferentes temperaturas. ou seja, para obtencao de dados relevantes para a pesquisa.

uci : 19 **** *suj_25 *ida_m50 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m15 todos os ecologos devem coletar dados em campo real e tambem de outras pesquisas para comparacoes. as coletas em laboratorio sao bem importantes.

uci : 21 **** *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05 acho que os ecologos ainda realizam metodologias que exigem o trabalho de campo, talvez em alguns momentos realizando experimentos em laboratorios como complementacao.

uci : 22 **** *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02 computadores sao pouco utilizados por conta da indisponibilidade de recursos para aquisicao dos programas. coleta em campo e a forma tradicional que a ecologia utiliza. creio que experimentacao seja uma parte complementar ao trabalho do ecologo, talvez nao sendo contemplada na maioria das pesquisas.

uci : 23 **** *suj_30 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m02 toda pesquisa deve utilizar softwares para a organizacao e ou analise dos dados. A maioria das pesquisas tem coletas de dados em campo. varias pesquisas na ecologia nao utilizam experimentacoes laboratoriais, nao utilizam analises microscopicas, uso de aparelhos, etc.

uci : 27 **** *suj_34 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05 como a pesquisa em ecologia exige muita observacao em campo, os registros consequentemente podem ser frutos dessa observacao. posteriormente, as informacoes sao transferidas para um programa de computador.

uci : 29 **** *suj_36 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_nao *tem_m15 bem, os programas de computador sao uma excelente ferramenta que ajuda muito os pesquisadores, principalmente quando possuem muitos dados, e com os ecologos nao seria diferente. quanto a coleta de dados, e dificil imaginar um ecologo longe do campo, pois se a ideia e investigar a ecologia, nada

mais natural do que verificar in_loco o ambiente, para melhor compreende_lo. quanto a coleta atraves-de experimentos, nao consigo visualizar de-que maneira este tipo de coleta ajudaria nos estudos sobre ecologia, a nao ser, se o proposito for a simulacao de eventos.

uci : 30 **** *suj_37 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02 A maioria dos ecologos utiliza coleta de dados atraves-de computador e registros e observacoes de campo e uma minoria faz experimentos em laboratorios, pois os estudos em ecologia sao complexos.

uci : 31 **** *suj_38 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m15 eu acredito que maioria dos ecologos utiliza programas de computadores porque eles sao mais precisos e rapidos. A coleta de dados atraves-de registros e observacoes em campo e uma obrigacao para todo bom pesquisador. creio que-nem todos fazem teste em laboratorio por se tornar inviavel, sendo necessario apenas experimentos de campo.

uci : 33 **** *suj_41 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_000 nao percebo ecologos utilizando programas de computador; a predominancia sao as observacoes de campo e experimentos.

uci : 34 **** *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05 A maioria dos ecologos usam programas de computador para analisar os dados coletados, para quantificar os dados, pois facilita a compilacao de dados. A maioria dos ecologos coletam dados em campo, pois e in_loco que-se tem a possibilidade de observar e registrar o-que esta sendo pesquisado. A maioria dos ecologos usam os experimentos em laboratorio para analisar ou concluir o-que foi recolhido durante as coletas de campo.

uci : 35 **** *suj_45 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05 A tecnologia pode e deve ser usada para aumentar a eficiencia da pesquisa. E impossivel a pesquisa em ecologia sem o contato direto com o ambiente. experimentos sempre sao uma pratica interessante para comprovar ou refutar uma teoria.

uci : 36 **** *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02 como os ecologos estudam as relacoes entre os seres_vivos e o meio_ambiente que habitam, e preciso estar em campo para otimizar sua coleta de dados, por-isso em sua maioria sao feitas em campo e nao em computadores e laboratorios, sendo que o computador serve para a coleta de dados iniciais e insercao de dados para atualizacao, e o laboratorio serve para comprovacao de teorias e hipoteses.

uci : 37 **** *suj_47 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m02 com a disponibilidade dos recursos tecnologicos, e importante a utilizacao desta ferramenta a favor da pesquisa cientifica, ate mesmo na divulgacao universal e troca de experiencias entre os grupos de pesquisas. como envolve estudo do meio_ambiente, a coleta de campo se torna indispensavel ate mesmo para observacao dos efeitos que as variaveis ambientais proporcionam. sobre experimentacoes em laboratorio, acredito ser

uma acao minoritaria em relacao as anteriores em virtude da ecologia tratar de estudos que requerem a observacao real dos fenomenos que-se pretende estudar.

uci : 39 **** *suj_50 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_me2 em minha opiniao, somente alguns ecologos coletam algum tipo de dado com auxilio do computador. acredito que todos os ecologos utilizam a coleta de dados em campo para auxiliar sua pesquisa. creio que os ecologos utilizam os dados obtidos em laboratorio para fundamentar sua pesquisa.

2) Necessidade da pluralidade de métodos na ecologia

uci : 01 **** *suj_01 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m10 ha uma tendencia historica ao empirismo nesse campo. estudos como aqueles realizados por lindeman, hutinson, gleason, entre outros, trouxeram uma tradicao de rigor quantitativo na coleta de dados em campo. estudos com softwares sao mais recentes em estudos de modelagem.

uci : 03 **** *suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02 os ecologos coletam dados em programas de computador, como programas de geoprocessamento; e muito raro um ecologo trabalhar com dados qualitativos, e geralmente fazem experimentacoes.

uci : 04 **** *suj_06 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10 A utilizacao de programas de computador pode auxiliar bastante o trabalho do ecologo na visualizacao de causas e efeitos que talvez fossem dificeis de perceber sem o auxilio desta ferramenta. como o objeto de estudo sao os ecossistemas, e necessaria a coleta de dados e observacoes in_loco para-que seja possivel inferir sobre seu funcionamento. podem criar modelos em laboratorio para a observacao de determinados fenomenos, entretanto a validade das informacoes obtidas deve ser testada em modelos em escala real.

uci : 05 **** *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02 dados coletados durante expedicoes em algum meio_ambiente podem ser tratados com programas estatisticos a-fim-de avaliar a correlacao entre as variaveis estudadas matematicamente. caso nao haja um estudo de campo durante uma pesquisa em ecologia, provavelmente ela ja utiliza de dados previos obtidos em outras pesquisas. ou em outros casos, utiliza de alguma modelagem matematica que pode prever esses dados. nem sempre os resultados sao obtidos a partir de experimentos, visto-que ja existem programas de modelagem que sao capazes de prever os resultados. alem do mais, depende se a pergunta da pesquisa precisa de alguma experimentacao para ser respondida.

uci : 08 **** *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10 atualmente a ecologia tem sido fortemente associada a programas computacionais e hipoteses de modelagem. A quantidade de variaveis possiveis e passíveis de serem utilizadas com programas computacionais pode oferecer maior consistencia aos resultados a partir dos dados coletados. O campo e o principal ambiente de trabalho do ecologo onde pode ser feita a observacao ou a simulacao de eventos naturais, por exemplo,

experimentos controlados de regeneracao de areas pos_queimadas. alguns experimentos podem ser reproduzidos em micro_escalas e em ambientes controlados em laboratorio.

uci : 09 **** *suj_13 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02 embora possa ter metodologias tomadas isoladamente, sem prejuizo para as pesquisas, a consorciacao de diferentes formas de aquisicao e tratamento de dados e desejavel.

uci : 12 **** *suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05 ecologos utilizam diferentes metodos para suas pesquisas. diferentemente do que muitos pensam, ou seja, que os mesmos apenas estao em campo, ecologos podem e geralmente utilizam programas de computador e laboratorios para suas analises.

uci : 16 **** *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05 muitas pesquisas em ecologia usam modelagem matematica e ferramentas estatisticas na construcao dos dados, o-que usualmente e feito com a ajuda de um computador, por exemplo pesquisas com corredores ecologicos ou previsoes do impacto humano na amazonia. ir a campo e necessario para a coleta de dados que sao relevantes para boa parte das pesquisas em ecologia, como a contagem do tamanho das populacoes das especies, a observacao da distribuicao das especies, por exemplo, estudo de sucessao_ecologica. experimentos em laboratorio sao menos utilizados na area da ecologia porque muitas vezes os organismos se comportam de maneira diferente no laboratorio, o-que faz com-que os resultados obtidos nesses estudos possam nao condizer com o-que acontece na natureza. no-entanto, eles sao importantes em algumas pesquisas, como as de taxa de crescimento populacional, com ou sem predador, com abundancia ou falta de alimento, etc. ou de relacoes ecologicas especificas, por exemplo, competicao por nutrientes em plantas, etc.

uci : 18 **** *suj_23 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05 acredito que hoje existe a bioinformatica para desenvolver softwares, com a finalidade de coleta, registro e interpretacao de dados, isso so nao acontece se os ecologos nao tiverem acesso; tambem penso que dependendo da variavel analisada, e necessario o registro e observacao em campo; penso isso tambem para a realizacao de experimentos, que nao serao feitos se nao forem necessarios, mas nao por incapacidade do profissional.

uci : 20 **** *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05 A area ecologia e muito ampla. A coleta de dados pode se dar das tres maneiras. quando se estuda os efeitos climaticos, por exemplo, sobre a ecologia e fisiologia das especies, a modelagem matematica, com o uso de computadores, e intensamente aplicada. em relacao a coleta em campo e as experimentacoes, acredito que sejam imprescindiveis num estudo de qualidade em ecologia. E muito importante coletar dados em campo sobre as especies, dados fisicos e biologicos, mas para verificar qual a influencia, principalmente, dos parametros fisicos sobre as especies, experimentos em laboratorio sao de suma importancia.

uci : 24 **** *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu
 *eco_nao *epi_sim *tem_m10 A utilizacao de programas de
 computador e fundamental para a construcao de modelos teoricos,
 simulacoes de comportamento populacional, entre outros. os
 modelos criados sao confrontados com dados, observacoes e registros
 de dados obtidos tanto em saida de campo como em experimentos
 em laboratorio.

uci : 25 **** *suj_32 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu
 *eco_sim *epi_sim *tem_me2 acho dificil generalizar a forma e
 relevancia como esses metodos sao entendidos e realizados pelos
 ecologos, acho que esses tres metodos sao necessarios. nao sempre,
 nem por todos, tudo depende do objeto de estudo.

uci : 26 **** *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu
 *eco_nao *epi_sim *tem_m02 creio que a maioria dos ecologos va a
 campo a-fim-de coletar dados de distribuicao, comportamento, das
 especies estudadas, e dados que possam ser correlacionados ao
 carater investigado, por exemplo, luminosidade no ambiente,
 disponibilidade de alimento, competidores, etc. e em suas salas e
 laboratorios, simulem este ambiente em computador, gerando, assim,
 novos tipos de dados. creio que a minoria dos ecologos leve
 especimes para o laboratorio, pois isso deve dificultar associar o-que-e
 observado na bancada com o-que realmente ocorre no ambiente
 natural, com muito mais variaveis. os poucos ecologos que
 desenvolvem seu trabalho no laboratorio devem ser ecologos
 comportamentais, buscando analisar comportamentos ou gatilhos
 especificos; ou ecologos que estudam animais muito pequenos, como
 insetos e aracnideos, para os-quais possam criar uma reproducao fiel
 de seu ambiente.

uci : 28 **** *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu
 *eco_sim *epi_sim *tem_m05 acho que programas de computador
 fazem parte da producao de dados em ecologia, mas que estes tem,
 em algum momento, que ser alimentados por dados coletados em
 campo, entao acredito que a coleta de dados para os estudos de
 ecologia sao ainda grandemente dependentes dos dados do campo.
 tambem porque penso que produzir e interpretar dados produzidos
 por programas de computador seja bastante complexo e assim nao
 totalmente generalizado entre os ecologos. acredito que alguns
 ecologos em algum momento da carreira podem comecar a apenas
 analisar dados produzidos por computadores e seus programas, mas
 acho que a maioria continua coletando dados empiricos, mesmo-que
 para alimentar os tais programas. acho que as experimentacoes em
 laboratorio sao dificeis e caras e por-isso apesar-de ser uma pratica
 presente para um ecologo, nao necessariamente todos o fazem.
 alguns podem se limitar a coletar dados em campo e analisar, seja
 atraves-de programas de computador ou apenas a luz das teorias.

uci : 32 **** *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu
 *eco_nao *epi_sim *tem_m05 O uso de programas estatisticos, por
 exemplo, pode ajudar nas pesquisas envolvendo populacoes. sendo a
 interacao o objeto de estudo do ecologo, acredito que seja necessario
 ir a campo. experimentos em laboratorio devem reduzir a dimensao
 dos estudos ecologicos, mas talvez sejam necessarios em alguns casos.
 por exemplo, no estudo da proliferacao de certas algas num

determinado lago, e importante estudos laboratoriais para detectar as especies em questao, os nutrientes e ou toxinas presentes na agua, etc.

uci : 38 **** *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15 para-que haja um trabalho intenso e de valor universal, o ecologo tem que saber todo o engajar da pesquisa. E necessario o vinculo entre a coleta de dados pelos tres metodos para-que a pesquisa tenha maior interpretacao.

uci : 41 **** *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05 como percebo que a imensa maioria das pesquisas em ecologia sao quantitativas, o tratamento estatistico e os softwares associados a essa analise e uma importante condicao de legitimacao de pesquisa dentro da area. tambem deve haver metodos qualitativos que, pela sua abordagem, dispensem o uso de programas de analise quantitativa. ademais, mesmo utilizando dados qualitativos, me parece nao ser comum o uso de software para analise desse tipo. A coleta de dados atraves-de observacoes de campo parece ser um metodo privilegiado de coleta, considerando que o objeto da ecologia e o estudo das relacoes e seu objetivo e compreender a dinamica dessas relacoes para futuras intervencoes. nesse sentido, o campo tem o potencial de fornecer dados sobre essas relacoes de forma mais natural e menos artificial, ou seja, dados mais proximos das condicoes de complexidade naturais, e mais distantes de uma abordagem reducionista, que, intencionalmente, desconsidera variaveis na pretensao de o todo pela parte. na mesma logica, acredito ser a minoria de ecologos que realizam experimentacoes em laboratorio. se realizados, creio que sao secundarios, numa tentativa de reproducao sabidamente incompleta de um modelo mais robusto, que e o natural.

Item do questionário 3 – VEEC (Visões sobre o Ensino de Ecologia)	Categorias	Exemplos
<p><u>QUESTÃO I.</u> Na sua opinião, por que os alunos devem aprender ecologia? A disciplina de ecologia, se comparada a outras disciplinas da biologia, oportuniza de modo diferente (favorecendo ou desfavorecendo) a aprendizagem de certas habilidades e conteúdos da</p>	<p>1) Ensino de ecologia voltado para uma educação ambiental</p>	<p>uce nº 01 Phi = 0,00 (uci nº 1 : *suj_02 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para aquisicao de uma maior conscientizacao na importancia da conservacao e da preservacao do meio_ambiente e dos seres_vivos. A disciplina de ecologia, quando comparada a outras disciplinas da biologia oportuniza favorecendo a aprendizagem de certas habilidades e conteudos da biologia.</p> <p>uce nº 02 Phi = 0,13 (uci nº 2 : *suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) para se posicionar diante do mundo, entender os processos ao seu redor, na formacao cidadã e na contribuicao da preservacao e conservacao. [classe 3 do Alceste]</p> <p>uce nº 03 Phi = 0,00 (uci nº 3 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) como existem questoes sociais urgentes, e o homem passa por uma crise etica de valores humanos, a ecologia deve ser ensinada com a percepcao desse humano contemporaneo, que vive em determinado lugar do mundo,</p>

biologia?
Justifique.

que tem seus habitos, ou seja, uce nº 05 Phi = 0,00 (uci nº 3 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia tem um papel fundamental, assim-como as demais disciplinas. mas vejo que o ensino da ecologia possibilita e da chances para o docente trazer a sala_de_aula discussões muito interessantes sobre aspectos humanos que devem ser levados hoje em consideração. uce nº 06 Phi = 0,10 (uci nº 3 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) **acredito** que a **ecologia se relaciona** diferentemente com a educação ambiental, e a **partir** dela e com ela, a educação ambiental **pode ser** feita e pensada. [classe 3 do Alceste]

uce nº 09 Phi = 0,00 (uci nº 5 : *suj_07 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_000) em termos bem gerais, a ecologia possibilita um estudo e reflexão sobre a inserção do homem em seu ambiente junto com as demais formas_de_vida do planeta, destacando suas responsabilidades frente a esse ambiente, uce nº 10 Phi = 0,00 (uci nº 5 : *suj_07 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_000) bem-como sobre estratégias de explorar seus recursos de forma sustentável.

uce nº 14 Phi = 0,00 (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) lógico que é difícil avaliar isso, pois não sei até-que ponto as atividades curriculares influenciam esse resultado. porém, a ecologia estudada por eles consegue elencar várias outras áreas do currículo e despertar um sentimento de pena pela natureza.

uce nº 22 Phi = 0,09 (uci nº 9 : *suj_13 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) **para** terem condições de pensar estratégias menos agressivas de **relação** com a **natureza**. [classe 1 do Alceste]

uce nº 23 Phi = 0,00 (uci nº 10 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) se você é um ser humano e vive no planeta terra, já é motivo suficiente para estudar ecologia. concordo que o aprendizado da ecologia favorece a compreensão de outros temas da biologia e, principalmente, habilita o aluno a refletir sobre as interações entre organismo, uce nº 24 Phi = 0,00 (uci nº 10 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) ambiente e sobre como a teia da vida está invariavelmente ligada a nossa existência e permanência neste planeta. quando a consciência ambiental é alcançada, novas atitudes passam a ser visíveis e uma nova geração de indivíduos surge, nos dando a certeza de-que cumprimos nosso papel. uce nº 25 Phi = 0,00 (uci nº 10 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) em outros casos, fica a esperança de-que a semente que plantamos, um dia possa germinar na mente dessas pessoas que cruzam o nosso caminho.

uce nº 26 Phi = 0,11 (uci nº 11 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) porque tudo aquilo que **afeta** o **meio ambiente** no **nosso** dia_a_dia e uníssono **a** **nos mesmos**, **nos afeta** em **relação** a nossa saúde, alimentação, sobrevivência, reprodução, continuação **nesse** planeta, [classe 1 do Alceste] uce nº 27 Phi = 0,10 (uci nº 11 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) pois tudo o-que

causamos a ele **nos afeta** mais cedo ou mais tarde a partir da deterioracao que vem sendo causada **nos** ultimos seculos, **o-que** vem **tornando** nossa **vida** em **relacao** a ele cada vez mais comprometedora. [classe 1 do Alceste] uce n° 28 Phi = 0,00 (uci n° 11 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) se fossem encaradas de forma seria pela educacao, pelos alunos, pelos responsaveis da educacao de uma forma geral seria mais facil, seria possivel.

uce n° 29 Phi = 0,15 (uci n° 12 : *suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para entender os ecossistemas, bem-como suas caracteristicas e **relacoes**, alem-de **compreender os** impactos causados pelo **homem** e sua prevencao. [classe 1 do Alceste]

uce n° 30 Phi = 0,00 (uci n° 13 : *suj_18 *ida_m20 *uni_pub *reg_not *esp_amb *eco_sim *epi_sim *tem_m02) para desenvolver consciencia sustentavel e diminuir o consumismo. E ecologia envolve uma capacidade de relacionar e desenvolver varias habilidades.

uce n° 31 Phi = 0,19 (uci n° 14 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) para melhorarem, preservarem, sustentarem a **relacao** **homem**, **seres_vivos**, **meio_ambiente**. acredito que o ensino de ecologia **favorece** exponencialmente a capacidade do aluno em se **tornar** um cidadao **critico**, **capaz de respeitar a natureza** e **os seres_vivos**, [classe 1 do Alceste] uce n° 32 Phi = 0,00 (uci n° 14 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) e principalmente em criar a conscientizacao necessaria para a preservacao do meio_ambiente,

uce n° 41 Phi = 0,17 (uci n° 17 : *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_me2) para serem **capazes** de **compreender a** proximidade e a interdependencia das **relacoes** entre os **seres_vivos** no ambiente_natural, se **tornando criticos a respeito** da sustentabilidade humana. [classe 1 do Alceste] uce n° 42 Phi = 0,00 (uci n° 17 : *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_me2) acredito que a experimentacao nao e algo a ser trabalhado na ecologia, mas isso nao impede o trabalho com a resolucao de problemas, incluindo problemas socioambientais ou apenas ambientais. uce n° 43 Phi = 0,00 (uci n° 17 : *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_me2) A disciplina de ecologia favorece a construcao do pensamento complexo e holistico sobre o conhecimento e e um otimo momento para exercitar a **auto_critica**.

uce n° 44 Phi = 0,00 (uci n° 18 : *suj_23 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para entenderem como a natureza funciona e que somos parte da mesma e nossa vida depende do equilibrio desse funcionamento. A ecologia possibilita a aprendizagem de habilidades que envolvem o entendimento do todo e das partes.

uce n° 47 Phi = 0,14 (uci n° 21 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) no ensino de **ecologia** o aluno **aprende** que e **parte integrante do ambiente** a sua **volta**, e que **suas** acoes **podem** modifica_lo para situacoes que

impliquem em efeitos negativos para o proprio ser humano. [classe 3 do Alceste] uce n° 48 Phi = 0,06 (uci n° 21 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) assim, o ensino efetivo de ecologia pode transformar a sociedade em-geral, a-fim-de criar um consciencia coletiva que melhore nossa relacao com o ambiente, a-qual esta se tornando bastante critica e conflituosa. [classe 3 do Alceste]

uce n° 56 Phi = 0,09 (uci n° 24 : *suj_29 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m05) para compreender melhor o funcionamento dos ecossistemas e viver da melhor forma possivel respeitando os mesmos. [classe 3 do Alceste]

uce n° 63 Phi = 0,08 (uci n° 28 : *suj_34 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para terem uma melhor relacao com o meio_ambiente. O desenvolvimento do pensamento critico e fundamental na ecologia, principalmente quando envolve questoes ambientais. temos a chance de tornar esse aluno, um futuro cidadao sustentavel. [classe 1 do Alceste]

uce n° 69 Phi = 0,19 (uci n° 32 : *suj_38 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m15) O aluno que compreende a dinamica de interacao e equilibrio entre os seres_vivos e o proprio homem com os fatores abioticos e capaz de respeitar mais a natureza. [classe 1 do Alceste]

uce n° 73 Phi = 0,14 (uci n° 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para compreender as relacoes intrinsecas entre seres_vivos e meio_ambiente, extrapolando esses conhecimentos para a vida cotidiana, percebendo que alteracoes nessa teia de relacoes afetam a vida de todos os seres, seres_humanos e nao_humanos. [classe 1 do Alceste] uce n° 75 Phi = 0,00 (uci n° 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) tambem acredito que o ensino de ecologia contribui para uma educacao no sentido de se respeitar todas as formas_de_vida. acho justamente que o ensino de ecologia e o-que mais facilita a aprendizagem de certas habilidades. uce n° 77 Phi = 0,00 (uci n° 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) manejo de recursos_naturais, etc.

uce n° 79 Phi = 0,13 (uci n° 36 : *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) os alunos devem aprender ecologia, pois ela aborda aspectos ambientais e sociais. O proprio aluno faz parte de um meio e suas acoes influem nesse meio de maneira positiva e negativa. [classe 3 do Alceste] uce n° 80 Phi = 0,10 (uci n° 36 : *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) como ja dito, a ecologia possibilita uma visao global do ambiente e muitas vezes, os alunos ainda estao desenvolvendo tal visao. se sentir parte atuante do processo ou nao ver o processo de forma concreta sao aspectos agravantes. [classe 3 do Alceste]

uce n° 83 Phi = 0,15 (uci n° 37: *suj_44 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) E uma area da biologia que ajuda a reunir e integrar conceitos que foram aprendidos em outras areas. alem-disso, ensina o aluno a ser um cidadao e a

pensar **mais no planeta**. [classe 2 do Alceste] uce nº 84 Phi = 0,00 (uci nº 37 : *suj_44 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) acho que pode favorecer a aprendizagem de algumas habilidades pela forma como a disciplina deve ser pensada e estudada.

uce nº 87 Phi = 0,01 (uci nº 39 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) para relacionar e aplicar os **conhecimentos e conceitos** adquiridos **no seu dia_a_dia**, melhorando assim suas relacoes tanto **com outros** seres_vivos como **com** o meio_ambiente **que** habita, alem-de poder transcrever essa concepcao **em** nivel de biosfera. [classe 2 do Alceste]

uce nº 89 Phi = 0,11 (uci nº 40 : *suj_47 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m02) para **respeitar a natureza** mediante **a** observacao de tudo **o-que** lhe proporciona, alem-de **entender** muitos acontecimentos reais, sabendo explicar e justificar **a** ocorrencia dos **mesmos**. [classe 1 do Alceste]

2) Ensino de ecologia voltado para ampliação de conhecimentos sobre fenômenos naturais e habilidades do fazer científico

uce nº 12 Phi = 0,13 (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) **por** consequencia, **tambem** e um ensino **que permite** explorar **bem** o metodo_cientifico de pesquisa de **campo**, aproximando **mais** os **alunos com** o-que-e pesquisar. [classe 2 do Alceste]

uce nº 16 Phi = 0,00 (uci nº 7 : *suj_11 *ida_m40 *uni_pub *reg_not *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m15) para compreender o meio_ambiente a partir do corpo de conhecimentos da biologia. A ecologia permite utilizar ambientes distintos da sala_de_aula e possibilita o desenvolvimento de um olhar distanciado do estudante sobre o seu entorno, situacao que aproxima a ecologia da filosofia.

uce nº 17 Phi = 0,08 (uci nº 8 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) **por** ser **uma area da biologia que** congrega **e** articula **muitos conhecimentos previos**. para entender melhor o ambiente ao redor **e** as relacoes **socioambientais**. [classe 2 do Alceste] uce nº 18 Phi = 0,00 (uci nº 8 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) O aluno devera apresentar dominio de conteudos previos, tera que saber formular hipoteses, tera que ser um bom observador e leitor criticos de dados ou de algum cenario_ecologico proposto. uce nº 19 Phi = 0,00 (uci nº 8 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) mas o ensino e desfavorecido quando estes conhecimentos previos sao negligenciados e a ecologia e tratada como o ramo da ciencia dos amigos da natureza. uce nº 20 Phi = -0,02 (uci nº 8 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) essa relacao **e** inocua, inclusive do ponto de vista basico **da** preservacao_ambiental. [classe 2 do Alceste]

uce nº 21 Phi = 0,10 (uci nº 9 : *suj_13 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) para **entender melhor** as **relacoes** que **os fatores** bioticos estabelecem **entre** si e com **os** abioticos. **para despertar** o interesse **pelas** ciencias da **vida** e ambientais. [classe 1 do Alceste]

uce nº 29 $\Phi = 0,15$ (uci nº 12 : *suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) favorece a identificacao e resolucao de problemas que ajudam em outras disciplinas. [classe 1 do Alceste]

uce nº 32 $\Phi = 0,00$ (uci nº 14: *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) alem-de despertar no aluno o interesse pela observacao, investigacao e levantamento de hipoteses;

uce nº 34 $\Phi = 0,00$ (uci nº 15 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) para entender que os seres_vivos estao relacionados entre si e com os fatores abioticos, inclusive os seres_humanos. acho que a ecologia, bem-como outras areas da biologia, podem contribuir para a aprendizagem de habilidades desde-que-se criem ambientes_de_aprendizagem que favorecam a utilizacao destas habilidades. uce nº 35 $\Phi = 0,00$ (uci nº 15 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) por exemplo, pode-se oportunizar momentos em-que dados sao coletados e transformados em evidencias para a producao de explicacoes, argumentos ou avaliar hipoteses concorrentes. uce nº 36 $\Phi = 0,00$ (uci nº 15 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) em relacao aos conteudos conceituais, a ecologia proporciona uma visao do todo, da biosfera, do ecossistema, da comunidade, que outras areas da biologia podem deixar menos explicitas.

uce nº 37 $\Phi = 0,12$ (uci nº 16 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia e um campo rico para despertar e agucar nos alunos a curiosidade e o encantamento pelo mundo. A ecologia permite um aprofundamento consideravel nas questoes relativas a natureza_da_ciencia. [classe 2 do Alceste] uce nº 38 $\Phi = 0,00$ (uci nº 16 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A ecologia e um otimo eixo integrador tanto para trabalhar outras areas da biologia como para trabalhos interdisciplinares. na ecologia escolar e mais facil trabalhar o levantamento de hipoteses e a interpretacao de dados, e fica mais claro para os alunos que as teorias e modelos_cientificos sao resultado de interpretacao, e nao de observacoes puras e neutras da realidade. uce nº 39 $\Phi = 0,00$ (uci nº 16 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) na botanica e zoologia essas habilidades sao mais dificeis pois sao areas um pouco mais descritivas, a-nao-ser-que a abordagem seja bem voltada para a evolucao. uce nº 40 $\Phi = 0,00$ (uci nº 16 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) mas, mesmo nesse caso, o levantamento de hipoteses na evolucao e dificultado por demandar dominio de varios conceitos dificeis. na genetica o levantamento de hipoteses e dificil, pois e uma area muito abstrata para os alunos. na fisiologia e possivel trabalhar bem o levantamento de hipoteses, mas o processo interpretativo fica menos claro.

uce nº 45 $\Phi = 0,04$ (uci nº 19 : *suj_24 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) E fundamental compreender ecologia para o ensino de biologia fazer sentido ao aluno. [classe 3 do Alceste]

uce nº 55 Phi = 0,00 (uci nº 23 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) A ecologia integra muitos conhecimentos da biologia, por-isso favorece o entendimento da ciencia que estuda a vida; a ecologia permite o entendimento do papel do ser_vivo em cada eixo ocupado por ele e sua importancia para o todo.

uce nº 58 Phi = 0,07 (uci nº 26 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) primeiro para elaborar representacoes dos fenomenos_naturais, elaborando explicacoes sobre seu entorno. [classe 2 do Alceste] uce nº 59 Phi = 0,10 (uci nº 26 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) acredito que a ecologia, assim-como a biologia evolutiva, permitem uma interpretacao mais ampla e complexa dos fenomenos_naturais, configurando-se como eixos integradores do ensino de biologia. [classe 2 do Alceste]

uce nº 60 Phi = 0,05 (uci nº 27 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) os alunos devem aprender ecologia, principalmente alunos de ambientes_urbanos, para compreenderem mecanismos de funcionamento da natureza, muitas vezes tao distantes de sua realidade. [classe 1 do Alceste]

uce nº 65 Phi = 0,00 (uci nº 29 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) ensinar habilidades como construir hipoteses, fazer predicoes e generalizacoes. A ecologia oportuniza trabalhar a natureza_da_ciencia, por exemplo, permitindo auxiliar os alunos a entenderem que as teorias sao a lente com a-qual se olham os dados e por-isso sao passíveis de diferentes interpretacoes. uce nº 66 Phi = 0,00 (uci nº 29 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) interpretacoes tambem diferentes, pois sao influenciadas por questoes sociais, culturais e economicas. O ensino de ecologia tambem e particularmente interessante para a aprendizagem de argumentacao, de coleta e tratamento de dados qualitativos e quantitativos, de formulacao de explicacoes, formulacao de hipoteses, etc.

uce nº 67 Phi = 0,05 (uci nº 30 : *suj_36 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_nao *tem_m15) para compreender melhor as inter_relacoes existentes no nosso meio_ambiente. A ecologia instiga a investigacao e desperta a curiosidade. [classe 1 do Alceste]

uce nº 90 Phi = 0,00 (uci nº 41 : *suj_48 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) para solucionar problemas e estrategias interessantes em determinados conteudos da ecologia. A disciplina de ecologia favorece a aprendizagem de nossos alunos, principalmente quando se coleta conhecimentos previos comprovando com uma pesquisa de campo.

uce nº 91 Phi = 0,00 (uci nº 42 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A ecologia e primordial como disciplina iniciadora de todas as outras. E pela ecologia que o aluno entende que os seres_vivos estao intimamente relacionados com o ambiente e que, se o ambiente nao estiver

adequado a sobrevivencia das especies contidas nele, a biodiversidade sera prejudicada.uce n° 92 Phi = 0,00 (uci n° 42 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) dessa forma, muitos conceitos biologicos podem ser trabalhados, preparando o educando para os proximos passos. ecologia favorece muito a aprendizagem de habilidades e competencias biologicas. uce n° 93 Phi = 0,00 (uci n° 42 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) exemplo disso e a fotossintese, um tema muito importante e que a ecologia trabalha todas suas competencias. outro exemplo e a respiracao, tambem muito trabalhada em ecologia e muito cobrada durante o curso de biologia. uce n° 94 Phi = 0,00 (uci n° 42 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) decomposicao e outro tema; bacterias e fungos; o-que seria da biologia sem decomposicao.

uce n° 95 Phi = 0,00 (uci n° 43 : *suj_50 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_me2) para saber relacionar os seres_vivos com o meio em-que vivem.

uce n° 97 Phi = 0,00 (uci n° 45 : *suj_53 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para entender a dinamica dos ecossistemas e qual e realmente a extensao da interferencia humana nos mesmos. A habilidade de interpretar fenomenos e estabelecer relacoes pode ser bem trabalhada em ecologia, talvez de modo mais facil do que em outras disciplinas. uce n° 98 Phi = 0,00 (uci n° 45 : *suj_53 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) por exemplo, trabalhar o desenvolvimento de hipoteses com uso de controle_biologico, caca de determinados predadores em um ambiente, etc.

uce n° 99 Phi = 0,13 (uci n° 46 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) primeiro, pois e uma area consagrada da biologia e, assim-como todas demais areas, os alunos tem o direito de conhecer a natureza desse conhecimento enquanto um dos aspectos da cultura humana. [classe 2 do Alceste] uce n° 100 Phi = 0,10 (uci n° 46 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) em segundo lugar, a ecologia, como dito anteriormente, e uma area do conhecimento que representa com excelencia algo que caracteriza bem a biologia em relacao as suas irmas das ciencias_naturais, que sao as propriedades emergentes e a complexidade. [classe 2 do Alceste] uce n° 101 Phi = 0,01 (uci n° 46 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A fisiologia, por exemplo, aborda seu objeto de estudo, o organismo, de forma reducionista. E certo que na pesquisa existem esforcos de analise e criacao de modelos explicativos mais sistemicos. [classe 2 do Alceste] uce n° 102 Phi = 0,03 (uci n° 46 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) no-entanto, esses esforcos nao superam o reducionismo que acompanha a area da fisiologia desde seu nascimento. por outro lado, a ecologia se arma da estatistica para lidar com um desdobramento daquilo que e emergente e complexo, a incerteza. [classe 2 do Alceste] uce n° 103 Phi = 0,05 (uci n° 46 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) portanto, aprender ecologia e aprender uma das formas de como a biologia lida com a incerteza do conhecimento. [classe 2 do Alceste]

3) Ensino de ecologia voltado para o cotidiano dos alunos

uce nº 02 $\Phi = 0,13$ (uci nº 2 : *suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A ecologia é mais fácil, pois os exemplos podem ser obtidos com as experiências dos alunos. [classe 3 do Alceste]

uce nº 15 $\Phi = 0,00$ (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) geralmente, os alunos ficam sensibilizados com as questões ambientais com maior facilidade do que sobre outros assuntos, como saúde e tecnologia. A partir daí, o professor é capaz de utilizar esses temas como direcionamento para outras habilidades e conteúdos da biologia.

uce nº 49 $\Phi = 0,00$ (uci nº 21 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) A ecologia favorece a aprendizagem. as concepções prévias, mesmo que permeadas de senso comum, tornam mais fácil a aprendizagem, se comparada com outras disciplinas, como genética, da qual os alunos trazem muito pouco conhecimento prévio. uce nº 50 $\Phi = 0,00$ (uci nº 21 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) por exemplo, ao trabalhar temas socioambientais como clima e problemas urbanos, os alunos geralmente tornam a aula muito mais dialogada do que se comparada a aulas de genética ou zoologia. uce nº 51 $\Phi = 0,00$ (uci nº 21 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) mesmo assuntos mais técnicos, como o efeito da temperatura ambiental sobre o período de atividade de lagartos, também são mais fáceis de trabalhar devido à natureza do assunto que é intuitiva.

uce nº 53 $\Phi = 0,00$ (uci nº 22 : *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) ter conhecimento para a vida. acredito que oportuniza positivamente a aprendizagem, pois na biologia, alguns conceitos, algumas abordagens tornam-se abstratas aos alunos. como por exemplo a fotossíntese; quando conseguimos vincular a fotossíntese com algum tema abordado em ecologia, fica mais claro, mais realista, mais próximo do aluno, facilitando a compreensão.

uce nº 56 $\Phi = 0,09$ (uci nº 24 : *suj_29 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m05) acredito que a ecologia seja uma disciplina agradável para se aprender, como por exemplo, cadeia alimentar, pois além de ser interessante, faz parte dos acontecimentos que estão a nossa volta. [classe 3 do Alceste]

uce nº 57 $\Phi = 0,00$ (uci nº 25 : *suj_30 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m02) por ser uma das disciplinas básicas para uma formação completa, além de ser uma área muito relacionada ao cotidiano e hábitos da sociedade. sim, por exemplo o conceito de sustentabilidade e preservação, e muito mais fácil que sejam trabalhados em ecologia.

uce nº 85 $\Phi = 0,10$ (uci nº 38 : *suj_45 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) É um tema recorrente no planeta, que está em contato com os alunos a todo momento. muitos deles vivenciam diversos desses conceitos em seu

cotidiano. [classe 2 do Alceste] uce nº 86 $\Phi = 0,10$ (uci nº 38 : *suj_45 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) de maneira geral e uma materia mais tranquila, com conceitos basicos inicialmente e sem grande quantidade de termos tecnicos. [classe 2 do Alceste]

uce nº 88 $\Phi = 0,07$ (uci nº 39 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) A ecologia e uma forma de ensinar um pouco de biologia de maneira diferenciada aos alunos, sendo os temas abordados mais proximos da realidade dos alunos. [classe 2 do Alceste]

4) Ensino de ecologia voltado para o desenvolvimento de competências gerais

uce nº 04 $\Phi = 0,12$ (uci nº 3 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) os alunos devem aprender ecologia para ter um repertorio de mundo maior e assim se relacionar com o mundo de forma critica e reflexiva. [classe 3 do Alceste]

uce nº 11 $\Phi = 0,00$ (uci nº 6 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) se a ecologia e o estudo do meio_ambiente e os seres_vivos e, assim, da relacao entre eles, entao o ensino da ecologia e importante para desenvolver o senso_politico e senso_ambiental em nossos alunos.

uce nº 37 $\Phi = 0,12$ (uci nº 16 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) O conhecimento da ecologia e indispensavel para o posicionamento e tomada de decisoes bem informadas frente as questoes socioambientais. [classe 2 do Alceste]

uce nº 52 $\Phi = 0,06$ (uci nº 22 : *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para compreenderem as relacoes socioambientais, terem pensamento critico a respeito, podendo tomar decisoes e participar ativamente nos processos cotidianos relacionados as questoes ambientais, politicas, profissionais, enfim, [classe 1 do Alceste]

uce nº 54 $\Phi = 0,00$ (uci nº 23 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) por-que trabalha conceitos importantes sobre as relacoes entre os seres_vivos e o meio_ambiente. E importante para a formacao nao apenas intelectual, mas para a formacao do individuo que vive e depende do ambiente.

uce nº 58 $\Phi = 0,07$ (uci nº 26 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) depois, para participar e agir em sociedade em relacao as discussoes socioambientais. [classe 2 do Alceste]

uce nº 61 $\Phi = 0,00$ (uci nº 27 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) creio que a aprendizagem sobre comportamentos de responsabilidade socioambiental possa ser mais facilmente realizada durante o debate e a experimentacao em ecologia, pois o aluno, nesses casos, uce nº 62 $\Phi = 0,05$ (uci nº 27 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) tem a possibilidade de se ver como elemento ativo transformador do ambiente. [classe 3 do

Alceste]

uce nº 64 $\Phi = 0,05$ (uci nº 29 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) pois a disciplina ecologia pode propiciar varios objetivos almejados no ensino de ciencias; a discussao de questoes socioambientais; a discussao de temas cientificos; propiciar a mudanca de acoes do aluno voltada para uma relacao mais sustentavel com o meio_ambiente; [classe 2 do Alceste] uce nº 65 $\Phi = 0,00$ (uci nº 29 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) fomentar a capacidade do aluno de emitir opiniao sobre problemas socioambientais;

uce nº 68 $\Phi = 0,00$ (uci nº 31 : *suj_37 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) para compreender e atuar melhor no meio_natural e social. se a disciplina for centrada em problematizacao e contextualizacao ela pode favorecer a aprendizagem.

uce nº 74 $\Phi = 0,13$ (uci nº 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A partir deste entendimento, o ensino de ecologia ajuda a formar cidadãos reflexivos, que podem compreender o mundo a sua volta de maneira critica, podendo nele agir e promover as mudancas que-se fazem necessarias. [classe 3 do Alceste] uce nº 76 $\Phi = 0,11$ (uci nº 34 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) estabelecer comparacoes, entender a vida como um conjunto de sistemas integrados e interdependentes, desenvolver a reflexao e o senso_critico, interpretar graficos, textos, relacoes entre os seres, promover a saude e qualidade_de_vida, [classe 1 do Alceste]

uce nº 78 $\Phi = 0,10$ (uci nº 35 : *suj_41 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_000) por ser uma disciplina que ajuda a valorizar e participar das decisoes socio_politicas, alem-de permitir que o aluno se identifique com a sociedade. [classe 2 do Alceste]

uce nº 96 $\Phi = 0,00$ (uci nº 44 : *suj_51 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) para entenderem a relacao dos seres_humanos com o ambiente em-que vivem, de forma critica, autonoma e reflexiva. A ecologia facilita o entendimento da relacao dos seres_humanos com o meio_ambiente, e se trabalhada de forma correta, permite por exemplo, discutir os desequilibrios_ambientais.

QUESTÃO II.

Na sua opinião, quais as principais dificuldades para ensinar ecologia? Justifique sua resposta.

1) Despreparo dos alunos para aprender ecologia

uce nº 06 $\Phi = 0,04$ (uci nº 5 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) as maiores dificuldades no ambiente_escolar em-que eu exerco minha profissao sao a inexistencia de conceitos previos necessarios, pois e preciso voltar muito o assunto para-que o aluno compreenda; [classe 3 do Alceste] uce nº 07 $\Phi = 0,04$ (uci nº 5 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) e o desenvolvimento do senso_politico e senso_ambiental dos alunos tambem e dificil atualmente. [classe 3 do Alceste]

uce nº 10 $\Phi = 0,00$ (uci nº 8 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) A propria imaturidade dos alunos do ensino_medio e ensino_tecnico para abrir a mente para as infinitas variaveis que podem interferir no objeto de uma pesquisa.

uce nº 11 $\Phi = 0,00$ (uci nº 8 : *suj_15 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_sim *epi_nao *tem_m10) quando isso e alcançado, tudo se torna mais facil e a compreensao sobre os principais conceitos e atingida.

uce nº 12 $\Phi = 0,18$ (uci nº 9 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A falta de conscientizacao por parte dos alunos, assim-como da propria populacao que nao encara os danos que causa ao meio_ambiente no dia_a_dia da vida e nao se preocupa, [classe 1 do Alceste]

uce nº 13 $\Phi = 0,00$ (uci nº 9 : *suj_16 *ida_m50 *uni_par *reg_sud *esp_eco *eco_nao *epi_sim *tem_m15) nao se interessa em compreender os danos que causa e as consequencias para si mesma e todos que cercam essa populacao, onde as escolas nao sao encaradas de forma seria para a formacao de suas vidas.

uce nº 15 $\Phi = 0,18$ (uci nº 11 : *suj_18 *ida_m20 *uni_pub *reg_not *esp_amb *eco_sim *epi_sim *tem_m02) A problematizacao de conhecimentos previos e a falta de interesse dos alunos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 17 $\Phi = 0,15$ (uci nº 12 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) interesse dos alunos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 20 $\Phi = 0,15$ (uci nº 14 : *suj_21 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) excesso de desinformacao veiculada pela midia. dificuldade dos alunos com conceitos basicos de matematica, por exemplo, razao, taxa, porcentagem, graficos, etc. [classe 1 do Alceste]

uce nº 21 $\Phi = 0,00$ (uci nº 15 : *suj_22 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) os conceitos previos trazidos pela ideia que ecologico e o-que nao polui ou o-que nao causa danos a natureza, alem dos conhecimentos em geografia, quimica e matematica que as vezes nao estao presentes.

uce nº 22 $\Phi = 0,18$ (uci nº 16 : *suj_23 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A falta de conceitos basicos, vivencias e interesse dos alunos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 25 $\Phi = 0,06$ (uci nº 19 : *suj_26 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m05) transformar o senso_comum das concepcoes previas dos alunos em senso_critico e senso_cientifico, juntamente com a mentalidade antropocentrica e questoes religiosas. [classe 1 do Alceste]

uce nº 36 $\Phi = 0,10$ (uci nº 28 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) A visao arraigada de uma ciencia positivista tambem atrapalha as aulas de ecologia, pois os alunos parecem querer respostas fechadas e completamente certas e tem dificuldade em entender e adquirir habilidades e

competencias de uma natureza_da_ciencia nao_positivista. [classe 3 do Alceste]

uce nº 37 Phi = 0,15 (uci nº 29 : *suj_36 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_nao *tem_m15) A dificuldade, a meu ver, esta muitas vezes no instante em-que trabalhamos as relacoes_ecologicas, pois por mais simples que pareca, alguns estudantes tem dificuldade em diferenca_las. [classe 3 do Alceste]

uce nº 40 Phi = 0,22 (uci nº 32 : *suj_39 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) E outra dificuldade e a necessidade de conceitos previos para o entendimento da ecologia. [classe 3 do Alceste]

uce nº 41 Phi = 0,14 (uci nº 33 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) embora nao ache que este seja o fim maior do ensino de ecologia, entendo que, dadas as condicoes precarias da educacao no brasil, e alunos pouco letrados cientificamente, [classe 3 do Alceste]

uce nº 44 Phi = 0,15 (uci nº 35 : *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A idade dos alunos, pois alguns sao imaturos para alguns aspectos da disciplina. [classe 1 do Alceste]

uce nº 46 Phi = 0,00 (uci nº 37 : *suj_45 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) deixar bem estabelecida a ideia de-que a natureza e extremamente complexa e que pequenas alteracoes podem causar grandes impactos. demonstrar e conscientizar os alunos sobre problemas que ocorrerao em longo prazo, pois ha um pensamento muito egoista e imediatista na cabeça das pessoas.

2) Ausência de aulas práticas em campo e ou em laboratório

uce nº 01 Phi = 0,15 (uci nº 1 : *suj_02 *ida_m30 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) falta de recurso financeiro nas escolas para financiamento de visitas a espacos nao_formais, como reservas, estacoes_ecologicas. [classe 1 do Alceste]

uce nº 02 Phi = 0,22 (uci nº 2 : *suj_03 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m02) aulas de campo. dificuldade em sair da sala_de_aula, seja por processo burocratico, logistico ou financeiro. [classe 2 do Alceste]

uce nº 07 Phi = 0,04 (uci nº 5 : *suj_08 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m02) E claro que existem outros problemas secundarios, como as dificuldades burocraticas para realizar uma pesquisa de campo, e experimentos em sala_de_aula. [classe 3 do Alceste]

uce nº 16 Phi = 0,14 (uci nº 12 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) falta de recursos para visitacao a campo, museus, biomas, ecossistemas, falta de laboratorios e dificuldades em realizacao de experimentos por causa da falta de recurso, [classe 1 do Alceste]

uce nº 27 Phi = 0,18 (uci nº 21 : *suj_28 *ida_m30 *uni_pub

*reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_nao *tem_m02) creio que infraestrutura e logistica para *saidas a campo*. [classe 2 do Alceste]

uce n° 28 Phi = 0,13 (uci n° 22 : *suj_29 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_nao *tem_m05) falta de *aulas de campo*, pois e *muito* mais facil compreender assuntos em-que *podemos* visualizar o-que-e ensinado em *sala_de_aula*. [classe 2 do Alceste]

uce n° 29 Phi = 0,22 (uci n° 23 : *suj_30 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_eco *eco_sim *epi_sim *tem_m02) A aplicacao de *aulas praticas com saidas de campo*. [classe 2 do Alceste]

uce n° 32 Phi = 0,15 (uci n° 26 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A *falta de recursos* na escola pode ser um grande fator gerador de dificuldade. tendo em vista que o ideal e colocar *os alunos* na posicao de ecologos, e necessario que *a* escola disponibilize *recursos* para *a* criacao de terrarios para *a* observacao de insetos, [classe 1 do Alceste]

uce n° 33 Phi = 0,06 (uci n° 26 : *suj_33 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) tenha uma area verde em-que *os alunos* possam realizar observacoes e *experimentos* em pequenos ecossistemas e tenha *recursos* tecnologicos *a* disposicao *dos alunos* para aulas com simuladores. [classe 1 do Alceste]

uce n° 34 Phi = 0,13 (uci n° 27 : *suj_34 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) as *saidas a campo* que *sao muito* restritas *ou* nulas. E *tambem* o tempo destinado *na* escola *para-que* isso aconteca que e extremamente reduzido, restringindo o aluno somente dentro *da sala_de_aula*, dificultando assim sua realizacao. [classe 2 do Alceste]

uce n° 35 Phi = 0,00 (uci n° 28 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) outra dificuldade e de fazer *experimentos* que possam ser desenvolvidos em *sala_de_aula*, nao propriamente pelo espaco fisico, mas pelo tempo necessario para-que este experimento se desenrole.

uce n° 39 Phi = 0,00 (uci n° 31 : *suj_38 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A maior dificuldade e nao ter condicoes de sair com o aluno *a campo* para-que a compreensao da interacao entre fatores bioticos e abioticos seja mais plena.

uce n° 45 Phi = 0,17 (uci n° 36 : *suj_44 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A falta de *saida de campo*, de *aulas* em espacos fora *da sala_de_aula* e falta de recursos em laboratorios de ensino_fundamental e ensino_medio. [classe 2 do Alceste]

uce n° 50 Phi = 0,00 (uci n° 40 : *suj_48 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) as aulas especificamente em *sala_de_aula* tornam-se menos produtivas do que em ambientes especificos como visitas ao zoologico, areas_ambientais, etc.

uce n° 51 Phi = 0,17 (uci n° 41 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par

*reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) A saída de campo para mim é a maior dificuldade. na escola_publica, nao ha como fazermos observacoes de biomas. as aulas laboratoriais tambem sao comprometidas. [classe 2 do Alceste] uce nº 52 Phi = -0,04 (uci nº 41 : *suj_49 *ida_m40 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m15) nao temos um laboratorio e tambem, muitas vezes, temos que comprar reagentes do proprio bolso. [classe 2 do Alceste]

3) Despreparo do professor para ensinar ecologia

uce nº 03 Phi = 0,19 (uci nº 3 : *suj_05 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) E romper com a ideia de escola e ensino vigentes, e partir para uma nova abordagem, que tenha mais respeito com as relacoes humanas entre todos que participam. [classe 3 do Alceste]

uce nº 05 Phi = 0,04 (uci nº 4 : *suj_06 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) no meu caso, minha formacao na area foi cientificista demais, tornando dificil me adequar para conseguir transmitir os conhecimentos do tema aos alunos de maneira mais simples e que eles consigam fazer inter_relacoes entre o-que observam e o-que aprendem na escola. [classe 3 do Alceste]

uce nº 14 Phi = 0,00 (uci nº 10 : *suj_17 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_m05) acredito que faltam problematizacoes por parte dos professores, tais como indagacoes de um ambiente, estudos de caso,

uce nº 26 Phi = 0,00 (uci nº 20 : *suj_27 *ida_m40 *uni_pub *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) dificuldade em tornar este ensino significativo; despertar no aluno o interesse pelos temas a serem abordados; fazer um link com o cotidiano e a importancia das relacoes_ecologicas para o desenvolvimento da vida.

uce nº 38 Phi = 0,12 (uci nº 30 : *suj_37 *ida_m20 *uni_pub *reg_sul *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A principal dificuldade é o foco da educacao centrada na memorizacao dos conceitos para certificacao sem significacao para o aluno. [classe 1 do Alceste]

uce nº 44 Phi = 0,15 (uci nº 35 : *suj_42 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_amb *eco_nao *epi_sim *tem_m05) falta de capacitacao do professor para atuar em praticas relacionadas a essa disciplina. [classe 1 do Alceste]

uce nº 53 Phi = 0,12 (uci nº 42 : *suj_50 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_me2) creio que a falta de habilidades em passar informacoes de forma clara e objetiva aos alunos. [classe 1 do Alceste]

uce nº 56 Phi = 0,12 (uci nº 45 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) desatrelamento entre formacao do nucleo basico com o nucleo das licenciaturas durante a graduacao, pois aspectos da natureza_dessa_area nao sao abordados numa perspectiva nem epistemologica nem de transposicao_didatica. [classe 2 do Alceste] uce nº 57 Phi = 0,17 (uci nº 45 : *suj_54 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) falta de dominio teorico e ferramental do

professor em estatística para se aproximar do modo de produção de conhecimento na área. incerteza acadêmica e educacional do potencial de ensino de estudos de campo, apesar da convicção pessoal das contribuições dessas saídas em relação a aspectos positivos referentes ao contato com a natureza. [classe 2 do Alceste]

4) Complexidade dos conteúdos ecológicos

uce nº 16 $\Phi = 0,14$ (uci nº 12 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) ensino de conceitos que são difíceis para compreensão dos alunos, [classe 1 do Alceste]

uce nº 18 $\Phi = 0,00$ (uci nº 13 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) as dificuldades podem existir nos momentos em que se precisa definir as possíveis relações entre seres vivos, principalmente quando um dos seres vivos não é um animal, por exemplo, plantas, bactérias, etc. uce nº 19 $\Phi = 0,00$ (uci nº 13 : *suj_20 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m02) e também estabelecer que os seres vivos dependem de componentes abióticos para sobreviverem, não os componentes óbvios como água e sol, mas, por exemplo, que dependem de nutrientes como carbono e nitrogênio.

uce nº 30 $\Phi = 0,17$ (uci nº 24 : *suj_31 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m10) superar a própria fragmentação do ensino de biologia. A ecologia demanda uma rica interação entre conceitos de diferentes áreas e, muitas vezes, ocorrem dificuldades para o professor conseguir articular e propiciar uma visão integrada nas situações de sala de aula. [classe 3 do Alceste]

uce nº 35 $\Phi = 0,00$ (uci nº 28 : *suj_35 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m05) uma grande dificuldade do ensino de ecologia e a abstração necessária ao entendimento de certos conceitos ecológicos.

uce nº 42 $\Phi = 0,15$ (uci nº 33 : *suj_40 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_nao *epi_sim *tem_m05) acredito que o ensino de ecologia deve partir da realidade do aluno, da contextualização. então, o que considero mais difícil é ensinar conteúdos que não estabeleçam de maneira clara essa contextualização. por exemplo, para meu público-alvo é muito mais pertinente ensinar sobre problemas de preservação ambiental do que sobre dinâmica de populações, que parece ser mais distante da realidade dele. [classe 3 do Alceste]

5) Pressão do tempo e currículo escolares

uce nº 09 $\Phi = 0,00$ (uci nº 7 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) pouco tempo de aula.

uce nº 17 $\Phi = 0,15$ (uci nº 12 : *suj_19 *ida_m20 *uni_pub *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) falta de tempo [classe 1 do Alceste]

uce nº 31 $\Phi = 0,15$ (uci nº 25 : *suj_32 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m02) acredito que os currículos fechados e segmentados, a individualidade e rotinização

possam ser prejudiciais ao processo de ensino e aprendizagem como um todo, não apenas da ecologia. [classe 3 do Alceste]

uce nº 47 Phi = 0,04 (uci nº 38 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) A grande dificuldade é que o sistema educacional em que estamos inseridos apresenta uma quantidade reduzida de aulas tanto de ciências, como de biologia; [classe 3 do Alceste] uce nº 48 Phi = 0,11 (uci nº 38 : *suj_46 *ida_m30 *uni_par *reg_sud *esp_nao *eco_sim *epi_nao *tem_m02) e com tantos conceitos a serem trabalhados fica difícil aprofundar em um ponto específico da disciplina. [classe 3 do Alceste]

uce nº 55 Phi = 0,09 (uci nº 44 : *suj_53 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) grade curricular muito extensa e a necessidade de cumprir a programação. devido a falta de tempo, os temas passam a ser abordados de modo superficial. [classe 1 do Alceste]

6) Confusões sobre o ensino de ecologia

uce nº 08 Phi = 0,00 (uci nº 6 : *suj_11 *ida_m40 *uni_pub *reg_not *esp_edu *eco_sim *epi_sim *tem_m15) A ideia frequente de que meio ambiente é sinônimo de área natural.

uce nº 09 Phi = 0,00 (uci nº 7 : *suj_12 *ida_m40 *uni_pub *reg_nor *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m10) O embate entre a ciência e o senso comum.

uce nº 43 Phi = 0,09 (uci nº 34 : *suj_41 *ida_m20 *uni_pub *reg_nor *esp_nao *eco_nao *epi_sim *tem_000) A falta de compreensão sobre o que é ecologia, pois muitas vezes ecologia é tratada como sinônimo de sustentabilidade ou preservação. [classe 3 do Alceste]

uce nº 49 Phi = 0,00 (uci nº 39 : *suj_47 *ida_m20 *uni_par *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m02) A confusão que é feita em relação às questões socioambientais.

uce nº 54 Phi = 0,04 (uci nº 43 : *suj_51 *ida_m30 *uni_pub *reg_sud *esp_out *eco_nao *epi_sim *tem_m05) A verdadeira compreensão dos fenômenos da natureza, conseguindo sair do senso comum, e adquirindo posicionamento crítico frente aos temas tratados em ecologia. [classe 3 do Alceste]