

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

KLEBER VINICIUS GONÇALVES FEIO

**CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DIFUNDIDAS NO CURSO DE LICENCIATURA EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ SOB O
OLHAR DE KUHN E HABERMAS**

BELÉM – PA

2020

KLEBER VINICIUS GONÇALVES FEIO

**CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DIFUNDIDAS NO CURSO DE LICENCIATURA EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ SOB O
OLHAR DE KUHN E HABERMAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação, do Instituto de Ciências da Educação, da Universidade Federal do Pará, sob a orientação da Prof.^a Dra. Cely do Socorro Costa Nunes.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores, Trabalho Docente e Práticas Educativas.

BELÉM – PA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F299 Feio, Kleber Vinicius Gonçalves.
Concepções de ciência difundidas no curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal do Pará sob o olhar de Kuhn e Habermas / Kleber Vinicius Gonçalves Feio. – Belém, 2020.
190 f.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Pará, 2020.

Orientador: Prof.^a Dra. Cely do Socorro Costa Nunes.

1. Concepções de ciência - Kuhn. 2. Concepções de ciência - Habermas.
3. Projeto político pedagógico – ciências biológicas – Universidade Federal do Pará.
4. Prática pedagógica – ciências biológicas - licenciatura. 5. Licenciatura em biologia – Universidade Federal do Pará – educação. I. Nunes, Cely do Socorro Costa. *orient.* II. Título.

CDD 23. Ed. – 370.71

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária **Valéria de Paula Ribeiro Ferreira – CRB2/1503** com os dados fornecido pelo(a) autor(a)

KLEBER VINICIUS GONÇALVES FEIO

**CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DIFUNDIDAS NO CURSO DE LICENCIATURA EM
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ SOB O
OLHAR DE KUHN E HABERMAS**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação, do Instituto de Ciências da Educação, da Universidade Federal do Pará. Linha de Pesquisa: Formação de Professores, Trabalho Docente e Práticas Educativas.

Belém, 20 de Fevereiro de 2020

Prof. Dr^a Cely do Socorro Costa Nunes
Universidade Federal do Pará - Presidente

Prof. Dr. Carlos Jorge Paixão
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Damião Bezerra Oliveira
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Eduardo Paiva Pontes Vieira
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Manoel Ribeiro de Moraes Júnior
Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Silvio Sanches Gamboa
Universidade Estadual de Campinas

Para a Leo, com amor.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Profa. Dra. Cely Nunes, pela precisão cirúrgica com que identificou as limitações deste texto, por meio de orientação paciente e exigente, bem como pelo incentivo e generosidade.

Agradeço ao Kleber Feio Júnior, minha grande motivação.

Agradeço aos meus pais Jurandyr e Virginia, bem como aos “pais” Bejoelson e Deusseles.

Agradeço aos colegas do EPISTEM pelas discussões instigantes próprias de nossos encontros.

Agradeço aos amigos Conceição, Mírian, Evaldo e Edwana pelas contribuições preciosas.

Agradeço a minha amiga Val, pelo olhar atento de uma grande bibliotecária sobre o texto desta Tese.

(...) E os filósofos não tem mais nenhum bom motivo para abandonar esse objeto de discussão dos biólogos (...).

Habermas (2004, p. 22)

RESUMO

Este trabalho de tese investiga a relação entre as *concepções de Ciência* difundidas no curso de *Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA)* e as práticas pedagógicas dos professores de Biologia deste Curso. Seus objetivos são: analisar as concepções de Ciência presentes no projeto pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA à luz de Kuhn e Habermas; problematizar a relação entre as concepções de Ciência e a prática pedagógica à luz do perfil profissional proposto dos futuros professores de Biologia. Essa pesquisa orienta-se pela abordagem qualitativa e descrevo os procedimentos metodológicos como sendo próprios da pesquisa documental e de campo. Como instrumento de construção de dados me prevaleço da observação participante da prática docente e das entrevistas semiestruturadas aos docentes e estudantes, os quais foram os participantes desta pesquisa. Os dados empíricos me permitem afirmar que nesta Licenciatura há considerável difusão da concepção de Ciência como descrição da natureza. Em termos de Ciência Normal observei o caráter acrítico da Ciência e a importância da tradição e do consenso. Como Razão instrumental, destaco o método científico bem como a utilização técnica do conhecimento. Verifiquei a Razão Comunicativa nos debates com vistas ao consenso crítico. Contudo, predomina a concepção do Positivismo Alargado, o qual defino como uma visão intermediária entre a concepção instrumental da Ciência e a concepção fundada na Razão Comunicativa de Habermas. Trata-se de uma concepção que parte do positivismo, como compreensão da Ciência, pois acredita poder descrever a natureza tal qual ela é, mas não se resume a essa visão, visto que toma como premissa inarredável o respeito ao ser humano como norteador da prática científica.

Palavras-Chave: Concepções de ciência. Habermas. Kuhn. Prática pedagógica em Biologia.

ABSTRACT

This Thesis investigates a relationship between science conceptions disseminated in the Biological Sciences Degree of Universidade Federal do Pará (UFPA) and pedagogical practices of this university graduate. Its objectives are: to identify and analyze science conceptions present in Pedagogical Project of Biological Sciences Degree at UFPA interpreted under conceptual framework of Kuhn and Habermas; Problematize the relationship between science conceptions and pedagogical practice in light of the proposed professional profile of future biology teachers. This research has a qualitative approach. I can describe our elected procedures as being proper to field research, documentary research and participant research. In terms of Normal Science I observed the uncritical character of Science and the importance of tradition and consensus. As an Instrumental Reason, I highlight the scientific method as well as the technical use of knowledge. Communicative Reason was verified in the debates with a view to critical consensus. I conclude that extended positivism predominates in the conceptions of science propagated in university graduate object of analysis, which I define as intermediate view between the instrumental conception of science and the conception founded on Habermas' Communicative Reason. The extended positivism is a conception that starts from positivism, as an understanding of Science, as it believes that it can describe nature as it is, but it is not limited to this view, since it takes as an unavoidable premise respect for human beings as guiding scientific practice.

Keywords: Habermas. Kuhn. Science conceptions and pedagogical practices in biology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mutação Gênica	90
Tabela 1 – Decomposição da serapilheira	123
Gráfico 1 – Taxa de decomposição da serapilheira	124
Gráfico 2 – Variação temporal da decomposição da serapilheira	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conteúdos/módulos analisados	33
Quadro 2 – Disciplinas do primeiro ano do desenho curricular	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHc	Ácidos húmicos comerciais
AHv	Ácidos húmicos de compostagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCIH	Comissão de Controle e Infecção Hospitalar
CB	Ciências Biológicas
CE	Ciências Exatas
CESUPA	Centro Universitário do Pará
CH	Ciências Humanas
CLCB	Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPEDI	Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
CV	Carvão vegetal
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
ECC	Eixo Conhecimento Complementar
ECP	Eixo Conhecimento Pedagógico
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPsTEM	Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Teorias, Epistemologias e Métodos da Educação
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FISHBASE	Demands on Coastal Zones with Emphasis on Aquatic Ecosystems and Fisheries
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
ICED	Instituto de Ciências da Educação
ICJ	Instituto de Ciências Jurídicas
IT	Itália
IEMCI	Instituto de Educação Matemática e Científica

IFCH	Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
IFPA	Instituto Federal do Pará
LAGen	Liga Acadêmica de Genética da UFPA
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MO	Matéria Orgânica
NPI	Núcleo Pedagógico Integrado
PARFOR	Programa de Formação de Professores da Educação Básica
PCT	Parque de Ciência e Tecnologia da UFPA
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PNE	Plano Nacional de Educação
PPCLCB	Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de 2001
PPGED	Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPA
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
PROPESP	Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PUC	Pontifícia Universidade Católica
PS	Processo Seletivo
SBEEnBIO	Associação Brasileira de Ensino de Biologia
SECB	Seminário de Educação em Ciências e Biologia
SEDUC-PA	Secretaria de Estado de Educação do Pará
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UEM	Universidade Estadual de Maringá
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UEPA	Universidade do Estado do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 GÊNESE DA PESQUISA	14
1.1.1 Ciência Normal na escola?.....	17
1.1.2 Epistemologia e educação	22
1.1.3 Ciência e sociedade	25
1.2 OBJETO, OBJETIVOS E QUESTÕES ORIENTADORAS DA PESQUISA	28
2 PERCURSO METODOLÓGICO	29
2.1 ABORDAGEM QUALITATIVA	29
2.2 PESQUISA DOCUMENTAL	30
2.3 PESQUISA DE CAMPO	33
3 HABERMAS E KUHN: UMA APROXIMAÇÃO TEÓRICA PARA ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS	39
3.1 KUHN E A CIÊNCIA NORMAL	40
3.1.1 Paradigma e comunidade científica.....	40
3.1.2 Paradigma e Ciência extraordinária	42
3.1.3 Educação, tradição e Ciência Normal	44
3.1.4 Enigmas ou problemas? O confronto com Karl Popper.....	50
3.2 HABERMAS E A AÇÃO COMUNICATIVA	53
3.2.1 Racionalidade, teleologia e comunicação	54
3.3 CIÊNCIA NORMAL, RAZÃO INSTRUMENTAL E RAZÃO COMUNICATIVA NO CURSO DE LICENCIATURA E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPA	61
4 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DIFUNDIDAS NAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E NO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPA: RELAÇÕES POSSÍVEIS	66
4.1 ANÁLISE DOCUMENTAL DO PPCLCB	67
4.2 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA A PARTIR DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES DO CLCB	78
4.2.1 Conhecimento Complementar	78
4.2.2 Módulo: Seminário de Educação em Ciências e Biologia (SECB)	100
4.4 MÓDULO ECOSISTEMAS	114

5 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DE PROFESSORES E DISCENTES A PARTIR DAS NARRATIVAS ORIUNDAS DAS ENTREVISTAS	127
5.1 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS PROFESSORES.....	127
5.2 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS ESTUDANTES	136
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS.....	148

1 INTRODUÇÃO

1.1 Gênese da pesquisa

Este trabalho investiga a relação entre as *concepções de Ciência*¹ difundidas no Curso de *Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (CLCB/UFGA)* e as práticas pedagógicas dos professores de Biologia deste Curso, constituindo-se o objeto de estudo desta Tese.

Em primeiro lugar, é mister esclarecer que, nesta Tese, o termo *Concepção* é empregado na acepção de Abbagnano (1982, p. 156), para quem

Esse termo designa (como os correspondentes de percepção e de imaginação) tanto o ato de conceber, como o objeto concebido; mas, de preferência, o ato de conceber e não o objeto, para o qual deve ser reservado o termo conceito.

Com efeito, ora uso *concepção* no sentido de “ato de conceber”, de perceber ou imaginar, ora como o objeto concebido, imaginado, percebido, dependendo do contexto. Não obstante, como Abbagnano, dou preferência para a primeira significação. Quando, por exemplo, apresento a narrativa de docentes e discentes, sobre *Ciência*, emprego o termo *concepção* como ato de conceber. Porém, eventualmente, identifico alguma *concepção* como sendo de descrição da natureza (ou outra qualquer) e, nesse caso, refiro-me ao objeto concebido.

O interesse pelo objeto de estudo remonta a minha formação e atuação profissional como professor de filosofia. Sou bacharel e licenciado pleno em Filosofia pela UFGA desde o ano 2000. Já na graduação cursei disciplinas de *Lógica* e de *Filosofia da Ciência*, que me aproximaram da temática da epistemologia, cujos estudos permitiram-me a primeira inserção no campo do estudo dos fundamentos do conhecimento científico. De 2002 a 2004 e de 2006 a 2007, exerci o cargo de professor substituto do Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da UFGA. Nesse período, ministrei as disciplinas *Lógica* e *Filosofia da Ciência* nos cursos de Psicologia, Licenciatura em Química, Biblioteconomia e Ciência da Computação, ocasião em que pude ensinar diferentes concepções de *Ciência*, bem como constatar que os alunos também expressavam de alguma forma

¹ Nesta Tese grafamos a palavra *Ciência* em letra inicial maiúscula pelo respeito que o seu autor tem por essa tradição de interpretação do mundo.

essas concepções. Orientei também um trabalho de conclusão de curso de graduação em Filosofia, sobre a *Epistemologia de Karl Popper*, em 2006. Esse trabalho docente aproximou-me ainda mais do debate acadêmico sobre os fundamentos da Ciência, bem como de sua história.

Em 2004 e 2005, cursei Especialização em *Epistemologia*, no referido IFCH, cuja monografia versou sobre a *Epistemologia da Biologia*, a partir da reflexão do filósofo alemão Immanuel Kant (1968). Estas experiências profissionais e acadêmicas despertaram-me, à época, uma curiosidade em querer dedicar-me mais aos estudos ligados à epistemologia, em razão das controvérsias a respeito do que seja ou não científico, um debate até hoje insuperável.

Concomitante a esta experiência profissional e acadêmica, enveredei para a área jurídica. Assim, de 2009 a 2011, cursei Graduação e Mestrado em Direito no Instituto de Ciências Jurídicas (ICJ) da UFPA. Nesse período, chamou-me a atenção as respostas que o Direito formula ao problema do predomínio da razão instrumental na Ciência, razão pela qual a minha dissertação tratou da questão da *responsabilidade civil objetiva* no Código Civil de 2002. As preocupações com a *objetivação da responsabilidade* remontam às novas formas de danos desencadeados pelos avanços das tecnologias industriais.

Nessa época, ocupei-me com certa dimensão jurídica da relação entre *Ciência, tecnologia e sociedade*. Desse modo, aspectos da dimensão jurídica das consequências do chamado *progresso científico* tiveram um importante papel em minha formação acadêmica. Um exemplo desta importância é um artigo de minha autoria intitulado *Biotecnologia e direitos fundamentais: uma análise a partir de Habermas* (FEIO, 2010), publicado pelo *Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito* (CONPEDI). Este trabalho foi citado três vezes pela *Revista Comunicações*, do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba que, na ocasião da publicação, indicava conceito Capes 5. Isso porque, esse artigo, dentre outras abordagens, apresenta uma temática ligada à pesquisa em educação: as possíveis consequências da manipulação genética de embriões humanos para a educação em geral.

Em 2015, o Professor Carlos Paixão do Instituto de Ciências da Educação da UFPA (ICED), que já conhecia minha produção ligada à epistemologia, convidou-me, na condição de coordenador, para fazer parte da equipe de pesquisadores do

Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Teorias, Epistemologias e Métodos da Educação (EPsTEM), grupo de pesquisa devidamente certificado pela PROPESP/UFPA e registrado no Diretório Nacional de Pesquisas do CNPq. O contato com os pesquisadores desse grupo de estudos teve importante papel na definição de meu objeto de estudo na medida em que os debates semanais promovidos pelo Grupo serviram como um espaço para delinear as questões norteadoras dessa Tese.

Assim, minha trajetória acadêmica e profissional claramente liga-se à pesquisa em epistemologia e, em específico, ao estudo de concepções de Ciência.

Ao ingressar no Programa de Pós-graduação em Educação da UFPA (PPGED – UFPA) com o propósito de estudar com maior sistematicidade concepções de Ciência e práticas pedagógicas difundidas no CLCB, julguei que seria importante para a construção de dados desta Tese que eu próprio fosse aluno do referido Curso. Parti do pressuposto de que a condição de aluno me aproximaria de meu objeto de Tese, o que foi ratificado conforme o desenvolvimento desta pesquisa.

Desta forma, me inscrevi no Processo Seletivo (PS) da UFPA para o Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, *campus* Belém, e obtive aprovação para a turma de 2016. Reitero que eu me inscrevi neste processo seletivo com a intenção prévia de me inserir neste Curso na condição (além de discente) de pesquisador, com o fito de realizar uma pesquisa participante e, desse modo, compreender concepções de Ciência e práticas pedagógicas difundidas no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA, constituindo-se em meu objeto de Tese.

Ao alargar minha experiência profissional, ingressei como professor da disciplina *Filosofia*, no ensino médio, vinculado à Secretaria de Estado de Educação (SEDUC) do Pará, em 2003. Como licenciado e professor de filosofia observava as manifestações de concepções de Ciência difundidas por docentes, discentes e livros didáticos as quais circulavam nas escolas de ensino médio em que trabalhava confrontando-as com as da academia. Percebia também que estas concepções eram difundidas por uma dada prática pedagógica, ora assentada em uma perspectiva crítica e reflexiva sobre a Ciência, ora em uma perspectiva reprodutora e supostamente neutra.

1.1.1 Ciência Normal na escola?

Uma das experiências na educação básica que também contribuiu para a definição deste objeto de Tese foi o contato e as conversas informais com os professores das disciplinas de Ciências Naturais nos corredores e em salas de professores das escolas em que trabalhava. Na ocasião, em minhas reflexões pessoais, comparava as divulgações científicas de cientistas premiados ou reconhecidos por trabalhos importantes com o que meus colegas professores de Física, Biologia e Química sabiam ou opinavam a respeito.

Por exemplo, em determinada circunstância, conversava com um professor de Biologia sobre o assunto da *endossimbiose*², na perspectiva de Lynn Margulis (2001). Esta cientista explicou que a *endossimbiose* tem um papel relevante na evolução dos organismos, mais do que muitos neodarwinistas³ estariam dispostos a admitir. O professor estranhou esse pensamento e demonstrou discordância em relação a ele. Como forma de contrapor sua discordância, retirei o livro Planeta Simbiótico (MARGULIS, 2001) da mochila e li algumas passagens em voz alta para que este professor avaliasse com mais evidência as ideias de Margulis. Em seguida, como que querendo avaliar melhor o que havia escutado de mim acerca da leitura proferida, o professor pediu o citado livro e leu as mesmas passagens que acabara de escutar, refletiu e disse: - *são muito bons esses argumentos desta cientista, mas continuarei a acreditar no que aprendi com meus professores na faculdade.*

² A endossimbiose é uma teoria evolucionista sobre a origem das células eucarióticas a partir de organismos procarióticos. Essa teoria pressupõe, por exemplo, a possibilidade de bactérias tornarem-se organelas celulares, como teria sido o caso da mitocôndria, e foi fundamentada com evidência microbiológica em 1967, pela cientista americana já falecida Lynn Margulis.

³ O neodarwinismo, ou teoria sintética da evolução, foi amplamente aceito na primeira metade do século XX por pesquisadores das mais diversas áreas da Biologia. Tal síntese reconciliou as ideias de Charles Darwin com as de Gregor Mendel em um modelo que estabeleceu a evolução como o paradigma central da biologia (BLANC, 1994). Por ocasião desta síntese não havia ainda sido demonstrada a teoria da endossimbiose ou sua possível contribuição para a evolução das espécies. De uma maneira geral, para um neodarwinista, o aparecimento de mutações, dos erros na cópia do DNA, bem como sua transmissão à descendência, explicam a evolução das populações. Contudo, para Margulis e os demais defensores do protagonismo da simbiose na evolução, as mutações e sua deriva genética não são suficientes para explicar o processo evolutivo populacional. Nesse sentido, são pressupostos do chamado pós-neodarwinismo simbiogênico a ideia de que a transferência horizontal de genes ocorre regularmente; que o isolamento geográfico não é necessário para a especiação; que os mecanismos de macroevolução são diferentes dos de microevolução, dentre outros (CARRAPIÇO; RITA, 2009).

A respeito do posicionamento deste professor de Biologia, é importante destacar que ele não fez objeção ao conceito de simbiose ou à sua evidência científica. Ele se opôs à pretensão de Margulis segundo a qual a simbiose seria um fenômeno generalizado no mundo natural e que tal fenômeno contribuiria amplamente para a mudança evolutiva, bem como para a diversidade de vida na Terra. O professor sustentou que a simbiose é pouco importante em termos evolutivos, trata-se, sob este ponto de vista, de uma raridade ou curiosidade que podemos observar na natureza. Nesse sentido, como contraponto a esta divergência, Carrapiço e Rita (2009, p. 10) esclarecem que

Para muitos investigadores, a simbiose continua a ser considerada como uma exceção à regra da estrutura e organização do mundo biológico e não a regra que existe na natureza. Aliás, a abordagem por parte dos autores evolucionistas tradicionais em relação ao fenômeno simbiótico é que o mesmo não passa de um aspecto residual do problema evolutivo. Ora, os dados mais recentes apontam exatamente no sentido contrário, revelando que a simbiose é fator de mudança evolutiva e que não pode ser enquadrada e compreendida de forma integral no âmbito da teoria neodarwinista.

Destaco este exemplo pelo seguinte fato: ele mostra uma questão já amplamente discutida, embora não superada do ponto de vista teórico/prático, por epistemólogos do século XX, ainda muito estudados na academia no século XXI em virtude da importância epistemológica de suas obras, tal qual a do americano, físico, filósofo e historiador da ciência Thomas Kuhn (2011). Refiro-me ao comportamento dos egressos de cursos de Ciências Naturais, descrito por Kuhn, qual seja: reafirmar o paradigma aprendido com os professores universitários de alguma Ciência, ainda que diante de evidências novas contrárias ao que foi aprendido.

Popper, filósofo e professor austro-britânico do século XX, considera esse comportamento descrito por Kuhn deplorável. Ele afirma ser esse tipo de concepção de Ciência fundada em um *espírito dogmático* (POPPER, 1979, p. 65). Popper sustenta que o aumento da produção do conhecimento científico depende da discordância concernente ao objeto de estudo e não do dogmatismo de ter de aceitar um referencial comum. Dizer que, em Ciência, pressupostos básicos e princípios fundamentais não devem ser discutidos, seria incorrer em um tipo de irracionalismo.

Ambos os teóricos da Ciência, Popper e Kuhn, admitem que exista essa prática: a reafirmação do que se aprende na faculdade, contra novas evidências científicas. Contudo, eles discordam quanto à valoração da postura do egresso: normal, para Kuhn; equivocada, para Popper, ainda que seja notória a constatação empírica de que isso, de fato, ocorre.

Ante a mencionada declaração do professor, fiquei intrigado com o conceito de Ciência aparentemente kuhniano (segundo o qual se deve preservar o paradigma aprendido, ainda que diante de contraexemplos) revelado pelo seu discurso. Considero essa observação importante, porque tal discurso se contrapõe a Karl Popper, uma referência constante nos manuais de metodologia científica, principalmente no âmbito das Ciências Naturais. Recordo-me que uma de minhas professoras do primeiro semestre do CLCB fez referência explícita à epistemologia de Karl Popper, bem como destacou sua utilidade para a metodologia das Ciências Biológicas e, ademais, indicou um manual que explicava o método de investigação popperiano. Portanto, manuais com essa orientação ainda são estudados nos cursos de licenciatura e, por isso mesmo, muito provavelmente influenciam concepções e práticas de professores de Biologia da educação básica.

Tais cursos propagam concepções de Ciência diversas, cujas lógicas ou ganham destaque na comunidade científica, portanto, se mantém até a sua refutação, ou sucumbem no confronto das ideias. Em termos de lógica da pesquisa científica, as concepções de Popper, ao envolverem o conceito de refutabilidade, ganharam, segundo me parece, nas últimas décadas, muito mais espaço na literatura de metodologia da pesquisa científica, que a ideia de Ciência Normal de Thomas Kuhn. A Ciência Normal, segundo Kuhn (1998), é um empreendimento não dirigido para novidades. O cientista normal não está interessado em novas teorias e é, em geral, intolerante com seus colegas que ousam apresentar novidades. O único tipo de novidade aceito é aquele que aumenta o alcance e a precisão com que o paradigma é aplicado. O cientista normal tem compromissos conceituais, teóricos, metodológicos e instrumentais com o grupo do qual faz parte. Sua tarefa é resolver *quebra-cabeças*, metáfora que Kuhn usa para ilustrar a articulação do paradigma com a realidade. No capítulo cinco da *Estrutura das revoluções científicas*, Kuhn afirma que quando a Ciência Normal é bem sucedida, ela não encontra novidades. A novidade seria, para este autor, uma ameaça à Ciência Normal. Seu progresso

depende da ausência total de novidades estruturais. É a ausência de novidades fundamentais que permitiria, aos olhos de Kuhn, considerar a Ciência Normal como um empreendimento altamente cumulativo.

A partir do exposto, é minha percepção que os egressos dos cursos de licenciatura/bacharelado de alguma Ciência Natural, como aparentemente foi o exemplo do professor de Biologia referido, de uma forma geral, parecem ter uma concepção de Ciência mais correspondente ao que, segundo Kuhn, deles devemos esperar: reprodutores do paradigma aprendido na academia e não profissionais comprometidos com algum tipo de método crítico, tal como defendido por Karl Popper.

Ora, ao trazer como exemplo o diálogo travado com o professor de Biologia como ilustração/motivação da problemática em estudo, quero destacar minha constatação de que a despeito de ele ter lido os excertos do livro de Margulis (2001) e ter considerado os argumentos da autora, segundo suas próprias palavras, - *bons*, não pode aceitá-los, refuta-os, por serem diferentes do que ele teria aprendido com seus professores. É exatamente essa prática (preservar o paradigma aprendido) que, em uma perspectiva kuhniana, deve ser esperada, qual seja, a demonstrada pelo respectivo professor. Ocorre que esta mesma prática seria o resultado de uma educação universitária inadequada, segundo Popper. O que me deixou bastante intrigado à época foi justamente a questão: o professor de Biologia teve uma educação científica normal, tal como sustenta Kuhn, ou *foi ensinado com espírito dogmático: é uma vítima da doutrinação*⁴ (POPPER, 1979, p. 65)?

Não é meu objetivo, nesta Tese, defender as ideias de Margulis (2001) quanto à endossimbiose, até porque não sou especialista no campo de pesquisa da biologia evolutiva. Tal exemplo tem como objetivo mostrar um pouco da gênese de meu interesse pelo objeto de estudo desta Tese, já referido. Ademais, o exemplo da postura do docente de Biologia ante a novidade acadêmica seria, a meu ver, uma relevante fonte de reflexão no âmbito da filosofia da Ciência e da educação científica

⁴ Na verdade, para Kuhn (2011), o dogma tem uma função relevante na formação científica do discente de qualquer curso de Ciências Naturais, como veremos na terceira seção desta Tese, porém, essa educação não teria apenas aspectos negativos, como sugere Popper (1979), mas também traços positivos, já que essa mesma educação seria a grande responsável pelo progresso na Ciência.

como forma de problematizar concepções de Ciência, formação de professores e prática pedagógica de professores de Biologia.

Além disso, tal exemplo ilustra o quanto pode ser instigante a construção de dados em uma pesquisa que verse sobre formação de professores de ciências e, em específico, de Biologia. Portanto, a assertiva do citado professor, repetimos: - *são muito bons esses argumentos desta cientista, mas continuarei a acreditar no que aprendi com meus professores na faculdade*, segundo penso, a despeito de ser comum e, talvez, previsível, pode ser formulada como uma questão para reflexão em uma pesquisa na área de educação e no campo da epistemologia.

Um dos pontos que eu gostaria de sublinhar nesta seção introdutória, é uma característica da concepção de ciência já revelada pelo discurso do citado professor de Biologia que, a meu ver, se aproxima de uma concepção ossificada de conhecimento, a qual pressupõe que ele é dado de uma vez para sempre e, portanto, pelo menos em alguns aspectos, imutável. Pressupõe também, como consequência, que se deve seguir necessariamente a tradição pedagógica/científica em que se é ensinado, ou seja, se os professores assim ensinaram, os futuros professores devem continuar a sustentar as mesmas crenças e práticas, mesmo diante de novas descobertas científicas contrárias à tradição. Tal postura, ao que me parece, é congruente com as observações de Thomas Kuhn (1998) sobre a educação científica.

Por outro lado, minha experiência profissional e, em específico, meu contato com professores e alunos do Curso de Licenciatura em Ciência Biológicas da UFPA, leva-me a inferir que há na academia, em geral, e na formação docente, em particular, uma relação dialética entre o imutável e a refutabilidade, em sentido popperiano. Essa relação dialética me permite afirmar, provisoriamente, que há uma admissibilidade técnica da possibilidade de refutação, como característica da metodologia científica e, contudo, a negação dessa possibilidade quando se trata de pressupostos fundamentais de determinadas áreas, como a ideia de evolução darwinista, por exemplo.

Destaco, como ilustração, que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁵, ao tratar das *competências específicas de ciências da natureza para o ensino fundamental*, elenca como primeira competência: *compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico* (BRASIL, 2017, p. 324 – o destaque é meu).

As concepções de Ciência constatadas por mim eram diversas, por vezes antagônicas, nas conversas com professores e alunos da escola básica e das universidades nas quais trabalhei, o que me deixava intrigado sobre a temática da epistemologia das ciências naturais. Inquietava-me, por exemplo, o problema epistemológico: qual concepção de Ciência é ensinada? De um ponto de vista da Teoria do Conhecimento moderna (ligada às tradições vinculadas a filósofos como Locke (1999), Hume (2004), Descartes (1994) e Kant (1997), por exemplo), essa questão pode ser refeita da seguinte forma: de que forma o estudante compreende os fundamentos teóricos e metodológicos da Ciência com a qual trabalha? E, mais especificamente, em se tratando desta Tese: de que forma o estudante de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA, *campus* Belém, compreende os fundamentos teóricos e metodológicos da ciência com a qual trabalha?

1.1.2 Epistemologia e educação

Ao investigarmos concepções de Ciência em um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, estamos cientes que este conteúdo curricular remonta a temas ligados à natureza, formação, origem e fundamentação do conhecimento, bem como de problemas correlatos, que têm suas raízes na Teoria do Conhecimento.

Hessen, filósofo e teólogo católico alemão, afirma que “enquanto reflexão sobre o comportamento teórico, sobre aquilo que chamamos de ciência, a filosofia é teoria do conhecimento científico, teoria da ciência” (HESSEN, 1999, p.12). Hoje,

⁵ A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) assim se define: *é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar, tal como define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), e está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, como fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN)* (BRASIL, 2017, p. 7).

vários ramos do conhecimento abordam temas ligados às formas de construção do conhecimento como, por exemplo, a psicologia e as neurociências. Podemos ainda falar de uma sociologia do conhecimento ou de uma antropologia do conhecimento, que abordam essas temáticas a partir de questões e metodologias próprias dessas áreas do saber.

Quando a preocupação centra-se na fundamentação conceitual sobre o que seja Ciência, indaga-se acerca de quais são os critérios de validação do conhecimento científico e qual a fundamentação do conhecimento considerado objetivo, de forma que ele seja considerado científico. Para muitos estudiosos, tais como os já citados Popper (1979) e Kuhn (1975), nesse caso, o cerne do debate é a epistemologia⁶. É minha compreensão que a epistemologia é a área da filosofia (algumas vezes entendida como sinônimo de teoria do conhecimento, outras vezes entendida como um desdobramento mais específico da teoria do conhecimento) que se ocupa dos pressupostos fundamentais, limites, natureza, métodos e critérios de objetividade do conhecimento científico.

Com efeito, toda produção de conhecimento científico tem a sua epistemologia, tácita ou explícita, propagada pelos mais diversos profissionais, sejam eles, professores ou pesquisadores, de diferentes áreas do conhecimento. Nesta compreensão, diferente de outrora, a epistemologia ou filosofia da Ciência não é atividade exclusiva de profissionais da filosofia, pois os mais diversos profissionais podem refletir sobre o que fazem em um sentido epistemológico e algumas vezes o fazem.

O cientista estadunidense e Prêmio Nobel de física (1979), Steven Weinberg (1996), destaca, por exemplo, em seu livro *Sonhos de uma teoria final*, que a filosofia da física atual deve pouco ou nada aos filósofos de profissão. Para o referido autor, a maioria das questões filosóficas da física seria engendrada pelos próprios físicos. Independente da veracidade dessa observação é fato que não são apenas profissionais da filosofia que fazem epistemologia.

Diversos profissionais de outras áreas refletem epistemologicamente sobre o que fazem. Schrödinger (1997), físico teórico e ganhador do Nobel de Física em 1933, é um significativo exemplo desta perspectiva na Física e Maturana (2009),

⁶ Conforme Gamboa (1996), o termo epistemologia é um neologismo que surge em 1886 nos dicionários franceses, no suplemento do *Larousse Illustrado* e no *Vocabulário de Filosofia* de Lalande.

biólogo chileno, é outro exemplo na Biologia. A meu ver, é positivo que profissionais das mais diversas áreas científicas reflitam sobre o que fazem em um sentido epistemológico posto que tal reflexão, dentre outras contribuições, enriquece o debate a respeito, por exemplo, das compreensões do que é Ciência, o qual está entre as preocupações centrais deste trabalho de Tese.

O que o debate a respeito da epistemologia e, mais especificamente, das concepções de Ciência tem de importante para a formação inicial de professores de Biologia e para a pesquisa em educação? Há muito, a esse respeito, que pode ser dito. Ante determinada aula de, digamos, *Evolução*, podemos perguntar: quais concepções de Ciência o professor difunde? Qual concepção de Ciência (predominante ou não) subjaz a explicação do professor? Por que essa concepção de Ciência é importante para a formação do licenciado em Biologia? Enfim, há, aqui, um campo fértil de indagações que podem ser formuladas e que nos motivam a refletir acerca das opções epistemológicas dos docentes e discentes sobre a temática da Evolução, por exemplo.

Por outro lado, a familiaridade com o debate sobre os fundamentos do conhecimento científico permite ao profissional da educação em geral e, em específico, ao professor, ter mais elementos conceituais na abordagem de temas que se apresentam ao cotidiano escolar, que não podem ou não deveriam ser tratados como questões menores (pois têm ampla divulgação por diversos meios acessíveis aos discentes em geral), tais como, por exemplo, a sustentação de não ter havido ditadura a partir de 1964 no Brasil, de a terra ser plana, ou ainda do aquecimento global ter sido propagado como um mito contemporâneo.

Epistemólogos das ciências naturais, como Karl Popper (1980) e Thomas Kuhn (1975) já demonstraram exaustivamente o caráter *refutável* do conhecimento científico (Popper) como também seu traço fundamentalmente *histórico* (Kuhn) impensado pelo positivismo clássico. Tal positivismo sustenta o modelo iluminista de ciência universal como um tipo de *verdade* superior a outras formas de conhecimento e está, no mínimo, desgastado, conforme os respectivos teóricos já citados, os quais, nesse ponto de vista, subscrevo. O discurso da provisoriedade das proposições científicas pode, por exemplo, ser ilustrado pela proliferação de

concepções de Ciência pós-modernas⁷ veiculadas no meio acadêmico e mesmo fora dele. Ademais, segundo minha percepção, conforme destaquei, parece haver significativo consenso a respeito do caráter histórico e refutável do conhecimento científico, mesmo entre os profissionais das Ciências Naturais.

1.1.3 Ciência e sociedade

Outro aspecto importante que eu pretendo destacar no estudo das concepções de Ciência difundidas pelos professores e discentes do CLCB, é o problema da relação entre Ciência e sociedade. Em uma democracia de livre mercado, como a nossa (que implica a regulação pelo Capital e, por isso mesmo, a prevalência de determinados interesses de classe, bem como das grandes corporações econômicas, que tentam minimizar a influência do Estado na economia) é patente a relação entre Ciência e mercado econômico. A Ciência, ademais, pondera Habermas (2014), tornou-se uma grande aliada da produção capitalista.

Queremos aqui dar um exemplo desta relação para ilustrar as ideias que sustentam tais argumentos: a questão dos *alimentos transgênicos*. Não é adequado, em minha compreensão, tratar esse tema apenas do ponto de vista da técnica laboratorial de recombinação gênica. Há interesses de grandes corporações econômicas na comercialização destes alimentos em território brasileiro. Foi criada, no primeiro governo Lula, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), estabelecida pela Lei 11.105/2005, que, dentre outras determinações, aprova ou não a comercialização de alimentos transgênicos no Brasil (BRASIL, 2005). A Comissão é formada por técnicos e cientistas de diversas áreas do conhecimento, principalmente ligadas à saúde humana, animal e vegetal. Há também representantes de ministérios e representantes da sociedade civil.

⁷ Desde meados da década de 1970, os termos pós-moderno e pós-modernidade invadiram as discussões filosóficas em geral, incluindo a epistemologia das Ciências Naturais. A obra do francês Jean-François Lyotard (2000) é, normalmente, citada como um divisor de águas, pois, de fato, o livro *A condição pós-moderna*, de 1979, chamou a atenção da comunidade acadêmica para mudanças fundamentais nas regras do jogo de diversos campos do conhecimento, como a Ciência, a literatura e as artes em geral. Lyotard sustentou que houve alteração no estatuto do saber e, em função desta mudança, a falência dos *metarrelatos* (discursos filosóficos pretensamente universais). No campo das Ciências Naturais isso se dá pela evidente proliferação de epistemologias que apontam a insuficiência, e até o equívoco, da antiga visão cartesiana e mecanicista de mundo, que acreditava na possibilidade do estabelecimento de verdades universais, leis universais, postulados inquestionáveis, enfim, conhecimento seguro. Feyerabend (2007) pode ser citado como um exemplo desta tendência.

Todavia, conforme constatado por Kageyama (2011), a maioria dos integrantes desenvolve trabalhos na área de biotecnologia (e não de biossegurança) e muitos têm, direta ou indiretamente, vínculo com as grandes corporações econômicas que produzem, por exemplo, sementes transgênicas, tais como a Monsanto e da Bayer (ZANONI *et al*, 2011, p. 250). Daí haver razões para a sociedade civil ver com desconfiança a atuação da referida Comissão.

Aparentemente os debates nas sessões da CTNBio cumprem, segundo os autores que adiante cito, apenas formalmente a sua função. O Dr. Paulo Kageyama (2013), que trabalhou quatro anos na CTNBio, afirma que a aprovação dos transgênicos no órgão é totalmente viciada em benefício das grandes empresas. Para ele, o sistema de maioria simples para votação dos projetos faz com que as propostas envolvendo biotecnologia prevaleçam quase automaticamente nas avaliações. A maioria das pessoas que integram a Comissão, conforme Kageyama, é sabidamente pró-biotecnologia. Kageyama afirma que:

Quem vê os processos não acredita que seja para aprovar uma coisa tão importante como um transgênico. A gente via todos os erros estatísticos, processos, tudo sem nenhum rigor. Fazíamos todo um trabalho, gastava um tempo enorme, e como éramos minoria eles esperavam a gente ler o parecer e ao término já queriam votar porque sabem que têm maioria no voto. Na verdade, eles não dão importância nenhuma ao conteúdo e consideram já de antemão que sendo uma construção biotecnológica é boa por princípio. Então nunca desaprovamos nenhum processo, mesmo apontando todos os erros. Tem um monte de processos lá que eu denunciei esses erros, que seriam suficientes para não aprovar o processo. No entanto, todos foram aprovados. Se algum dia alguém resolver de fato reavaliá-los cuidadosamente e ver todas as argumentações e refutações, certamente vai ser um grande rebu. Infelizmente a maioria é pró-tecnologia, não temos condições de criticar, tornando o processo totalmente falso. Sem nenhum rigor científico (KAGEYAMA, 2013).

Além disso, a Dr.^a Fátima Aparecida de Souza Borghi (2011), então Procuradora Regional da República da 3^o Região⁸, em ofício enviado ao Ministro da Ciência e Tecnologia do Governo Dilma Rousseff, Aloísio Mercadante Oliva, manifesta preocupação semelhante, pois, mediante sua experiência de participação nas reuniões do colegiado da CTNBio, haveria apenas o cumprimento formal dos

⁸ A Procuradoria Regional da República da 3^a Região (PRR3) é órgão do Ministério Público Federal (MPF) que atua junto ao Tribunal Regional Federal da 3^a Região. Abrange os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

debates, após os quais, as propostas são votadas pelos respectivos componentes que lá tem assento, isto é, geralmente as considerações dos especialistas não são examinadas e sopesadas a contento pelo Colegiado a ponto de influenciarem nas decisões, elas são apenas escutadas, como condição formal dos trabalhos. Com esta condução, passa-se a chancela da legitimação, ou seja, é como se o rigor científico fosse definido *democraticamente* (*argumentum ad populum*⁹).

Esta digressão é oportuna para sustentar que há relação entre concepções de Ciência e o capital, neste sentido o debate desta relação nos cursos de formação de professores, entre eles, os de Biologia, é indispensável sob pena de se ocultar uma dada faceta da Ciência. Questões econômicas e políticas acerca da Ciência não podem ser negligenciadas pelos professores de Biologia vez que a definição do que é científico nesta área tem, pelo menos em determinados contextos (como o do exemplo da atuação da CTNBio), relação com pressões de grandes corporações econômicas.

Parto do pressuposto que o capital exerce influência no debate sobre concepções de Ciência e que por isso a questão ética deve ter certa proeminência quando se discute sobre o que seja científico em contextos nos quais esteja em jogo interesses da sociedade civil, como seria o caso da aprovação ou não de determinada variedade de semente modificada geneticamente destinada ao consumo humano.

Não é sem razão que as *Diretrizes Curriculares Para os Cursos de Ciências Biológicas* (BRASIL, 2002) preveem a formação cidadã, ética e responsável no perfil dos egressos destes cursos. Sustento que os futuros professores de Biologia devem ter clareza de que a ética tem intersecção com o debate sobre história e filosofia da Ciência biológica, bem como com a questão do objeto, validade e temporalidade do conhecimento científico produzido.

É a partir deste cenário que situo a problemática que motiva tal investigação e proponho desenvolvê-la na busca dos objetivos a seguir destacados, como forma de defender a seguinte Tese:

⁹ A falácia conhecida como *argumentum ad populum* é aquela que sustenta a validade de um argumento equivocado com base na anuência de determinada maioria (COPI, 1978).

A concepção de Ciência predominante no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA, propagada pela prática pedagógica dos professores, em grande parte compatível com a Ciência Normal kuhniana, ancora-se no positivismo alargado, o qual é uma visão intermediária entre a concepção instrumental da Ciência e a concepção fundada na Razão Comunicativa de Habermas.

1.2 Objeto, objetivos e questões orientadoras da pesquisa

O objeto de investigação desta Tese é a relação entre as *concepções de Ciência* difundidas no Curso de *Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (CLCB/UFPA)*, campus Belém, e as práticas pedagógicas dos professores. Este objeto de pesquisa articula-se com a formação inicial dos professores de Biologia e práticas pedagógicas. Nesse sentido, trabalhamos com as seguintes questões norteadoras:

1. Quais concepções de Ciência são difundidas no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?
2. Como tais concepções de Ciência são difundidas na prática pedagógica dos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?

Neste sentido, apresentamos os seguintes objetivos orientadores desta pesquisa:

1. Analisar as concepções de Ciência presentes no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA à luz de Kuhn e Habermas;
2. Problematizar a relação entre concepções de Ciência e práticas pedagógicas dos professores no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA mediante o perfil profissional proposto em seu Projeto Pedagógico.

Na seção 2 apresento o percurso metodológico para o desenvolvimento desta pesquisa.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

Nesta seção, objetivo dar a conhecer aos leitores o processo de desenvolvimento da investigação, como forma de situar minha opção teórico-metodológica no que diz respeito à construção/organização e análise dos dados.

2.1 Abordagem qualitativa

Essa pesquisa ancora-se na abordagem qualitativa, a partir das contribuições de Bogdan e Biklen (1994) por entender que ela seja a mais adequada para o alcance dos objetivos que a orientam, posto que tal abordagem permita que eu me ocupe mais com o processo de investigação do que com os resultados. Outrossim, como pesquisador, privilegiei o aprofundamento da compreensão de determinados participantes da pesquisa acerca de concepções de Ciência e prática pedagógica dos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA (CLCB), constituindo o ambiente natural da pesquisa.

Essa abordagem de pesquisa é a que estou mais familiarizado em termos de estudo e orientação investigativa, em virtude da especificidade de minha trajetória acadêmica como professor e pesquisador. O tipo de pesquisa caracteriza-se por ser participante, tal qual recomenda Brandão (2003), o que permitiu um profícuo desenvolvimento dos procedimentos próprios da pesquisa documental e de campo. A pesquisa participante pode ser entendida como um salto além da observação participante¹⁰ já que, nela, não se fala em objeto propriamente, em sentido clássico¹¹, mas em co-sujeitos de investigação. O pesquisador, nesse sentido, é coadjuvante e os demais sujeitos protagonistas da pesquisa. Na pesquisa participante há a confiança nos participantes da pesquisa bem como o reconhecimento de sua contribuição para a sua realização (BRANDÃO, 2013?).

A seguir, expresso o desenvolvimento da pesquisa.

¹⁰ A observação participante, segundo Brandão (2013?), parte do pressuposto de que o pesquisador confia em suas memórias, palavras e nas de seus interlocutores. O pesquisador, assim, é tido, nessa perspectiva, como peça fundamental na interpretação dos dados e não mero aplicador de um aparato metodológico-instrumental supostamente objetivo.

¹¹ Brandão (2003) combate a separação entre sujeito e objeto própria do positivismo clássico, que ignora a influência do sujeito no resultado da pesquisa e propaga uma falsa neutralidade no método científico.

2.2 Pesquisa documental

Julguei prudente que, para analisar concepções de Ciência e prática pedagógica dos professores seria importante conhecer primeiramente o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (2001), doravante chamado de PPCLCB¹², visto que ele é a referência oficial das práticas pedagógicas do meu local de pesquisa.

Assim, optei por desenvolver uma pesquisa documental para analisar o PPCLCB, particularmente as Ementas dos conteúdos/módulos eleitos para construção de dados, bem como o perfil profissional desejado e a concepção explícita de Ciência presente no referido documento. Parto do pressuposto de que o PPCLCB tem uma dimensão *real* (vivido) e *formal* (pensado), o qual mediante a sua concretude ganha novas (re)interpretações, o que significa que o vivido, dialeticamente, pode não expressar o oficial.

Sobre o Projeto Pedagógico real e formal, aqui destacados, é relevante indicar a discussão suscitada por Nunes e Paixão (2013; 2015) sobre a diferenciação entre *currículo real* e *currículo formal*, que liga o primeiro conceito às concepções, pressupostos e práticas dos professores e, o segundo, às orientações oficiais e legais, nem sempre materializadas na sua plenitude pela prática pedagógica dos professores.

Este documento foi capturado no *site* da Faculdade de Biologia e lido antes de iniciar a pesquisa de campo como forma de trazer-me elementos acerca dos objetivos, desenho curricular e perfil profissional desejado, entre outros. A partir da leitura geral do PPCLCB pude destacar e selecionar alguns itens que seriam por mim analisados tão somente em relação ao objeto de investigação. Destaco que o Projeto é constituído de vários itens, entre eles: perfil; problemas centrais; competências e habilidades; atividades curriculares e competências; avaliação; avaliação e acompanhamento do Projeto Pedagógico, entre outros.

A análise deste Documento, contudo, concentra-se sobremaneira nos excertos que tematizam concepções de Ciência na formação inicial dos professores

¹² Ver Projeto Pedagógico da Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (2001) no link <http://icb.ufpa.br/cursos/pagina.php?p=2&tipo=1>

de Biologia. Pretende-se confrontar as informações coletadas neste Documento com o que, de fato, concretiza-se no projeto pedagógico real do Curso. Tal perspectiva visa compreender a coerência ou não entre o discurso normativo e o objeto da pesquisa. Trabalhamos com os seguintes eixos temáticos elencados no PPCLCB:

1. Seres vivos e o meio ambiente;
2. Conhecimento Pedagógico;
3. Conhecimento Complementar.

Os Eixos 1 e 2 apresentam um conjunto de conhecimentos a serem trabalhado na prática pedagógica dos professores orientados por indicação bibliográfica, já o Eixo 3 não tem essa característica.

Trata-se, portanto, de descrever e analisar o conteúdo epistemológico de dois conteúdos/módulos e um Eixo, a partir das questões norteadoras já expostas. Apresento a seguir os Eixos temáticos do PPCLCB e indico o conteúdo/módulo eleito e o porquê da escolha.

a. Os seres vivos e o meio ambiente

Nesse eixo, poderia escolher qualquer conteúdo/módulo para análise e construção de dados, pois todos eles têm um pano de fundo comum: compreender as relações dos seres vivos entre si e com seu meio ambiente. Escolhi o conteúdo/módulo Ecossistemas em virtude de o estar cursando por ocasião da construção de dados. A ementa deste módulo, retirada do PPCLCB, assim se apresenta:

ECOSSISTEMAS (Código da disciplina: CB25009)

Ementa: A importância da energia para os sistemas de vida. Os movimentos da energia nos sistemas ecológicos. Formas orgânicas e inorgânicas dos elementos. Ecossistemas Terrestres e Aquáticos. Controle de funcionamento do ecossistema. Elaboração de atividades e projeto didático-pedagógicos.

Bibliografia:

ACIESP. **Glossário de Ecologia**. Publicação no 103. ACIESP/CNPq/FAPESP/SCT. São Paulo/SP 1997.

ESTEVES, F.A. (ed.) **Estrutura, Funcionamento e manejo dos Ecossistemas Brasileiros**. Oecologia Brasiliensis. Ed. UFRJ. Rio de Janeiro/RJ. 1995.

MOREIRA, G.A & SCHWARTZMAN, S. (ed.) **As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros**. Instituto de

Pesquisa Ambiental da Amazônia, The Woods Hole Research Center, Environmental Defense. Brasília/DF. 2000.

RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro/RJ. 1993.

b. Conhecimento Pedagógico

Elegi, nesse eixo, o conteúdo/módulo Seminário de Educação em Ciências e Biologia porque ele destaca, como uma das habilidades pretendidas, *compreender o ensino de ciências como alfabetização científica* (UFPA, 2001, p. 12). A ideia de alfabetização científica é importante para esta pesquisa a respeito de concepções de Ciência, pois aborda, dentre outros conteúdos, os processos de compreensão de conceitos de Ciência e, nessa medida, considero que este módulo acrescenta informações relevantes para a construção de dados desta Tese. Apresento, a seguir, a ementa deste módulo, retirada do PPCLCB:

SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA (Código da disciplina: CB25006)

EMENTA: Abordagem histórica da construção da área de ensino de ciências em âmbito nacional e internacional. Discussão das principais ênfases da produção acadêmica em educação em ciências.

CONTEÚDOS

Histórico do Ensino de Ciências

Pesquisa no Ensino de Ciências

Ensino de Ciências como Alfabetização Científica

BIBLIOGRAFIA:

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ed. Unijuí, Ijuí, 2000.

CHASSOT, A. & OLIVEIRA, R.J. de (orgs.). *Ciência, ética e cultura na educação*. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, 1998.

COLETÂNEAS DO IV, V e VI ENCONTRO PERPECTIVAS PARA O ENSINO DA BIOLOGIA, São Paulo, 1991, 1994, 1999.

MORAES, R. (org.). *Construtivismo e ensino de ciências*. Ed. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2000.

NARDI, R. *Questões atuais no ensino de ciências*. Ed. Escrituras, São Paulo, 1998.

OLIVEIRA, D.L. de (org.). *Ciências nas salas de aula*. Ed. Mediação, Porto Alegre, 1997.

WISSMANN, H. *Didática das ciências Naturais: contribuições e reflexões*. Ed. Artmed, Porto Alegre, 1998.

c. Conhecimento Complementar

Esse eixo temático é constituído por diferentes tipos de atividades: disciplinas optativas (de cursos afins ou cursos de curta duração); atividades de extensão; atividades de pesquisa e complementares, não sendo definido, outrossim, nenhum tipo de conteúdo/módulo e bibliografia específica. Logo, utilizo, além das minhas observações de campo, as entrevistas semiestruturadas somente com os discentes em decorrência de eles terem liberdade de optar por quais atividades melhor correspondem às suas expectativas formativas, bem como a observação de campo em algumas atividades curriculares.

Tanto o eixo temático Vivência Profissional, quanto Conhecimento Complementar são trabalhados conforme as concepções de cada professor. São eles que definem o planejamento destes eixos, priorizando livremente objetivos, conteúdos, bibliografias.

Assim, no Quadro 1 a seguir, sistematizo os conteúdos/módulos eleitos para o desenvolvimento da pesquisa:

Quadro 1 – Conteúdos/módulos analisados

Eixo	Conteúdo/Módulo	Localização Curricular
Seres Vivos e Meio Ambiente	Ecosystemas	Segundo semestre
Conhecimento Pedagógico	Seminário de Educação em Ciências e Biologia	Primeiro semestre
Conhecimento Complementar		Ao longo do curso
Total: 3	Total: 2	

Fonte: FEIO, 2020.

2.3 Pesquisa de Campo

No seguimento do desenvolvimento desta Tese, a pesquisa de campo revelou-se um procedimento metodológico indispensável ao alcance dos objetivos que a orientam. Neste sentido, o *locus* de investigação é o Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do ICB/UFPA e o pesquisador é aluno do referido Curso¹³, razão

¹³ Por ocasião da redação desta Tese encontro-me com matrícula trancada.

pela qual se prevaleceu das orientações metodológicas da pesquisa participante conforme Brandão (2003) recomenda. Os participantes da pesquisa são alunos e professores dos primeiros dois semestres curriculares do CLCB.

Na condição de aluno/pesquisador, observei as práticas pedagógicas dos professores que ensinavam no primeiro ano do desenho curricular, suas opções teórico-metodológicas, concepções e explicações de conteúdo curricular, bem como a percepção dos discentes referente à prática pedagógica dos referidos docentes no que respeita às concepções de Ciência. Esta condição, qual seja, de discente e pesquisador era de conhecimento de todos os alunos e professores, os quais não manifestaram nenhum obstáculo.

As disciplinas observadas constam no Quadro 2:

Quadro 2 – Disciplinas do primeiro ano do desenho curricular

1º ano	
BLOCO I/Atividade Curricular:	BLOCO II/Atividade curricular:
<ul style="list-style-type: none"> - Os seres vivos e ambiente, incluindo atividade de campo - horário semanal: 6h - Evolução (conteúdo de geologia, paleontologia, evolução e antropologia) – horário semanal: 8h - Biossegurança – horário semanal: 2h - Bioética – horário semanal: 2h - Metodologia da Pesquisa e História da Ciência – horário semanal: 4h - Seminário de Educação em Ciências – horário semanal: 2h 	<ul style="list-style-type: none"> - Ecossistemas, incluindo atividade de campo e visitas orientadas - horário semanal: 6h - Células e Moléculas (conteúdo de Biologia celular, molecular, química, bioquímica e física) – horário semanal: 12h - Iniciação Antecipada à Docência I – horário semanal: 2h - Análise e Interpretação de Dados II – horário semanal: 4h - Estágio rotatório I – horário semanal: 2h

FONTE: FEIO, 2020.

Nesse sentido, a observação participante (BRANDÃO, 2003) e as entrevistas semiestruturadas aos docentes e discentes constituíram-se em instrumentos favorecedores à construção de dados para esta pesquisa.

Por estas opções a respeito dos procedimentos metodológicos definidos, a observação participante pôde me trazer referências teórico-metodológicas vividas *in loco*, pois ao fazer parte do processo formativo que analiso tive a oportunidade de

participar, interagir, relatar, contrapor, ouvir, observar e dialogar com professores e colegas diversas temáticas de estudo. A observação participante foi realizada no ano de 2016 até meados de 2017, num total de 454 horas, orientada pelas contribuições de Brandão (2003).

A observação foi objetivada mediante uma grade de questões de observação (Apêndice A) de campo, elas possibilitaram anotações em um diário de campo, concernentes aos objetivos desta Tese. As observações tiveram como *locus* a sala de aula e outros eventos pedagógicos e científicos do ICB. A grade de questões utilizada para observação foi a seguinte:

- a. As explicações/conteúdos ministrados pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- b. As atividades propostas pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- c. As estratégias didáticas utilizadas pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- d. O material usado/indicado (livros, apostilas, entre outros) pelo(a) professor(a) revela/reforça que concepção de Ciência?
- e. A participação dos(as) alunos(as) em sala de aula revela/reforça que concepção de Ciência?
- f. O tipo de avaliação proposto revela/reforça, que concepção de Ciência?

Concomitante às observações, entrevistei 8 professores (Apêndice B) que ministravam os conteúdos/módulos do primeiro ano curricular, já anteriormente descritos (critério de escolha). Ressalto que todos eles são professores com vínculo efetivo com a UFPA e doutores em sua área de pesquisa, com os quais tive contato por ocasião da participação como aluno nos módulos escolhidos para a análise. As entrevistas semiestruturadas com os professores (exceto a entrevista com a professora Silvia Chaves) incorreram sobre:

- a. Fale um pouco de sua trajetória profissional, com ênfase em sua escolha pela Biologia e pelo magistério superior?

b. Defina o termo Ciência.

c. Os alunos, de uma forma geral, compreendem esse conceito de Ciência em suas aulas?

d. Que relação é possível estabelecer entre Ciência e sociedade?

Mediante as narrativas destes professores, percebi que uma temática foi silenciada por eles e por mim, qual seja, a construção do PPCLCB. Querendo sanar esta ausência julguei prudente retornar ao campo para entrevistar professores que vivenciaram este momento. Outrossim, mediante um rol de professores que participaram desta construção a professora Silvia Chaves aquiesceu o convite para narrar suas memórias deste período no que se refere a esta iniciativa.

Além dos 8 (oito) professores, realizei também uma entrevista não-estruturada (Apêndice D) com a professora Silvia Chaves, que é professora do CLCB, mas não ministra aulas todos os semestres, pois tem atuação mais rotineira no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM) pertencente ao Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da UFPA. Decidi entrevistá-la sem perguntas previamente estruturadas porque me interessava um discurso narrativo mais memorialístico do período em que se elaborou o referido projeto.

A professora Silvia Chaves contribuiu para a feitura deste Projeto e presumi que muito poderia relatar a respeito dos bastidores dele, o que foi confirmado pela entrevista. Ela é a única participante desta pesquisa que tem, nessa Tese, seu nome revelado em função de expressa autorização, sem que eu a tenha solicitado. Quanto aos demais professores entrevistados, atribui pseudônimos, quais sejam: Adenina, Guanina, Citosina, Timina, Gene, *Plantae*, Clorofila e Célula. (Apêndice D)

Além destes professores, entrevistei (Apêndice E), em 2017, 10 alunos matriculados nos conteúdos/módulos em análise, nos meses de Janeiro e Fevereiro, os quais foram convidados por mim a participarem da pesquisa e aquiesceram sem nenhuma objeção. Defini como critério de escolha aqueles alunos que, em meu entendimento, mostraram-se mais interessados e participativos nos módulos escolhidos. Entendo que o interesse dos discentes pelas discussões e atividades acadêmicas é importante para a análise das concepções de Ciência e da prática pedagógica dos professores.

Para os discentes com ingresso no ano de 2016 (mesmo ano que também eu ingressei no Curso) quis saber:

- a. A trajetória escolar até a escolha do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.
- b. Definição do termo Ciência.
- c. Se o que os professores ensinam é compatível com a concepção de Ciência do discente.
- d. Relação entre Ciência e sociedade.

As narrativas dos discentes provenientes da entrevista foram agrupadas mediante o uso dos seguintes pseudônimos para designá-los: Guaraci; Jandir; Kauê; Kayke; Maiara; Moacir; Nina; Raoni; Ubirajara e Yara. O Apêndice F sistematiza uma breve história de vida dos respectivos discentes.

Todas as entrevistas (docentes e discentes) foram realizadas individualmente no ICB/UFPA, gravadas com autorização dos participantes e tiveram uma duração média de 30 minutos, mediante convite e agendamento. Esclareço que por ocasião da realização das respectivas entrevistas os participantes desta pesquisa oralmente concordaram em ser entrevistados e tomaram ciência dos objetivos, do resguardo do anonimato, bem a segurança dos dados em decorrência da gravação em áudio.

Após a feitura delas, transcrevi fielmente as narrativas para preservar o discurso dos participantes na sua íntegra, o que me possibilitou as primeiras leituras para organização e análise dos dados.

A organização dos dados foi feita levando-se em consideração os dados provenientes das observações da prática pedagógica dos conteúdos/módulos já identificados e das narrativas de estudantes e docentes provenientes das entrevistas. Após agrupá-los por instrumentos de construção de dados e participantes obtive uma leitura global acerca de concepções de Ciência difundidas e práticas pedagógicas vividas. Nesse sentido, pude definir eixos temáticos de análises em que pudesse dar visibilidade às referidas observações e narrativas. Logo, os eixos temáticos de análise desta Tese constituem-se em três vertentes:

1. Concepções de ciência
2. Práticas pedagógicas do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

3. Relações entre Ciência e Sociedade

Orientei-me, no que se refere à organização e análise dos dados, de uma maneira geral, pelos três polos cronológicos sugeridos por Bardin (1979) quanto à Análise de Conteúdo, quais sejam, a *pré-análise*, que é a fase da organização propriamente dita, o que inclui a escolha dos documentos e formulação dos objetivos; a *exploração do material*, caracterizada pela execução dos objetivos e questões norteadoras; e o *tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação*, que é a fase da resposta das questões norteadoras desta pesquisa.

Ainda concernente a esta organização e análise dos dados construídos, me prevaleci dos estudos de Habermas e Kuhn, por entender que tais autores são referências no campo da epistemologia, que poderiam me auxiliar nesta análise. Duas categorias habermasianas, quais sejam, Razão Instrumental e Razão Comunicativa (HABERMAS, 2012) são tomadas como orientação para a análise de concepções de Ciência. De Kuhn, identificamos a relevância do conceito de Ciência Normal ao longo da construção e análise dos dados.

Quando os dados se inseriram no esquema meio-fim, instrumental, e o diálogo com a sociedade foi posto em segundo plano ou sequer apareceu, organizei os dados no âmbito do que Habermas chama de Razão Instrumental. Quando, porém, pude, na análise de dados, articular o observado com o desejado perfil do professor de Biologia indicado no Projeto Pedagógico do curso, qual seja, *generalista, crítico, ético, e cidadão com espírito de solidariedade* organizei os dados na esfera da Razão Comunicativa, nos termos de Habermas. Além dos conceitos de Habermas expostos, o conceito kuhniano de Ciência Normal é tomado, nesta Tese, como fundamentação de análise, em função da descrição da rotina da formação científica feita por Kuhn, no entendimento do autor desta Tese, ser muito parecida com a rotina formativa observada em campo.

A prática pedagógica dos professores universitários é analisada a partir das contribuições de Pimenta (2002) e Veiga (1989).

Na seção seguinte, apresento, com maiores detalhes, a fundamentação teórica assentada em Kuhn (1998) e Habermas (2014) como forma de contribuir para análise das concepções de Ciência difundidas por professores e alunos do CLCB.

3 HABERMAS E KUHN: UMA APROXIMAÇÃO TEÓRICA PARA ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS

O objetivo desta seção é apresentar os conceitos básicos que serviram como referencial teórico para a análise dos dados desta Tese relativos às concepções de Ciência. Dois teóricos nos orientaram, basicamente, *in casu*, Kuhn e Habermas. O primeiro, principalmente, com o conceito de Ciência Normal e o segundo, com os conceitos de Razão Instrumental (e seu correspondente agir teleológico) e Razão Comunicativa (e seu correspondente agir comunicativo). Para tanto, busquei na literatura especializada obras dos respectivos autores para sistematizar as principais implicações destes conceitos. Início, nesta seção, as primeiras reflexões sobre concepções de Ciência difundidas no PPCLCB a partir da observação do processo ensino-aprendizagem, entrevistas aos participantes desta pesquisa e análise documental, oportunamente explorada com mais detalhes na seção 4.

Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) foi um físico norte-americano que se dedicou à história e filosofia da Ciência. Seu livro *A estrutura das revoluções científicas* é, sem dúvida, uma das obras mais citadas na literatura concernente à epistemologia desde a segunda metade do século XX até o presente século.

Habermas, por sua vez, contemporâneo de Kuhn, nascido em 1929, é um filósofo e sociólogo alemão cuja obra impactou diversas áreas do conhecimento: moral, política, teoria social, psicologia, filosofia da linguagem, epistemologia e muitas outras. É um dos mais importantes intelectuais na atualidade, dado o alcance de sua obra.

Embora contemporâneos e com distintas formações, entendo que o quadro conceitual sobre Ciência formulado por Habermas e Kuhn foi apropriado nesta Tese sem conflito teórico pela justificativa de não ser excludente, pelo contrário, amplia o debate epistemológico e converge em algumas questões, dentre elas, o reconhecimento da importância da comunidade científica em valorar a Ciência. Neste vasto e complexo quadro conceitual, preveleço-me de Kuhn e Habermas para dialogar, especificamente, acerca da Ciência Normal, da Razão Instrumental e da Razão Comunicativa.

3.1 Kuhn e a ciência normal

A estrutura das revoluções científicas é o maior *best-seller* da história da epistemologia (MENDONÇA, 2012). Ernest Mayr (2005) ressalta que poucas publicações na história da filosofia provocaram uma comoção na comunidade científica tão grande quanto esse livro de Kuhn. Há vários pontos da argumentação de Kuhn que, de certa forma, encaminharam boa parte das discussões sobre história e filosofia da Ciência desde a publicação da *Estrutura*, na década de 1960. A popularização acadêmica do termo paradigma¹⁴ ilustra com maestria essa tendência.

Com base em sua interpretação da história da Ciência, Kuhn (1998) elabora o conceito de Ciência Normal, que ele entende como sinônimo de pesquisa especializada, esotérica, paradigmática. A Ciência Normal, nesse sentido, é a pesquisa orientada por um paradigma.

3.1.1 Paradigma e comunidade científica

Paradigma ou matriz disciplinar, na acepção de Kuhn, são as generalizações simbólicas, os compromissos coletivos que determinada especialidade de estudo partilha, os valores e os exemplos-padrão de resolução de problemas (também chamados de *exemplares*). A matriz disciplinar, desta forma, apresenta um núcleo de problemas já resolvidos. A comunidade de pesquisadores deve dedicar-se a outros problemas, derivados ou articulados, de alguma forma, com o paradigma.

¹⁴ Paradigma, na obra de Kuhn (1998), é sinônimo de *matriz disciplinar*, que teria dois sentidos básicos. O primeiro sentido seria mais amplo do que o segundo, refere-se à matriz disciplinar como um todo. Kuhn apresenta quatro componentes da matriz disciplinar, a saber: **1º componente:** as generalizações simbólicas, que são os componentes *formais ou facilmente formalizáveis*, como por exemplo, $F = ma$ (formal), ou ainda, *a uma ação corresponde uma reação igual e contrária* (formalizável); **2º componente:** os compromissos coletivos com crenças (refere-se, por exemplo, aos modelos heurísticos que uma determinada comunidade partilha); **3º componente:** os valores (são partilhados mais amplamente que as generalizações simbólicas, por exemplo, o recurso às *predições quantitativas*, que é usado por várias comunidades científicas. Nesse sentido, os valores são *características mais globais* da ideia de paradigma. Além disso, questões como se a ciência deve ou não ter uma utilidade social são, segundo Kuhn, outra espécie de valor); **4º componente:** trata-se das soluções que os estudantes encontram desde o início de sua educação científica, seja nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos e ainda as soluções técnicas de problemas encontráveis nas publicações periódicas. Esse quarto componente, Kuhn sintetiza por meio da expressão *exemplares*. São os exemplares, o componente mais importante da matriz disciplinar e o sentido responsável pela própria eleição do termo paradigma. Os exemplares seriam o segundo sentido do termo paradigma anunciado no início desta nota. Podemos dizer, portanto, que o segundo sentido do termo paradigma é um *subconjunto* do primeiro.

Para Kuhn, “os praticantes de uma especialidade científica madura aderem profundamente à determinada maneira de olhar e investigar a natureza baseada em um paradigma” (KUHN, 2012, p. 41-42). Seriam exemplos de paradigmas a análise aristotélica do movimento, os cálculos ptolomaicos das posições planetárias, o emprego da balança por Lavoisier, a matematização do campo eletromagnético por Maxwell, dentre muitos outros.

Kuhn (1998) compara o paradigma com o efeito de uma decisão judicial em países de direito costumeiro onde o precedente serve de orientação para decisões futuras. Outrossim, o paradigma é efeito de um trabalho completado no passado, mas cujo modelo de resolução de problemas mostra-se robusto para dar conta de um conjunto específico de problemas de determinada especialidade de estudo.

O paradigma, nesse sentido, orienta a pesquisa de forma que se consiga articular com mais propriedade o fenômeno estudado com o modelo aceito, sob condições novas e mais rigorosas. Destaca Kuhn (2012) que a natureza é demasiado complexa para ser explorada ao acaso, mesmo que de maneira aproximada, para tanto, deve haver algo que diga ao cientista o que procurar, onde procurar e por que procurar. Esse algo seria o paradigma fornecido pela tradição e perpetuado pela educação científica.

No conjunto da obra de Kuhn, o termo paradigma tem estreita proximidade com a expressão comunidade científica. “Um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade científica, e apenas eles, compartilham” (KUHN, 2011, p. 313) – explica Kuhn. Por outro lado, comunidade científica consistiria nos profissionais de uma especialidade científica que, unidos por elementos comuns, dado o seu processo de formação acadêmica, compartilham um conjunto de objetivos, dentre os quais a formação de seus sucessores (KUHN, 2011).

A comunidade científica se caracterizaria pela relativa integridade (unidade de compromissos teóricos, metodológicos e instrumentais) da comunicação no interior do grupo, bem como pela relativa unanimidade dos juízos coletivos em questões profissionais. Físicos, químicos e biólogos seriam exemplos de comunidades, porém, Kuhn admite níveis especializados de comunidades: físicos de partículas, geneticistas, entre outros. Nesse sentido, poderia haver comunidades com cem membros ou menos (KUHN, 2011). Individualmente considerados, segundo Kuhn,

os cientistas podem participar de diferentes comunidades científicas, o que dependerá do alcance do trabalho que desenvolvem.

Nessa perspectiva, posso considerar os docentes de CLCB como constituintes de diversas comunidades científicas, sendo líderes e/ou participantes de grupos de pesquisas certificados pelo CNPq, como pude constatar na análise do perfil docente. Os discentes do CLCB, por outro lado, de um ponto de vista kuhniano, são pesquisadores em formação e candidatos a participantes de determinada comunidade científica.

3.1.2 Paradigma e Ciência extraordinária

Para Kuhn (1998), o estabelecimento de um paradigma é evidência de maturidade da Ciência. Trata-se de estágio histórico em que determinada especialidade de estudo normaliza as atividades e, enfim, consegue progredir. Os períodos pré-paradigmáticos seriam marcados historicamente pela crise. Trata-se de períodos instáveis nos quais os cientistas precisam escolher entre duas ou mais teorias fundamentais concorrentes. Por isso mesmo, a crise tem uma característica pedagógica, pois é propulsora de novas teorias que precisam se apresentar de forma mais convincente para serem aceitas pela comunidade científica.

Nesses períodos de instabilidade, Kuhn advoga que os cientistas se comportam como filósofos, pois o questionamento e a crítica teriam um papel fundamental em tempos de crise. O debate e a argumentação são indispensáveis para a eleição de um dentre diversos modelos incongruentes. O paradigma só se estabelece enquanto tal porque é mais bem-sucedido que seus concorrentes na resolução de alguns problemas que o grupo especializado de cientistas reconhece como nucleares para os encaminhamentos de suas pesquisas. Por isso, a recepção consensual de um paradigma ocorre quando este se mostra mais convincente e, portanto, com um poder explicativo maior que as teorias rivais. Esse momento histórico em que um paradigma é vitorioso seria o da Ciência extraordinária.

A Revolução Científica seria a vitória da Ciência extraordinária. Isso ocorre quando uma realização científica é amplamente reconhecida, a despeito de certa resistência inicial. A Ciência extraordinária marca o início do fim de uma crise na história de determinada especialidade de estudo. Seria, para Kuhn, o

enfraquecimento dos debates filosóficos entre cientistas no que se refere aos problemas básicos da Ciência em questão, dada a vitória de determinado modelo explicativo.

Por isso mesmo, quanto mais filosófica é uma área do saber, quanto mais questionadora, argumentativa e promotora do espírito crítico, menos paradigmática essa área seria e, *ipso facto*, menos científica. Nesse sentido, paradigma também é definido por Kuhn (2012) como sendo um resultado recebido por um grupo cujos membros deixam de tentar rivalizar ou deixam de criar-lhe empecilhos. Outras especialidades de estudo conviveriam com modelos em competição, não, porém, as Ciências Naturais. O seguinte excerto ilustra esta compreensão:

Ao contrário da comunidade dos artistas – que se pode inspirar simultaneamente nas obras de, por exemplo, Rembrandt e Cézanne e que, portanto, estuda um e outro – a comunidade dos astrônomos não tinha alternativa senão escolher entre os modelos em competição fornecidos por Copérnico e Ptolomeu. Além disso, uma vez feita a escolha, os astrônomos passavam a esquecer a obra que tinham rejeitado (KUHNS, 2012, p. 29).

A comunidade dos astrônomos deste excerto representa qualquer comunidade de pesquisadores vinculada a alguma Ciência Natural: química, física, biologia, geologia, entre outras. Seriam essas áreas que se enquadrariam no conceito kuhniano de Ciência Normal. Outras áreas como a psicologia ou a arte não poderiam ser aceitas como Ciência Normal já que não têm uma matriz disciplinar unânime. São áreas que convivem com modelos diferentes de trabalho e, muitas vezes, isso nem é um problema, pois estes modelos fazem parte da natureza da própria disciplina, como talvez seja o caso da arte.

Ao escolher um paradigma, a comunidade de cientistas da natureza acredita que esse é o modelo definitivo de interpretação da natureza, traço não muito comum em áreas como a sociologia ou a história, por exemplo. Daí o excerto destacado afirmar que uma vez feita a escolha, os *astrônomos passavam a esquecer a obra que tinham rejeitado*, visto que o paradigma preterido é tido como inadequado para interpretar os fenômenos que, em tese, deveria explicar.

Contudo, a Ciência extraordinária constitui-se episódio raro na história da Ciência. Os períodos revolucionários seriam apenas ocasionais, nas palavras de Kuhn, as revoluções só ocorrem *de tempos em tempos*. (KUHNS, 2011, p. 289). Não

é todo dia que surge um Lavoisier, um Darwin ou um Einstein. Para Kuhn, destacar as peculiaridades das realizações científicas revolucionárias como se elas estivessem presentes no cotidiano da Ciência é um crasso equívoco.

O objetivo da revolução científica seria justamente normalizar a prática científica e não a busca de descobertas fundamentais de forma rotineira. Se a cada dia a base da prática científica mudar, a metodologia mudar, os compromissos teóricos mudarem, os exemplos-modelo mudarem, então não seria possível o progresso da Ciência. Daí Kuhn (1998) afirmar que o paradigma é uma “promessa de sucesso”.

O paradigma dá estabilidade para determinada área de pesquisa, estabelece metodologias, crenças, compromissos teóricos que seriam a condição mínima do progresso. Em uma área de estudo em que predomina a disputa de teorias concorrentes sobre problemas básicos, não haveria a menor possibilidade de progresso. Por isso mesmo o paradigma seria essa promessa de sucesso e a Ciência Normal, a atualização dessa promessa.

3.1.3 Educação, tradição e Ciência Normal

Os profissionais são formados, segundo Kuhn, para a Ciência Normal, não para a Ciência extraordinária (KUHN, 2011). A educação científica seria uma educação convergente e não um treinamento para o debate questionador sobre fundamentos. A educação científica, outrossim, seria a reprodução do consenso e não o estímulo do dissenso. Mais que isso: o percurso profissional ulterior, segundo Kuhn, reforça o consenso. Essa seria uma razão pela qual haveria uma grande diferença entre a Ciência e a filosofia.

Kuhn não considera adequada a articulação que Karl Popper (1999) faz entre Ciência e filosofia, qual seja, a íntima proximidade de ambas com o método crítico, herança que remonta, afirma Popper, aos filósofos Jônicos¹⁵. A Ciência Normal não

¹⁵ Para Popper, a Ciência segue a tradição crítica inaugurada pelos filósofos jônicos. Os jônicos teriam dado uma contribuição indelével à história da Ciência ao adotarem o que Popper chama de método crítico. Estes filósofos não reproduziam as explicações de seus mestres. Preservaram o método crítico justamente por desviarem-se de seus mestres (POPPER, 1999). O referido autor esclarece que a Ciência progride, de fato, mas não por se submeter a um paradigma ideológico e sim, em função do método da *refutabilidade*, que consiste na tentativa honesta de refutação de determinada teoria que se pretende validar. Uma boa teoria, desse modo, não seria uma teoria

pode ter um traço tão forte de espírito crítico, tal como o presente na filosofia. O espírito crítico minaria o progresso científico. A Ciência Normal precisa do dogma. As ciências maduras não podem viver sem o dogma (KUHN, 2012).

No ensaio *Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?*, Kuhn (2001) afirma, por exemplo, que algumas áreas do conhecimento, como a matemática e a astronomia, desde o período helenístico¹⁶ teriam abandonado o discurso crítico. Aliás, o sucesso dessas áreas teria se dado justamente pelo fato de terem seguido um caminho diferente da filosofia e optado pela rejeição do posicionamento crítico. Há uma afirmação contundente de Kuhn a esse respeito, qual seja: “é precisamente o abandono do discurso crítico que marca a transição para a ciência” (KUHN, 2011, p. 290).

No ensaio *Tensão essencial: tradição e inovação na pesquisa científica*, Kuhn (2011) sustenta que há tensão entre a tradição e inovação na Ciência Normal. Haveria, nessa perspectiva, uma relação dialética na Ciência Normal entre tradição e inovação. De um lado a inovação é importante e as novas tecnologias, por exemplo, que são fruto da inovação científica, estão entre os benefícios da Ciência mais celebrados pela sociedade contemporânea.

Por outro lado, Kuhn afirma que tal inovação só é possível pelo comprometimento da Ciência Normal com a tradição, o que pode parecer um paradoxo. A adesão ao paradigma permite, conforme Kuhn, a resolução de focos de dificuldades e, por isso mesmo, promove o surgimento inevitável de “inovações importantes nos fatos e nas teorias” (KUHN, 2012, p. 25). Para Kuhn, A educação nas Ciências Naturais “continua sendo uma iniciação dogmática a uma tradição preestabelecida que o aluno não está equipado para avaliar” (KUHN, 2011, p. 246). Nessa mesma direção, destacamos a seguinte passagem do ensaio *A função do dogma na investigação científica*:

bastante *verificada*, mas uma teoria que ainda não foi refutada, a despeito das tentativas sérias de falseamento perpetradas tanto pelo próprio pesquisador que a elaborou, como pelos seus críticos. A comunidade científica seria, assim, uma comunidade de pesquisadores, cada um dos quais disposto a criticar, tão intensamente quanto possível, a afirmação dos demais (POPPER, 1980).

¹⁶ O período helenístico refere-se à cultura do período que se seguiu à morte de Alexandre Magno (323 a. C.). Nicola Abbagnano (2007) diz que esse período é caracterizado pelo divórcio entre Ciência e filosofia. A filosofia passou a ser entendida em um sentido muito próximo ao senso comum atual, qual seja, o sentido de uma atividade consoladora e tranquilizante que eleva o ser humano da vida comum e garante-lhe a imperturbabilidade da alma. As pesquisas científicas, por outro lado, são marcadas por expressivo sucesso de determinados métodos e pela sistematização dos resultados.

Embora o desenvolvimento científico seja particularmente produtivo em novidades que se sucedem, a educação científica continua a ser uma iniciação relativamente dogmática a uma tradição preestabelecida de resolver problemas, para a qual o estudante não é convidado e não está preparado para apreciar (KUHN, 2012, p. 28).

A educação científica como *iniciação dogmática a uma tradição preestabelecida* é, sem dúvida, um ponto polêmico da epistemologia kuhniana. Ante o excerto anteriormente destacado posso apresentar, por exemplo, os seguintes questionamentos: então, educar em Ciências Naturais implica educar para o dogma, para o não-questionamento, para a não reflexão sobre pontos importantes de determinada especialidade de estudo? O discente de Biologia, física ou química, por exemplo, se quiser ser bem-sucedido em sua carreira ulterior, deve necessariamente reproduzir o paradigma? A pedagogia das Ciências Naturais precisa ser tão dogmática quanto a da Teologia?

A respeito desse último questionamento, *ipsis litteris*, Kuhn afirma que “a pedagogia científica pode induzir a uma rigidez profissional difícil de se alcançar em outros campos, exceto na teologia” (KUHN, 2012, p. 26). Além disso, tendo em vista a teoria kuhniana analisada, muito provavelmente Kuhn não teria qualquer pudor em responder *sim* aos dois primeiros questionamentos.

Considero importante destacar que, conquanto Kuhn, de certa forma, demarque a Ciência Normal de outras formas de conhecimento, como exposto anteriormente, ao mesmo tempo, ele mostra que há semelhanças constrangedoras, de um ponto de vista positivista clássico¹⁷, entre Ciência e outras produções culturais. O positivismo apresenta a Ciência matematizável e experimentável como o único conhecimento objetivo possível e seu método como o único válido para a descrição fiel de qualquer fenômeno (ABBAGNANO, 2007). Kuhn, por outro lado,

¹⁷ O positivismo do século XIX, aqui chamado de positivismo clássico, pode ser caracterizado, segundo Abbagnano (2007, p. 787), pela visão romântica da Ciência que, nesta perspectiva, é vista como único guia individual e social da vida humana. Neste diapasão, as teses fundamentais do positivismo clássico são as seguintes: 1. *A ciência é o único conhecimento possível e o método da ciência é o único válido (...)* 2. *O método da ciência é puramente descritivo, no sentido de descrever os fatos e mostrar as relações constantes entre os fatos expressos pelas leis, que permitem a previsão dos próprios fatos (Comte); ou no sentido de mostrar a gênese evolutiva dos fatos mais complexos a partir dos mais simples (Spencer)* 3. *O método da ciência, por ser o único válido, deve ser estendido a todos os campos de indagação e da atividade humana (...)* (ABBAGNANO, 788, p. 2008). Assim, a Ciência, de um ponto de vista do positivismo clássico, seria a única forma válida de descrição do mundo. Ciência, nesta perspectiva, inclui universalização, matematização, experimentação e previsibilidade (HABERMAS, 2014).

desnuda a Ciência objetiva, de um ponto de vista positivista, ao aproximá-la da teologia quanto ao dogmatismo e à rigidez pedagógica.

O dogma, isto é, a convergência, o sólido consenso estabelecido, é adquirido por meio da educação científica (KUHN, 2011, p. 243). A educação científica funda-se, destaca Kuhn, pelo menos no que se refere às Ciências Naturais, sempre em “técnica de exposição exclusiva a uma tradição rígida” (KUHN, 2011, p. 246). Por isso mesmo, as graduações em Ciências Naturais seriam tão dependentes de manuais, que são livros escritos especificamente para estudantes, ao contrário de outras áreas que, por exemplo, valorizam os clássicos. Na perspectiva kuhniana, clássicos são os cientistas que contribuíram efetivamente para dada Revolução Científica, portanto, alcançaram reconhecimento e prestígio na comunidade científica internacional, a exemplo de Darwin e Mendel.

O CLCB, local desta investigação, quero destacar, não foge à regra desta observação de Thomas Kuhn, como pude comprovar no período de construção de dados desta pesquisa. Em uma breve consulta ao Projeto Pedagógico dos Cursos de Filosofia e de Artes da UFPa identifiquei que os clássicos da arte e os clássicos da filosofia são elencados nas referências, tal fato me faz presumir que, muito provavelmente, estes livros são estudados nos respectivos cursos de graduação destas áreas. Porém, os estudantes universitários de Ciências Naturais raramente leem os clássicos de suas disciplinas (KUHN, 2011), atitude ratificada pelo registro do diário de campo do pesquisador, durante as observações do processo de ensino aprendizagem relativos a esta Tese.

Entre a leitura dos clássicos e a leitura dos comentadores dos clássicos a opção, neste Curso, tem sido pela última, razão pela qual os manuais têm proeminência porque apresentam o conteúdo científico de forma esquemática, priorizando o avanço da Ciência. Essa opção se dá, segundo Kuhn, porque os manuais sintetizam o que se considera importante saber e o que é nuclear estudar em determinada especialidade de estudo na visão dos docentes, logo, os clássicos deixam de ser aceitos completamente ou foram reinterpretados pelo novo paradigma de forma que, para uma formação sólida e produtiva, são tidos como leitura totalmente dispensável. Os manuais, enfim, exibem as *soluções concretas* (KUHN, 2011), isto é, os paradigmas. Por isso mesmo, Kuhn afirma que “a característica

mais marcante dessa educação é que, num grau completamente desconhecido nos demais campos criativos, ela é toda conduzida por manuais” (KUHN, 2011, p. 245).

Kuhn (2011), desse modo, sustenta que a pedagogia prevalecente nas graduações em Ciências Naturais é demasiado rígida em sua orientação tradicionalista, é dependente principalmente de manuais, é avessa à apresentação de abordagens diferentes e incompatíveis, bem como é forjadora de mentalidades condicionadas. Ele afirma que a educação em Ciências Naturais, dentre outras características, visa forjar *atitudes mentais*, a que também designa pelo termo alemão *Einstellungen*. Espera-se dos estudantes, com essa orientação, que tenham uma mentalidade condicionada de buscar e oferecer soluções para os problemas estudados congruentes com o treinamento acadêmico recebido, isto é, espera-se que os estudantes raciocinem de acordo com o paradigma aprendido. Mais que isso, Kuhn sugere que essa forma de educar, independentemente de juízos de valor, é a responsável pelo sucesso da formação inicial do estudante de física, química, Biologia e áreas correlatas. Kuhn (2011), por outro lado, mostra-se disposto a concordar que essa concepção pedagógica é questionável, pois a educação científica deveria dar muito mais que isso ao discente.

A formação inicial em Ciências Naturais poderia, reconhece Kuhn, propiciar ao estudante elementos para que possa aprender a reconhecer e avaliar problemas para os quais não há uma solução inequívoca; poderia, outrossim, propiciar um arsenal de técnicas para a abordagem desses problemas, bem como para julgar a relevância dessas técnicas e avaliar possíveis soluções parciais. A educação científica, nas palavras de Kuhn, produz *atitudes mentais* dogmáticas e seria compreensível que as teorias educacionais vejam essa concepção pedagógica como sendo um *anátoma* (KUHN, 2011, p. 245). Contudo, a despeito da crítica pedagógica, Kuhn afirma que a educação em ciências continua sendo uma iniciação dogmática a uma tradição preestabelecida. O estudante universitário não está equipado para avaliar ou fazer críticas a essa tradição. Esse entendimento de Kuhn foi ratificado pelas minhas observações no período de construção de dados dessa pesquisa, já que grande parte dos discentes aceitava, calado, sem questionamentos, o ensino ministrado pelo professor. Além disso, “essa técnica de exposição exclusiva a uma tradição rígida foi a maior geradora de inovações decisivas” (KUHN, 2011, p. 246), conforme já destacado anteriormente. A Ciência Normal restringe

drasticamente a visão do cientista, porém, essa restrição se daria em função da confiança no paradigma e seria fundamental para o desenvolvimento da Ciência (KUHN, 1998).

Os problemas normais de pesquisa seriam geradores de inovações, mas isso só seria possível, conforme já destacado, devido a sua vinculação a certa tradição paradigmática, isto é, devido ao seu reduzido interesse em produzir grandes novidades (KUHN, 1998). A novidade aceita é aquela que refina o paradigma, aquela que contribui para o progresso da especialidade de estudo, aquela que aumenta o alcance e a precisão, aquela que fecha lacunas. A Ciência Normal não busca uma novidade inesperada, substantiva, de importância capital. Nesse sentido, há sempre um esquema normativo recebido pela educação científica que orienta a atividade produtiva das Ciências Naturais. Na ausência desse esquema normativo previamente aceito não poderia haver físicos, químicos ou biólogos.

Recordo que, durante a construção dos dados da minha pesquisa, observei a constante presença dos manuais e a descrição da formação científica de Kuhn foi, nesse quesito (dependência de manuais), em meu entendimento, ratificada por esses dados. Por exemplo, a disciplina Ecossistemas mostrou-se dependente do manual *A economia da natureza*, de Ricklefs (1993). De uma maneira geral, na maioria das vezes que o assunto estudado versou sobre conteúdos curriculares específicos da Ciência Biológica, houve a referência, por parte dos docentes, a algum manual ou a um conjunto de manuais, independentemente do módulo estudado.

Contudo, ainda que os dados da minha pesquisa revelem certa rigidez pedagógica, nos termos de Kuhn, eu jamais compararia a pedagogia predominante do CLCB com o que é feito em Teologia, como o fez Kuhn em relação às Ciências Naturais em geral. Observei algum espaço para o debate e para a crítica no CLCB, embora não tenha sido uma prática constante. Por exemplo, no conteúdo/módulo Evolução, recordo que o professor Célula, durante uma de suas aulas, comentou que sua pesquisa com mitocôndrias era incompatível com certa tradição no estudo dessa organela citoplasmática. Ele relatou que em determinada palestra, teve que instigar os discentes a abandonarem a crença em determinada tradição de estudo da mitocôndria que, em seu entendimento, está equivocada. O referido professor sustentou enfaticamente que, algumas vezes, não devemos recepcionar conteúdos

de manuais. Outro professor, aqui chamado Gene, preferia adotar artigos científicos em suas aulas e não manuais.

Pelo exposto, continuo compreendendo que o conceito de Ciência Normal, de Kuhn, é um importante conceito orientador para a maior parte dos dados analisados. Todavia, reitero que, em meu entendimento, os dados desta pesquisa também apresentaram contraexemplos deste conceito, os quais serão analisados na seção 4 desta Tese.

3.1.4 Enigmas ou problemas? O confronto com Karl Popper

Kuhn, tanto no livro *Estrutura*, como em diversas palestras e ensaios, trabalhou com a metáfora do quebra-cabeças ou do jogo de xadrez. O cientista normal seria um solucionador de quebra-cabeças ou um jogador de xadrez. Isso pode ser ilustrado com o seguinte excerto:

Normalmente o cientista é um solucionador de quebra-cabeças como um jogador de xadrez, e a adesão induzida pela educação é o que lhe dá as regras do jogo que se pratica no seu tempo. Na ausência delas, ele não seria um físico, um químico ou o que quer que fosse aquilo para que fosse preparado (KUHN, 2012, p. 25).

No capítulo 3 da *Estrutura*, Kuhn esclarece que quebra-cabeça é uma categoria particular de problemas que servem para testar a engenhosidade ou habilidade do pesquisador na resolução de problemas (KUHN, 1998). Um quebra-cabeça tem alguns traços que permitem a comparação com a atividade da Ciência Normal pois ele possui uma solução assegurada e obedece a regras que limitam a solução aceitável. O paradigma que se adquiriu ao longo de todo um processo formativo fornece as regras, descreve as peças válidas e indica o objetivo que se pretende alcançar no jogo. O quebra-cabeças nunca está sendo testado, o que está em jogo é a habilidade da pessoa que o monta. É do êxito em resolver quebra-cabeças que depende a reputação do cientista (KUHN, 2012). Isso significa que há regras pré-estabelecidas que devem ser seguidas para que a atividade científica seja bem-sucedida. O progresso científico seria dependente de uma educação convergente, bem como de uma prática normal a ela correspondente.

Kuhn sustenta que a educação científica prepara solucionadores de enigmas. Enigma, em Ciência, seria justamente um problema com regras pré-estabelecidas. O quebra-cabeças e o jogo de xadrez fazem parte da composição dessa metáfora. A diferença que Kuhn estabelece entre a sua concepção de enigma e a concepção popperiana de problema é esclarecedora. Na nota de rodapé número 7 do ensaio *Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa?*, Kuhn (2011) comenta o assunto. Ele diz que a similaridade entre os dois termos em questão disfarça uma divergência fundamental.

Kuhn observa que os problemas da Ciência em Popper ocorrem devido a dificuldades e contradições da teoria. O cientista, em meio a estas dificuldades, tem suas expectativas decepcionadas e, por isso, precisa apresentar uma solução para o problema que seja descomprometida com a tradição. Os problemas de Popper comprometem os modelos teóricos em vigor, questionam aspectos fundamentais da teoria e prática científica. Kuhn entende que o cientista não é um solucionador de problemas no sentido descrito por Popper. O cientista normal de Kuhn, como solucionador de enigmas, está preocupado apenas com problemas ordinários, problemas de aplicação do paradigma. Nunca está em questão, para o cientista normal, a validade do paradigma. Um bom jogador de xadrez não tenta questionar ou mudar as regras do jogo.

A matriz disciplinar, pelo menos no que nela há de fundamental, permanece intocada nos testes realizados pelo pesquisador normal. Os enigmas, de Kuhn, são desafios ao cientista e não à validade da teoria. No cotidiano da prática científica as dificuldades seriam do cientista, não da teoria vigente. Seriam as habilidades da pessoa que estariam sendo testadas, não as regras do jogo. No capítulo sete da *Estrutura das revoluções científicas*, Kuhn ilustra este pensamento ao dizer que o pesquisador que rejeita o paradigma é visto pelos seus colegas como o carpinteiro que culpa suas ferramentas pelo seu fracasso (KUHN, 1998). Desse modo, o insucesso do pesquisador em apresentar uma solução para um problema da pesquisa normal desacredita somente o cientista, não a teoria.

Kuhn destaca que o conceito de Ciência de Popper obscurece o que há de mais peculiar na pesquisa normal, posto que este conceito caracterizaria a prática científica não com o que nela há de mais comum e sim com o que muito raramente acontece na Ciência, a saber, o debate crítico em torno da validade da teoria

vigente. Kuhn se diz descontente com o termo popperiano falseamento, pois o cientista normal teria, como já destacado, um compromisso profundo com a tradição. A falseabilidade de Popper descompromete o pesquisador com as crenças tradicionais de sua especialidade de estudo.

Kuhn afirma que a história da Ciência estaria repleta de contraexemplos das ideias popperianas. Popper cita com frequência, observa Kuhn, autores como Copérnico, Lavoisier e Einstein, mas ele teria ignorado o fato de que as realizações científicas destes homens foram episódios raríssimos na história da Ciência. Caracterizam momentos especiais da Ciência, não seu estado de normalidade. São situações extraordinárias e não situações normais. Daí a já apresentada distinção estabelecida por Kuhn entre Ciência extraordinária e Ciência Normal.

A prática científica, tal como Popper a descreve, ocorre, de fato, ressalta Kuhn, nos episódios de Revolução Científica. Isso se dá quando surge, por exemplo, uma anomalia, que seria um fenômeno para o qual o paradigma não prepara o investigador (KUHN, 1998). Esses episódios da história da Ciência são chamados, conforme já esclarecido, de crise. Contudo, o aparecimento de contraexemplos não implicaria, de imediato, a rejeição do paradigma.

Os cientistas concebem convenções *ad hoc*¹⁸, sem o menor pudor, para salvar o paradigma. Diante de uma anomalia o cientista tende a pensar que é sua pesquisa que está errada, não o paradigma. Ele foi educado para pensar assim. Por isso, o cientista usará todos os artifícios necessários com a finalidade de adequar o novo caso ao paradigma dominante, ainda que ele precise recorrer a uma estratégia *ad hoc*.

Porém, algumas vezes, as lacunas e as anomalias, com o tempo, impõem-se e forçam a busca de uma explicação mais completa e satisfatória para determinada área de estudo, o que cria uma plataforma para o surgimento de teorias concorrentes, uma das quais acaba, pelo seu poder explicativo, realizando uma Revolução nesta área, dando início a um novo ciclo de Ciência Normal.

Estas considerações a respeito da Ciência Normal de Kuhn nos ajudam a compreender que a Ciência tem compromisso com a tradição que a sustenta e que

¹⁸ Convenção *ad hoc* é uma estratégia para impedir a refutação de uma teoria ou argumento: cria-se um conceito que não fazia parte do esquema explicativo inicial para impedir a refutação da tese aceita.

lhe dá legitimidade. Neste sentido, o paradigma só é contestado em situações muito atípicas, o que demonstra a força e o poder da comunidade científica. Na continuidade desta seção, apresento a seguir o quadro conceitual de ação comunicativa habermasiana.

3.2 Habermas e a ação comunicativa

A *Teoria do agir comunicativo* é frequentemente citada como a obra mais importante de Habermas (REESE-SCHÄFER, 2009). A ideia central desta obra é a de que “a racionalidade econômica e burocrática do sistema penetra crescentemente nas esferas do mundo da vida, colonizando-as e leva, dessa forma, a perdas de liberdade e de sentido” (REESE-SCHÄFER, 2009, p. 44). Mundo da vida, por sua vez, na terminologia habermasiana, é um horizonte de suposições de fundo partilhadas de forma intersubjetiva, isto é, partilhadas pelos membros de determinada comunidade linguística, o que inclui comunidades científicas, na medida em que partilham generalizações simbólicas e linguagem técnica em geral. Nessas suposições de fundo estaria inserido todo o processo de comunicação. Diz Habermas:

(...) passo a introduzir o conceito de mundo da vida, inicialmente como correlato dos processos de entendimento. Sujeitos que agem comunicativamente buscam sempre o entendimento no horizonte de um mundo da vida. O mundo da vida deles constitui-se de convicções subjacentes mais ou menos difusas e sempre isentas de problemas. Esse pano de fundo ligado ao mundo da vida serve como fonte de definições situacionais que podem ser pressupostas pelos partícipes como se fossem isentas de problemas (HABERMAS, 2012, p. 138).

Toda comunidade linguisticamente mediada tem como ponto de partida do processo comunicativo o seu mundo da vida. Para Habermas, entretanto, a racionalidade econômica e burocrática colonizou o mundo da vida das sociedades liberais que vivem sob a égide de uma constituição democrática.

Habermas afirma que o que Kuhn chama de Ciência Normal está ligado ao mundo da vida do cientista posto que “os paradigmas que sustentam as abordagens teóricas provêm das experiências primárias do cotidiano” do pesquisador (HABERMAS, 2014, p. 208). Kuhn teria contribuído para a compreensão, hoje

comum em epistemologia, de que a interpretação dos dados depende de uma linguagem teórica prévia, ou, como diz o próprio Habermas: “(...) os dados com base nos quais é possível chegar às teorias não podem ser descritos sem a linguagem teórica correspondente” (HABERMAS, 2012, p. 209). Nesse sentido, Habermas compartilha com Kuhn a crítica ao positivismo clássico sendo que ambos tomam por ingênua a convicção de que enunciados teóricos se referem a estados objetivos de coisas. Qualquer enunciado teórico precisaria ser entendido de forma relativa ao seu sistema de referência.

Todavia, malgrado Kuhn tenha explicitamente reconhecido que os valores (terceiro componente da matriz disciplinar) compõem o conceito de paradigma e que isso inclui questões sociais, ele próprio não desenvolve o impacto disso na história da Ciência, no trabalho cotidiano do cientista normal ou na educação científica. Habermas, ao contrário, desnuda esse aspecto da Ciência e sustenta que no pano de fundo da racionalidade ocidental, e isso inclui a atividade científica, bem como seu ensino, há a influência da racionalidade econômica e, por isso mesmo, a relação entre Ciência e sociedade é patente.

3.2.1 Racionalidade, teleologia e comunicação

Habermas (2012) afirma que a estrutura de nosso saber é proposicional. Isso significa dizer que opiniões podem ser representadas explicitamente sob a forma de enunciados. A racionalidade, no sentido técnico habermasiano, tem menos a ver com a posse de conhecimento do que com a forma que os sujeitos adquirem e empregam o saber sob a mediação da linguagem. Duas dessas formas de empregar o saber são ferramentas de trabalho dessa Tese, pois orientam a sua construção de dados, quais sejam, a racionalidade teleológica e a racionalidade comunicativa, que correspondem aos conceitos de agir teleológico e agir comunicativo.

O conceito de agir teleológico (também chamado de ação racional com respeito a fins, agir estratégico, ação instrumental, ação orientada pelo êxito e termos correlatos) estaria no centro da teoria filosófica da ação desde Aristóteles (HABERMAS, 2012). Não há dúvida de que Aristóteles está na raiz da primeira grande tradição de reflexão sobre o agir teleológico. Ele abre sua obra *Ética a Nicômaco* com a afirmação de que “toda a perícia e todo o processo de

investigação, do mesmo modo todo o procedimento prático e toda decisão, parecem lançar-se para certo bem” (ARISTÓTELES, 2009, p. 17). Isto é, haveria sempre uma teleologia explicativa em relação a toda ação humana. Aristóteles (2009, p. 17) acrescenta: “assim é, por exemplo, o caso da saúde relativamente à medicina, da embarcação relativamente à construção naval, da vitória relativamente à estratégia militar, da riqueza relativamente à economia”. O *telos*, isto é, o fim para o qual a ação se dirige, seria o bem que dá sentido e orienta a ação.

No entanto, a ação racional teleológica, em Aristóteles, tinha como modelo o Bem Supremo, que implicava o bem da comunidade política, o correto funcionamento da sociedade. Esse modelo de ação pressupõe regras claras e públicas de comportamento bem como uma cosmologia: as regras práticas estariam em harmonia com as regras pelas quais o próprio *cosmos* funciona. Habermas (2014), porém, esclarece que desde a obra de Max Weber (1974) o conceito de racionalidade teleológica ganha uma direção específica, direção essa que, aliás, influencia decisivamente a forma que o próprio Habermas conduz essa discussão.

Weber abordou o conceito de racionalidade para designar a forma da atividade econômica capitalista, das relações de direito privado burguês e da dominação burocrática. Nesse sentido, racionalidade seria, em tese, a melhor estratégia lógica de solução dos problemas dentro de determinado sistema econômico. Weber, além disso, teria vinculado a progressiva racionalização da sociedade à institucionalização do progresso científico e técnico (HABERMAS, 2014).

Weber (1974) sustentou que na medida em que a técnica¹⁹ e a Ciência penetram nos âmbitos institucionais da sociedade e transformam as próprias instituições, as antigas formas de legitimação são decompostas. A religião e a tradição cultural em geral perdem força como cosmovisões determinantes do *modus operandi* da sociedade. A racionalização, aqui, apresenta-se como secularização e *desencantamento do mundo*. Essa forma de compreensão da racionalidade tem um

¹⁹ Sobre o conceito de técnica, Habermas (2014) diz: “pretendemos entender por ‘técnica’ a capacidade de disposição cientificamente racionalizada sobre processos objetivados; com isso nos referimos assim ao sistema no qual a pesquisa e a técnica se fundem com a economia e a administração” (HABERMAS, 2014, p. 143). Ou seja, o conceito de técnica versa sobre a aplicação instrumental da ciência em geral, o que inclui a cientifização da burocracia por meio de técnicas de administração.

significativo efeito na Escola de Frankfurt, da qual Habermas é, de certa forma, herdeiro, pois foi colaborador de Adorno, um dos filósofos capitais do movimento.

Na obra *Dialektik der Aufklärung: philosophische Fragmente (Dialética do esclarecimento: fragmentos filosóficos)*, Adorno e Horkheimer abrem o capítulo intitulado *Begriff der Aufklärung* (conceito de esclarecimento) dizendo o seguinte:

Seit je hat Aufklärung im umfassendsten Sinn fortschreitenden Denkens das Ziel verfolgt, von den Menschen die Furcht zu nehmen und sie als Herren einzusetzen. Aber die vollends aufgeklärte Erde strahlt im Zeichen triumphalen Unheils (ADORNO; HORKHEIMER, 2009, p. 9).²⁰

O *Esclarecimento* (e aqui inclui-se toda a tradição racional), tal como apresentado pelos filósofos frankfurtianos, é o projeto de *desencantamento do mundo (Entzauberung der Welt)*. Sua meta era dissolver os mitos, consolidar a experimentação, tornar a *equação* o referencial do conhecimento, afinal, *o número tornou-se o cânon do esclarecimento (die Zahl wurde zum Kanon der Aufklärung)*. Por meio do conhecimento, *que é poder*, pretendia-se *explicar* a natureza, *dominá-la* e, por isso mesmo, *desencantá-la*. Tudo isso tinha um objetivo: *livrar os homens do medo e investi-los na posição de senhores*.

Não obstante hoje vivermos em uma *Terra totalmente esclarecida*, conforme o excerto destacado, e as promessas do esclarecimento não se concretizaram. Pelo contrário, o *saber, que é poder*, serviu, de fato, para *consolidar poderes*, sobre a natureza e sobre os próprios homens e, por meio dessas *relações de poder*, novas formas de *sofrimento humano* foram criadas. Segundo Adorno e Horkheimer, o esclarecimento trouxe *der Fluch des unaufhaltsamen Fortschritts ist die unaufhaltsame Regression*²¹ (ADORNO; HORKHEIMER, 2009, p. 42).

Habermas (2014) diz que, sob essa tradição, a ação racional é exercício de controle. Nesse sentido, a racionalidade da Ciência e da técnica seria, de uma forma intrínseca, uma racionalidade da dominação. A dominação da natureza, consolidada pela Revolução Científica Moderna, liga-se, nesse sentido, à dominação do homem.

²⁰ No sentido mais amplo do progresso do pensamento, o esclarecimento tem perseguido sempre o objetivo de livrar os homens do medo e investi-los na posição de senhores. Mas a Terra totalmente esclarecida resplandece sob o signo de uma calamidade triunfal (tradução livre).

²¹ A maldição do progresso irrefreável e a irrefreável regressão (tradução livre).

A ação teleológica ou ação orientada pelo êxito (que se funda em uma razão instrumental) é sempre orientada por valores e máximas que pretende velar – essa é uma antiga denúncia de Weber (1974) que expõe, destaca Habermas, o aspecto dialético do esclarecimento: de um lado o esclarecimento, isto é, a tradição filosófico-científica, desencanta o mundo (pois supostamente expõe a fragilidade das tradições culturais como métrica explicativa do mundo) e, por outro, invoca imperativos técnicos que ocultam a manutenção objetiva da dominação. Trata-se de uma racionalização no sentido de Freud (HABERMAS, 2014), para quem a razão manifesta do comportamento não seria a razão real.

Sob os ombros dessa tradição de pensamento, Habermas (2014) sustenta que a ação instrumental é regida por regras técnicas baseadas em conhecimentos empíricos. Em outras palavras, a ação racional com respeito a fins desenvolve objetivos definidos sob condições dadas, organiza meios que se mostram adequados ou inadequados segundo critérios de um controle eficiente da realidade. Enquanto ação estratégica, depende apenas da avaliação correta entre possíveis alternativas de comportamento. Tal avaliação somente poderia ser obtida por meio de valores e máximas.

A Ciência moderna, destaca Habermas (2014), produziu justamente esse tipo de saber, qual seja, o tecnicamente utilizável. Diferentemente da filosofia antiga e medieval, as ciências experimentais modernas, desde os tempos de Galileu, desenvolveram-se em conformidade com um sistema de referência metodológico que leva em consideração a possível disponibilidade técnica. Apesar dessa articulação moderna entre Ciência e técnica, Habermas sustenta que as ciências empírico-analíticas, isto é, as Ciências Naturais, guardam certa conexão com o início do pensamento filosófico em um aspecto específico: o comprometimento com uma cosmologia racionalizada.

Nesse sentido, haveria, basicamente, em ambos os casos, “o pressuposto cosmológico de descrever teoricamente o universo, tal qual ele é, como uma ordem regida por leis” (HABERMAS, 2014, p. 180). Desta forma, as Ciências Naturais se desenvolveriam a partir do pressuposto de que o mundo seria um universo de fatos cujas leis responsáveis por sua conexão poderiam ser objetivamente compreendidas de modo descritivo, concepção presente nas disciplinas observadas do CLCB, conforme se verá na seção 4.

Habermas entende que a ideia positivista de neutralidade também tem similaridade com o início do pensamento filosófico, pela sua vocação teórica e pela tentativa de superação dos interesses naturais da vida. O mote da completa isenção de juízos de valor na busca do método correto é descrita por Habermas como sendo uma espécie de código herdado do pensamento teórico grego, em sua fase inicial, qual seja: “psicologicamente, o comprometimento incondicional com a teoria e, epistemologicamente, a separação entre conhecimento e interesse” (HABERMAS, 2014, p. 181).

Autores como Karl Popper, contudo, destaca Habermas (2014), contribuíram para a percepção de que a ideia de Ciência como descrição fiel da realidade é equivocada, ideia pouco presente nas disciplinas observadas do CLCB. Nas Ciências Naturais, tanto a construção de teorias como a sua contestação crítica funda-se em um sistema de referência previamente aceito que antecipa o sentido dos enunciados científicos baseados na experiência. Seria patente, segundo Habermas, o interesse ligado à possível disponibilidade técnica do conhecimento, no caso específico das Ciências Naturais.

Habermas (2014) destaca que desde o final do século XIX, impõe-se de modo cada vez mais intenso uma tendência de desenvolvimento que caracteriza o capitalismo contemporâneo, qual seja, a cientifização da técnica. Isso significa dizer que o desenvolvimento técnico foi acoplado ao progresso científico. “Com a pesquisa industrial em grande escala – diz Habermas – a ciência, a técnica e a valorização do capital são agregadas em um único sistema”. (HABERMAS, 2014, p. 108).

Destarte, a técnica e a Ciência passaram a ter mais relevância, em termos de força produtiva, que o trabalho operário, no incremento do capital, e isso teria, na visão de Habermas, subvertido a teoria do valor-trabalho de Karl Marx²². A direção, as funções e a intensidade do progresso científico seriam determinadas por interesses sociais. Habermas (2014) sustenta ainda que a ideologia de fundo, hoje

²² A teoria do valor trabalho de Karl Marx pressupõe que o valor de uma mercadoria é determinado pela quantidade de trabalho despendido durante sua produção. Nas palavras do próprio Marx: “é apenas a quantidade de trabalho socialmente necessário ou tempo de trabalho socialmente necessário para a produção de um valor de uso que determina a grandeza de seu valor” (MARX, 2013, p. 162-163).

dominante, a despeito de ser mais transparente, transforma a Ciência em um fetiche e é mais irresistível e abrangente que as ideologias de tipo antigo²³.

A despeito da cientificação da técnica e da fetichização da Ciência, de certa forma, Habermas (2012) é um iluminista contemporâneo, pois tem um diagnóstico diferente de seus antigos mestres frankfurtianos a respeito da modernidade. Para Adorno e Horkheimer (2009), o esclarecimento, isto é, a tradição filosófico-científica moderna prometeu muito à humanidade. Os pensadores iluministas, de uma maneira geral, criam em um sistema moral e político correto e na solução dos problemas humanos por meio da libertação do obscurantismo operada pela da razão. O esclarecimento, contudo, teria consolidado a dominação e servido para a promoção e sustentação dos problemas da contemporaneidade. É nesse sentido, isto é, é com o mesmo pessimismo em relação ao esclarecimento que o poeta brasileiro Manoel de Barros se manifesta:

Há ideias luminosas – a gente sabe.
 Mas elas inventaram a bomba atômica, a bomba atom.....

 Agora eu queria que os vermes iluminassem.
 Que os trastes iluminassem. (BARROS, 1991, p. 35)

Dessa maneira, o pessimismo quanto à filosofia, à Ciência e a qualquer forma de esclarecimento teve significativo efeito em diversos campos, inclusive na arte. A modernidade, contudo, para Habermas, é um projeto inacabado. Seria possível ainda, sob orientação da Razão Comunicativa, encaminhar soluções para muitas mazelas humanas. Ele entende que não se pode, de fato, esperar que o pensamento filosófico ofereça um sistema ético supostamente neutro. Porém, Habermas advoga que se pode pensar em esquemas deliberativos com interesse moral. Trata-se de uma fundamentação que não é ontológica ou dedutiva.

Racionalidade, nesse sentido, envolve intersubjetividade. Envolve a superação da filosofia centrada no sujeito para uma filosofia centrada no mundo da vida, no ser-com²⁴. Habermas se dá conta de que o processo de formação de consenso é como uma tarefa sem fim, um ideal regulador que sempre está

²³ As ideologias de tipo antigo as quais Habermas (2014) se refere seriam as interpretações místicas, religiosas ou metafísicas da realidade, que são vistas como base legitimadora de premissas não questionadas por sociedades tradicionais.

²⁴ Habermas aproveita a noção heideggeriana de *mit-Sein* (HEIDEGGER, 2009), ou *ser-com*, isso porque o homem, do ponto de vista de sua existência, ou *Dasein*, é uma existência cuja significação pressupõe a intersubjetividade.

inacabado. Entretanto, um ponto fundamental da deliberação é, para Habermas, a racionalidade do processo comunicativo. Só é possível chegarmos às leis gerais, por exemplo, por meio de um determinado debate. Leis, em uma sociedade democrática, são resultado de um processo de argumentação. Habermas faz uma interpretação processual e comunicativa do imperativo categórico kantiano. Nas palavras de Delamar Dutra:

Nós não temos como nos certificarmos privadamente se nossa vontade é racional ou não. A racionalidade está ligada à intersubjetividade, onde se forma e se descobre uma vontade como racional. A racionalidade comunicativa é formada pela intersubjetividade linguisticamente mediada e é aí que se descobre o seu conteúdo normativo. Vontade racional é uma vontade cujo móvel de sua ação se encontra numa forma que poderia ser aceita por uma comunidade de comunicação com base em razões, portanto, por normas passíveis de universalização. (DUTRA, 2005, p. 158).

Daí Habermas pressupor a ideia de uma comunidade ideal, como uma espécie de ilusão constitutiva ou ideia reguladora. A comunidade ideal habermasiana pode ser interpretada como um *tipo puro*, no sentido de Weber (1999).²⁵

Nesse sentido, o conceito de agir comunicativo refere-se à interação de pelo menos dois sujeitos capazes de falar e agir, que estabeleçam uma relação interpessoal por meios verbais ou extraverbais (HABERMAS, 2012). Age comunicativamente quem busca o entendimento discursivo entre sujeitos capazes de falar e agir.

Haveria, sustenta Habermas (2012), exatamente três pretensões de validade no agir comunicativo: a pretensão de que o enunciado seja verdadeiro, portanto, trata-se de pretensão de verdade; a pretensão de que a ação de fala esteja correta com referência a um contexto normativo, portanto, trata-se de pretensão de correção; e, além disso, a pretensão de que a intenção expressa do falante corresponde ao que ele pensa e, a isto, Habermas designa pretensão de veracidade.

O pressuposto destas pretensões seria a inteligibilidade. A inteligibilidade, nesse caso, seria pré-condição tanto das condições cognitivas quanto do respeito

²⁵ Para Weber (1999), um tipo puro é uma simplificação e/ou generalização da realidade. Parte-se dele para analisar fatos. Trata-se de uma espécie de recurso técnico de interpretação sociológica.

pelos participantes do discurso. O discurso é inteligível, pois faria uso do *médium linguístico* que, por sua vez, é a possibilidade de compreensão, validação e, portanto, do consenso. Destarte, o consenso seria fruto de um procedimento de uso da linguagem em que os participantes do discurso compreendem o que torna aceitável um ato de fala. A ação comunicativa tem, necessariamente, uma preocupação ética: o respeito pela comunidade de interlocutores.

Após a incursão nos estudos de Kuhn e Habermas revelada nesta seção, a seguir, faço um exercício de análise fundado nos conceitos de Ciência Normal, Razão Instrumental e Razão Comunicativa no CLCB, *locus* desta investigação.

3.3 Ciência Normal, Razão Instrumental e Razão Comunicativa no Curso de Licenciatura e Ciências Biológicas da UFPA

Ainda que Thomas Kuhn estivesse muito mais ocupado com a produção do conhecimento científico ao tratar do conceito de Ciência Normal, em algumas passagens de sua obra ele trata explicitamente da educação científica. Nestes excertos, alguns dos quais estampados no início desta seção, ele mostra que a Ciência Normal se perpetua na formação inicial do pesquisador, em cursos de bacharelado. Kuhn não se preocupou em fazer tais estudos no âmbito da formação dos professores, todavia, traços do conceito de Ciência Normal podem ser aplicados a uma investigação no campo da educação.

Não obstante esta Tese não tenha ambiência em cursos de graduação que formam o pesquisador do campo das Ciências Biológicas, o *locus* de investigação dela (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA) volta-se para formar o professor-pesquisador no campo da educação, mais especificamente, no ensino de Biologia. Este Curso estrutura-se curricularmente para que a formação inicial do professor estivesse associada à formação do pesquisador. Não é sem razão que o perfil desejado para os futuros professores de Biologia, expresso no Projeto Pedagógico (formal), seja “o perfil do biólogo professor-pesquisador que se quer formar e que este professor deva ser o de professor-pesquisador reflexivo de sua própria prática” (UFPA, 2001, p. 1). Pode constatar, mediante as observações realizadas, que este perfil já se encontra timidamente presente nas disciplinas do

primeiro ano curricular, muito provavelmente um desafio a ser alcançado ao final do processo formativo.

Este perfil é resultado de uma reorganização curricular que tenta dar conta não apenas de formar o professor, mas também de formar o pesquisador. Com esta intenção, eixos temáticos, conteúdos/módulos, eventos entre outros, foram pensados, organizados e desenvolvidos para dar conta desta dimensão formativa: pesquisador. Formar pesquisador sem um debate sério sobre Ciência e suas repercussões para a sociedade seria um contrassenso, ainda mais em se tratando de um curso no Campo das Ciências Naturais. Nesta perspectiva, observei que as práticas pedagógicas dos professores eram orientadas por uma dada concepção de Ciência (normalmente, mas não exclusivamente, vinculada à descrição da natureza), quase sempre revelada e difundida por ocasião das aulas e, por outro lado, os alunos também expressavam tácita ou explicitamente suas concepções de Ciência que, de uma maneira geral, compreende também a Ciência como descrição da natureza, analisada mais detalhadamente na seção 4. A concepção de Ciência como descrição da natureza, conforme expõe Abbagnano (2007), é um dos braços do positivismo.

Entendo que o conceito de Ciência Normal é útil para compreender as concepções de Ciência difundidas no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA. De uma forma geral, os conteúdos/módulos do Curso que versam sobre as Ciências da Natureza, exceto àqueles do campo da educação e exigem, em seus conteúdos curriculares, um forte compromisso com determinadas tradições de aprendizagem científica (vinculadas a cada especialidade científica, por exemplo, em Genética é preciso que o docente ensine, a título introdutório, um conjunto de fórmulas consagradas pela tradição; em Ecologia é preciso conhecer modelos, também consagrados pela tradição, de interpretação do funcionamento dos ecossistemas) e esse quadro é compatível com a ideia geral de Ciência Normal.

Nesse sentido, é meu entendimento que a Ciência Normal pode explicar boa parte das concepções de Ciência observadas no Curso, no que concerne à referida tradição e aprendizado. Para ilustrar este fato, registro que por ocasião das observações da prática pedagógica dos professores, observei que alguns deles apresentaram modelos experimentais de fazer Ciência que tiveram sucesso sob a ótica da comunidade científica e foram aceitos e difundidos no passado por diversas

razões. Ao defenderem os pressupostos destes modelos, tais professores do CLCB indicavam nas aulas observadas que eles continuavam válidos atualmente.

Esse é o sentido principal de paradigma proposto por Kuhn. A Ciência Normal, reiteramos, é a pesquisa orientada por um paradigma. No caso específico desta Tese, não estou analisando a pesquisa científica da Biologia, como Ciência dura, mas as concepções de Ciência difundidas na formação inicial dos professores de Ciências Biológicas da UFPA. Ainda assim, entendo que a ideia é a mesma: os compromissos teóricos, metodológicos e instrumentais que os professores se utilizam para ensinar os conteúdos/módulos definem a concepção de Ciência ensinada e, por isso mesmo, a ideia de Ciência Normal descreve oportunamente o que acontece no dia a dia da formação docente em questão.

A Ciência Normal pode ser, e na maioria das vezes o é, comprometida com a Razão Instrumental. Porém, algumas vezes pode ser comprometida também com a Razão Comunicativa, no sentido habermasiano. O Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA (2001) tem trechos de patente Razão Comunicativa, dado o necessário diálogo que o Curso, em tese, deve ter com a sociedade civil como um todo, como por exemplo, a afirmação de que o licenciado deva “ser dotado de espírito crítico e responsabilidade que lhe permita uma atuação profissional consciente, dirigida para a melhoria da qualidade de vida da população humana sem agredir o meio ambiente” (UFPA, 2001, p.3).

Quando, por exemplo, as técnicas de resolução de problemas da Ciência Biológica são ensinadas pelos professores apenas segundo o esquema meio-fim, estamos diante do descritor habermasiano Razão Instrumental. De fato, em diversos momentos da observação dos conteúdos/módulos tive essa percepção, qual seja, a de que a orientação geral dada pelos professores seria apenas a necessidade do domínio por parte dos alunos de conteúdos metodológicos, instrumentais e conceituais para a resolução de problemas.

Sem debate e sem diálogo entre a comunidade acadêmica e a sociedade não há Razão Comunicativa, apenas Razão Instrumental. Todavia, houve momentos, e não foram poucos, especialmente, mas não exclusivamente, registrados em minhas observações do eixo temático Conhecimento Pedagógico, que a Razão Comunicativa se mostrou patente. O fato que ilustra esta análise diz respeito aos momentos em que eu constatei que os professores, no processo ensino-

aprendizagem, possibilitavam um ensino dialógico, em que era dada a palavra, de forma respeitosa, aos discentes, bem como era feita a devida articulação entre Ciência e sociedade.

Em se tratando do Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (2001), é possível afirmar que tanto a Razão Instrumental, quanto a Razão Comunicativa são contempladas. Por exemplo, no item “competências e habilidades que o egresso do curso deve possuir para resolver os problemas centrais apresentados” é dito: “gerenciar e executar tarefas técnicas nas diferentes áreas do conhecimento biológico, no âmbito de sua formação”. Esta habilidade desejada em relação ao egresso do Curso é de patente Razão Instrumental. A execução de tarefas técnicas segue o raciocínio meio-fim e, por isso, se encaixa no agir teleológico ou agir instrumental.

Por outro lado, a mecânica do exercício técnico não é suficiente para a formação do professor/pesquisador de Ciências Biológicas e o próprio Projeto Pedagógico (2001) reconhece isso, expressamente, na sua textualidade. O professor Célula em entrevista semiestruturada sustenta que “Ciência não é técnica”. Ele afirma que, em sua área – a Genética – o estudante às vezes está automatizado, pois “entra, aprende a apertar o botão e sai do outro lado lá, formado, se achando cientista”. A ironia contida neste relato também é congruente com a Razão Comunicativa de Habermas.

Em resumo, tanto na análise documental do PPCLCB, nas entrevistas aos docentes e discentes, quanto na observação participante, conforme destacamos nesta subseção, há elementos de aproximação aos conceitos teóricos com que nos propusemos a trabalhar nesta Tese, quais sejam, Ciência Normal, Razão Instrumental e Razão Comunicativa. Ressalto alguns traços que se verificaram pelos métodos de construção de dados elencados no início deste parágrafo: caráter acrítico da Ciência (Ciência Normal); importância da tradição e do consenso (Ciência Normal); elementos de positivismo, como a questão do método (Ciência Normal/Razão Instrumental); utilização técnica do conhecimento (Razão Instrumental); debates com vistas ao consenso crítico (Razão Comunicativa), entre outros. Destarte, esse quadro teórico justificar-se-á na análise dos dados desta Tese.

Na próxima seção trato das concepções de Ciência difundidas na prática pedagógica (real) e no PPCLCB (oficial) a partir, predominantemente, da análise documental e observação participante de determinados processos ensino aprendizagem. O confronto entre o real e o oficial me permitiu constatar que tal Projeto se expressa por intermédio de uma determinada *práxis*, conforme Sacristán (1998, p. 201), vivida em ação. Para o autor, esta ação (*práxis*)

é a última expressão do seu valor, pois, enfim, é na prática que todo o Projeto, toda a ideia, toda a intenção, se faz realidade de uma forma ou outra; se manifesta, adquire significação e valor, independentemente de declarações e propósitos de partida (SACRISTÁN, 1998, p.201).

Neste sentido, convido o leitor a ler a próxima seção em que busco analisar concepções de Ciência difundidas na indissociabilidade entre o pensado (oficial) e o vivido (real).

4 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DIFUNDIDAS NAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E NO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPA: RELAÇÕES POSSÍVEIS

Esta seção objetiva responder as duas questões norteadoras desta Tese de Doutorado de forma indissociável, quais sejam:

1. Quais concepções de Ciência são difundidas no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?
2. Como tais concepções de Ciência são difundidas na prática pedagógica dos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?

A base empírica de análise permitiu a construção de um conjunto de dados decorrentes da análise documental do PPCLCB; da observação participante das práticas pedagógicas de professores de três Eixos Temáticos do PPCLCB e entrevistas semiestruturadas a discentes e docentes do CLCB, conforme já destacado na seção 2. Optei por analisar as práticas pedagógicas dos professores dos Eixos: Conhecimento Complementar (não há conteúdo módulo específico para este Eixo); Conhecimento Pedagógico (Conteúdo/módulo: Seminário de Educação em Ciências e Biologia); e Eixo Seres Vivos e Meio Ambiente (conteúdo/módulos: Ecossistemas).

Como já dito na seção 2 desta Tese, concomitante o desenvolvimento dela, ingressei como aluno no CLCB, campus Belém, com o objetivo de vivenciar experiências acadêmicas neste campo de conhecimento exclusivamente para caracterizá-la como pesquisa participante.

Cumpri um total de 454 horas de observação participante em sala de aula, distribuídas em dois semestres letivos, o primeiro e o segundo do ano de 2016. Frequentei um total de sete conteúdos/módulos: Seres Vivos e Meio Ambiente (carga horária de 90 horas); Evolução (carga horária de 120 horas); Bioética (carga horária de 30 horas); Biossegurança (carga horária de 30 horas); Seminário de Educação em Ciências e Biologia (carga horária de 34 horas); Metodologia da Pesquisa e História da Ciência (carga horária de 60 horas) e Ecossistemas (carga horária de 90 horas). Nestes conteúdos/módulos fui aprovado com conceitos B e

E.²⁶Paralelo às observações, realizei 9 entrevistas individuais com os professores e 10 com os discentes. No que se refere à análise documental do PPCLCB, selecionamos fragmentos em que explícita e tacitamente foram registradas concepções de Ciência e prática pedagógica.

Nesta seção, busco um esforço analítico em triangular dados provenientes da análise documental, observação participante e das entrevistas sobre concepções de Ciência e a sua difusão por meio das práticas pedagógicas dos professores.

4.1 Análise documental do PPCLCB

Entendo o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA como um documento sistemático, planejado, intencional para o alcance dos fins educativos, formativos e científicos. Sua organização permite que as orientações prescritas deem visibilidade ao que se propõe alcançar em termos de ideais, logo, lá estão registrados (oficial) o que a comunidade acadêmica define como prioridade. Como documento oficial, deve ser entendido como orientador das práticas pedagógicas quer sejam no âmbito da gestão ou dos processos de ensino.

Entretanto, um dado Projeto Pedagógico não pode ser resumido a uma dimensão tão somente oficial/ideal, no que se refere ao que foi previamente pensado. A realidade apresenta-se muito mais complexa do que a registrada idealmente, portanto, é preciso compreender a materialidade do Projeto Pedagógico no âmbito da sua *práxis* (real/vivida), cujos conflitos, dificuldades, desafios, sucessos, vão dando uma nova/outra reinterpretação do referido Projeto, razão pela qual argumento que ele é constantemente reescrito na prática pela comunidade acadêmica, nem sempre a expressão do formal. Nesse diapasão, entendo que o Projeto formal precisa ser entendido sempre como flexível e interpretável, visto que, como esclarece Sacristán, “a realização da autonomia real num projeto próprio é um objetivo louvável, complexo e difícil de se conseguir, é um processo gradual, com acertos e avanços rápidos, às vezes, e também com retrocessos e erros” (SACRISTÁN, 1998, p. 253). Por isso mesmo, todo Projeto Pedagógico deve ser

²⁶ Conforme o Regimento Geral da UFPA, artigo 178, para fins de avaliação, qualitativa e quantitativa dos conhecimentos, serão atribuídos aos alunos da graduação os seguintes conceitos: Excelente, que equivale ao intervalo de 9,0 a 10,0; Bom, que equivale ao intervalo de 7,0 a 8,9; Regular, que equivale ao intervalo de 5,0 a 6,9 e Insuficiente, que equivale ao intervalo de 0 a 4,9.

entendido como em movimento e passível de interpretação com vistas ao alcance de seus objetivos principais.

Destaco que as práticas pedagógicas são associadas em duas grandes amplitudes: em sentido institucional, como um todo da organização universitária e, em sentido restrito aos processos ensino-aprendizagem. Veiga (2000), ao conceber o Projeto Pedagógico como instrumento de ação política e não um artefato técnico, argumenta que ele deve estar

Sintonizado com uma nova visão de mundo, expressa no paradigma emergente de ciência e de educação, a fim de garantir uma formação global e crítica aos estudantes como forma de prepara-los para o exercício da cidadania, formação profissional e desenvolvimento pessoal (VEIGA, 2000, p. 187)

Esse objetivo de formação global e crítica descrito por Veiga esteve presente na narrativa da professora Silvia Chaves, como pude constatar em entrevista não estruturada à ela, ocorrida em janeiro de 2018. A professora Chaves participou da elaboração do PPCLCB e narrou suas memórias à época (2001), algumas das quais destaco no que se segue.

A professora entrevistada disse que quem estava à frente da reestruturação do Projeto eram basicamente mulheres, ela citou seis, três das quais com doutoramento em educação. Chaves ressaltou que um dos objetivos centrais da reformulação do PPCLCB era a demarcação do território curricular (e de poder) entre a Licenciatura e o Bacharelado e o desmonte de uma estrutura curricular marcadamente disciplinar, até então prejudicial à formação dos futuros professores de Biologia. Esta visão disciplinar pauta-se na visão moderna do conhecimento, derivada da especialização e fragmentação da Ciência pela qual, analisa Pimenta, “cada disciplina tem função em si mesma, sendo assim avaliada” (PIMENTA, 2002, p. 218-219), sem haver um entrelaçamento curricular delas, cabendo aos estudantes fazer a síntese e a aplicação de toda a teoria estudada nas diferentes disciplinas. Ela citou Boaventura de Souza Santos (1988), para quem a fragmentação temática é preferível à fragmentação disciplinar. Nesse sentido, Chaves afirmou:

A ideia, naquele momento, era desmontar a estrutura disciplinar do currículo. Pretendia-se montar um currículo modular, temático, pensando a Biologia de um modo geral, e a Licenciatura em particular, porque a Licenciatura precisava se diferenciar do Bacharelado. A Licenciatura começa a ter um currículo bastante diferenciado do Bacharelado porque desde o primeiro semestre até o

último semestre há disciplinas ditas pedagógicas (...). A fragmentação disciplinar é uma característica da Ciência moderna e a ideia da fragmentação temática é a proposição da pós-modernidade de Boaventura de Sousa Santos.

De fato, a intenção de diferenciar a Licenciatura do Bacharelado foi marcante no processo de reestruturação do PPCLCB de forma transversal ao currículo. Esta intenção viabilizou-se, sobretudo, na oferta de módulos do Eixo Pedagógico ao longo de toda a formação inicial do docente. Entendo ser essa característica do Projeto positiva visto que, conforme constatei pela observação participante, os módulos pedagógicos são as que mais instigaram o senso crítico, recomendaram leituras epistemológicas (e, portanto, põem o discente em contato com diversas concepções de Ciência, mais que em outros Módulos) e articularam melhor as relações entre Ciência e sociedade e o PPCLCB reconhece serem essas características fundamentais no perfil do egresso, futuro professor de Biologia.

Chaves narrou que o PPCLCB foi concebido com a proposta de que o conhecimento biológico não deve ser trabalhado de forma fragmentada, que os conteúdos curriculares estão articulados e são fronteiros. Porém, houve muita divergência a respeito desta visão, recordou a professora, pois alguns professores queriam, segundo suas palavras, “manter os seus nichos”, isto é, cada um defendendo o seu território (espaço) de poder. Nesse sentido, a docente relatou que:

A ideia era de que o conhecimento não fosse fragmentado. Porque o que a gente tinha antes desse currículo? Citologia para um lado, Parasitologia para outro, Genética, todo um currículo clássico, Botânica, Zoologia I, Zoologia II. Nessa nova configuração do currículo tinha, por exemplo, o Módulo Seres Vivos e Ambiente no qual se discutia desde aspectos celulares até a parte da Zoologia, da Botânica, então tudo era articulado, a ideia era que tudo fosse articulado. Claro que se enfrentou, e isso você perguntou há pouco, se havia divergência entre as visões de Ciência, claro que havia! Inclusive teve discussões que foram muito pesadas, porque as pessoas queriam manter seus nichos. Então, elas entendiam que quando fosse transformado em Módulo, não haveria mais a disciplina Ecologia: - *Eu não serei mais o dono da cadeira de Ecologia!* Entendeu? Aconteceu essa discussão e a discussão de que, por uma estrutura modular, ficaria muito superficial a discussão dos conteúdos. Então, houve muita briga entre os professores da licenciatura. Especialmente com a gente da educação porque estávamos reafirmando a necessidade de fazer um currículo que não fosse fragmentado de forma disciplinar, que a fragmentação fosse temática, essa é uma visão do Boaventura de Sousa Santos. Uma

nova Ciência, não uma fragmentação disciplinar, mas uma fragmentação temática. Era exatamente isso que havia nos Eixos, aliás, nos Módulos.

A narrativa de Chaves destacada ilustra o quanto o trabalho de reestruturação curricular é complexo, de difícil consenso, envolto em posições contrárias e por vezes antagônicas. O consenso possível a que se chega quase sempre é fruto dos vencedores, cujos argumentos de autoridade corroboram para a construção de um dado Projeto Pedagógico, quase sempre um território contestado.

Uma vez que a proposta de abordagem temática de Santos (1988) foi seriamente considerada por ocasião da concepção do PPCLCB, nesta Tese, a designarei Ciência Temática (CT), por mera convenção. Esta proposta, contudo, conforme destacado, teve oposição por parte de docentes. Havia, de acordo com Chaves, e ainda há, como pude constatar na pesquisa participante, uma concepção de Ciência oposta, pela qual a fragmentação/especialização se sobrepõe à articulação de saberes. A ideia segundo a qual a Ciência é especializada e que se fragmenta em comunidades científicas específicas é compatível com a ideia geral de Ciência Normal, tal como a concebe Kuhn (1998).

Observei, ao cursar os módulos do primeiro ano curricular, que o raciocínio conteudista fragmentado prevaleceu no âmbito do ensino, a despeito da implantação do sistema modular. A ideia dos módulos, para Chaves, implicava a cooperação entre os docentes, o planejamento em conjunto, a execução articulada da prática pedagógica efetivada ora pela monodocência, ora pela polidocência, visto que há módulos ministrados por apenas um professor, assim como há módulos ministrados por mais de um docente. Não obstante, constatei que havia professores do mesmo Módulo, trabalhado sob a gestão da polidocência, que sequer se conheciam, ou que perguntavam para a turma o que foi ensinado pelo professor precedente, numa alusão a um trabalho desarticulado e com um grande enfoque disciplinar autônomo e não temático, como o PPCLCB recomenda.

A retaliação da Ciência em disciplinas isoladas e autônomas em relação aos fenômenos e aos problemas da realidade, tal qual a retaliação dos conteúdos trabalhados nos Módulos gera uma “perda de visão de totalidade e do significado social e humano do conhecimento” (PIMENTA, 2002, p. 220).

Nesta lógica, predominou a separação de conteúdos visto que cada docente ministrava aqueles de sua área de especialização de forma independente e desarticulada, ou seja, de forma disciplinar. Nessa perspectiva percebo que a reestruturação curricular resumiu-se tão somente a mudança de nomenclatura/termo de disciplina para Módulo e não de concepção. Chaves ilustra esta minha constatação quando ratifica que “se manteve uma estrutura disciplinar com a denominação de Módulo”, proposição que eu subscrevo.

Recordo de um episódio ocorrido ao longo do primeiro semestre do CLCB em que uma docente especialista em evolução animal fez questão de marcar o território de sua disciplina e esclarecer que nada entende do estudo das plantas (*Plantae*) ao afirmar, em tom jocoso: - “se Deus gostasse de plantas teria dito para Noé as pôr na arca, mas ele não fez isso. Pediu que pusesse apenas os animais”. Esse episódio que, segundo entendo, objetivava apenas desconstruir os discentes durante uma aula conteudista revela, tacitamente, a visão da Ciência “que se traduz no esquema das disciplinas autônomas entre si (...)” (PIMENTA, 2002, p. 219).

A professora Chaves explicou que o Projeto Pedagógico é uma orientação que introduz uma ideia de conhecimento que, para Pimenta (2002), aliado a Ciência e o saber escolar é a razão da existência da ensinagem na universidade e são determinantes do trabalho de alunos e professores. “A parte mais difícil de uma reestruturação curricular sempre são os profissionais que estão exercendo a docência”- ressaltou Chaves. Os professores do CLCB, algumas vezes, se apegam aos seus dogmas, a uma visão conservadora de Ciência, e isso os impede de perceber, por exemplo, as contribuições da CT. Ao tratar do conservadorismo na concepção de Ciência dos docentes do CLCB, Chaves fez explícita referência a Kuhn (2012):

As pessoas tem toda uma retórica, de que a Ciência é esse conhecimento para ser posto em questão, para se duvidar, para se modificar, mas a gente sabe até pela própria leitura do Thomas Kuhn que a Ciência é extremamente conservadora. Luta até o último minuto para manter o paradigma. Os professores do CLCB entendem que Ciência é um processo, mas lutam pela vigência do paradigma que eles estão mergulhados na hora em que estão trabalhando na sala de aula. Então, eles atuam de forma dogmática com a Ciência. O Thomas Kuhn diz que é necessário isso no livro “A função do dogma na investigação científica”.

No que se refere à relação entre Ciência e sociedade, muito presente no PPCLCB, expliquei à professora que, durante as entrevistas com os demais professores participantes desta pesquisa, os indaguei sobre esta relação (que relação é possível estabelecer entre Ciência e sociedade?), pois o PPCLCB está permeado desta temática. Esclareci também à Chaves que as narrativas que normalmente ouvi foram: a que sublinha a utilidade, ou seja, a sociedade deve se aproximar mais da Ciência porque ela contribui para a sua evolução (por exemplo, avanço tecnológico); Que precisamos da Ciência para preservar o meio ambiente; Que a linguagem da Ciência não pode ser apenas hermética, precisa se aproximar mais da sociedade civil. Neste sentido, formulei então a Chaves a seguinte questão: como foi pensada a relação entre Ciência e sociedade na reestruturação curricular do CLCB? Ao que respondeu:

Eu te diria que tem tudo isso, não é uma coisa ou outra. É “e”. A ideia da relação da Ciência com a sociedade era que se forme o professor para pensar como o conhecimento científico atua na sociedade. Isso inclusive pensando-se a partir de uma ideia de alfabetização científica. Por exemplo, como é que você, na escola, dá condições básicas para um estudante para que se um dia, por exemplo, ele for um político, até porque não precisa ser cientista para se estar envolvido em uma discussão sobre Ciência, se você trabalha como político no Congresso Nacional, terá de enfrentar temáticas como a da liberação de pesquisas com células tronco, a liberação de transgênicos, e é preciso que se tenha um mínimo de alfabetização científica para poder avaliar a repercussão da liberação dessa ou daquela tecnologia, desse ou daquele procedimento científico, então, a ideia era essa, que a formação do professor envolvesse essas discussões sociais, éticas, que estarão presentes no dia a dia do sujeito, das pessoas. Como eu vou eleger uma pessoa que vai defender uma legislação que eu, como cidadã, não concordo. Mas eu preciso entender o que é essa coisa. Os professores tinham que pensar nessa relação, pensar na formação deles e pensar em como isso vai se expressar na prática docente deles. Como é que eu vou pensar a Ciência na escola que não seja só: “Robert Hooke descobriu, em 1665, a célula”? Entendeu? Porque o que é que essa informação acrescenta para a vida da gente? Esse conhecimento enciclopédico ainda é muito do que tem na escola.

Interessante destacar na narrativa de Chaves a desmistificação de que o debate entre Ciência e sociedade diga respeito tão somente ao pesquisador, debate este que vem ganhando grande profusão na sociedade de uma maneira geral. Daí porque Chaves argumenta em favor da ideia da alfabetização científica tanto para os alunos quanto para os futuros professores, como forma de socializar e produzir o

conhecimento científico em um outro patamar distante do conhecimento enciclopédico, ainda prevalecente na escola.

Nesse diapasão, a formação do professor de Biologia deve focar-se em um ensino que estabeleça a articulação entre Ciência e sociedade, o que implica alfabetização científica, discussões sociais, éticas e políticas para além do saber enciclopédico. A professora explicou, todavia, que o PPCLCB é uma construção coletiva e que nem todas as propostas e discussões nessa direção prevalecem. Algumas vezes a prática pedagógica dos docentes não se apresenta congruente com o que foi pensado no PPCLCB, fato que em minha compreensão não é por si só uma distorção entre o real e o oficial. Não obstante, é preciso que tanto professores quanto estudantes estejam atentos para a processualidade da formação pretendida no que diz respeito às orientações lá estampadas e sobretudo as concepções de Ciência difundidas.

A entrevista com Chaves motivou-me a identificar no PPCLCB oficial as concepções de Ciência expressas. Elas são destacadas de forma explícita e implícita no referido Projeto, as quais sistematizo no Apêndice G, correspondente aos excertos do PPCLCB que melhor expressam a concepção de Razão Instrumental, Razão Comunicativa e Ciência Normal de Habermas e Kuhn respectivamente.

O Preâmbulo do PPCLCB apresenta a definição de Biologia e, por isso mesmo, selecionei essa parte do Projeto. Entendo que definir uma Ciência é, ao mesmo tempo, expor uma ou mais concepções de Ciência. *In casu*, o Projeto ostenta que “a biologia é a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente e os mecanismos que regulam a vida” (UFPA, 2001, p. 01). Identifico, nesta definição, a concepção de Ciência como descrição da natureza. Essa concepção, por sua vez, é compatível com a Ciência Normal. De fato, com base em minha vivência pessoal por meio da pesquisa participante, afirmo que a Biologia, tal como difundida pelos Módulos do primeiro ano do CLCB, por meio de suas metodologias específicas, sejam dedutivas (por exemplo, por meio de aplicações de equações matemáticas previamente aceitas), sejam indutivas (por exemplo, pela generalização fundada na verificação de regularidades na natureza), tenta expor o que ocorre no mundo vivo, em sua interação com o ambiente. Essas metodologias revelam compromissos de grupo (comunidade científica) e, nesse

sentido, reitero que a Ciência como descrição da natureza é compatível com a Ciência Normal, tal como a define Kuhn.

O conceito kuhniano de Ciência Normal tem características predominantes de Razão Instrumental já que envolve compromissos metodológicos com a tradição de determinada especialidade de estudo. Toda metodologia segue o raciocínio meio-fim, próprio da Razão Instrumental. Todavia, Ciência Normal, em meu entendimento, não é incompatível com a Razão Comunicativa. Quando o pesquisador, por exemplo, preocupa-se com os fins sociais de sua pesquisa, entendo que esta preocupação pauta-se na Razão Comunicativa. Qualquer interseção ética entre Ciência e sociedade me permite acionar o conceito habermasiano de Razão Comunicativa.

O item do PPCLCB, intitulado “Perfil do profissional” apresenta, dentre várias características, que a formação do professor pelo CLCB deve propiciar “o entendimento do processo histórico de construção do conhecimento na área biológica no que diz respeito a conceitos princípios e teorias (...)” (UFPA, 2001, p. 02). Esta constatação é suficiente para mostrar a importância reconhecida (pelo PPCLCB) da formação epistemológica do professor de Biologia, segundo o perfil formalmente desenhado para o CLCB. Ou seja, o debate sobre teorias, princípios e história da Ciência faz parte, de acordo com o PPCLCB, do perfil profissional desejado do docente da área de Ciências Biológicas, formado pelo CLCB.

Não é sem razão que esta Tese se pretende uma contribuição nesta direção. Entendo, e neste quesito subscrevo o PPCLCB, que é muito importante a formação epistemológica do professor de Biologia, entendida como um debate sobre os fundamentos teóricos e metodológicos da Ciência com a qual trabalha. Um exemplo desta preocupação é a concepção de Ciência difundida por determinado autor, palestrante ou material didático em geral. Nesse sentido, sustento que identificar algumas concepções e mostrar sua relação com determinada prática pedagógica pode ter, como espero que tenha, algum papel contributivo na formação de professores de Biologia.

Segundo minha análise, o item “Perfil Profissional” tem características predominantes de Razão Comunicativa. Nele, sustenta-se que o professor formado pelo CLCB deve ter o entendimento: do significado das Ciências Biológicas para a sociedade; da sua responsabilidade como educador; do seu papel na formação de

cidadãos. Além disso, constata-se no referido item que o Biólogo professor deve ter conduta pautada por critérios humanísticos; Ter como parâmetros referenciais éticos e legais; Ter consciência da realidade, no sentido de buscar sempre a melhoria da qualidade de vida da população humana; Relacionar os conhecimentos aprendidos com a realidade regional, entre outros.

O item em comento também usa a expressão “professor-pesquisador da sua própria prática” no sentido de destacar a importância da “experiência escolar” articular-se com a “vida real” (UFPA, 2001, p. 01). Há, claramente, preocupação ética em primeiro plano e desejado diálogo com a sociedade civil como métrica do sucesso formativo. Além de elementos de Razão Comunicativa, não obstante, o item também apresenta a importância do docente, desde o início de sua formação, pertencer a um grupo de pesquisa, o que eu destaco como uma característica de Ciência Normal.

O item do PPCLCB, intitulado “Problemas centrais que o egresso do curso deve estar apto a resolver”, apresenta também características que nos remetem a um perfil desejado que me permite a aproximação conceitual com os fundamentos teóricos desta Tese. Em termos de Razão Instrumental, conforme constato no apêndice G, há a orientação no sentido de que o discente do CLCB deve formar um raciocínio dinâmico, rápido e preciso na solução de problemas; Deve utilizar os conhecimentos das demais ciências; Deve estar apto a determinadas atividades técnicas; Deve adequar a metodologia de ensino da Biologia a diferentes situações; entre outros. Reitero que todas essas características expressam perfil desejado, o qual apresenta traços do raciocínio meio-fim, próprio da Razão Instrumental.

Por outro lado, em termos de Razão Comunicativa, o citado item ostenta o desejado senso crítico quanto às informações oferecidas durante a graduação; comprometimento ético e moral no exercício profissional; espírito crítico e responsabilidade social e ambiental; Uso dos conhecimentos biológicos para o benefício da sociedade, entre outros. A ética e o necessário diálogo entre o egresso do CLCB com a sociedade civil aproxima conceitualmente o perfil desejado pelo PPCLCB da Razão Comunicativa. Outrossim, o diálogo com as demais ciências e a ênfase na necessária compreensão, por parte do egresso do CLCB, de como a natureza funciona revela a concepção de Ciência como descrição da natureza, senão vejamos:

Compreender os mecanismos de expressão e transmissão dos caracteres hereditários; compreender o surgimento da diversidade de vida na terra; compreender (...) os fatores evolutivos e a genética de populações; compreender a diversidade dos seres vivos: características morfofisiológicas, classificação e sua importância para o ambiente; compreender as formas de interação dos seres vivos com o ambiente e suas formas de utilização; (UFPA, 2001, p. 02).

Todas essas compreensões desejadas pelo PPCLCB para o discente do Curso estão inseridas na concepção de Ciência como descrição da natureza visto que: os mecanismos de expressão e transmissão dos caracteres hereditários; os fatores evolutivos; a genética das populações; a diversidade dos seres vivos; a interação entre os seres vivos com o ambiente, entre outros, são tópicos de Ciência que orientam metodologicamente/afirmam/descrevem a natureza tal qual ela supostamente é e funciona. Entendo que esta concepção de Ciência insere-se, também, a ideia de Ciência Normal, pois envolve, de uma maneira geral, compromissos com a comunidade científica em termos de metodologias e postulados previamente aceitos por determinada especialidade de estudo.

O item intitulado “Competências e habilidades que o egresso do curso deve possuir para resolver os problemas centrais apresentados”, predomina, segundo minha análise, elementos de Razão Instrumental. Nele, ressalta-se o agir estratégico na medida em que o item enfatiza o desenvolvimento de estratégias para diagnóstico de problemas; a utilização do conhecimento acumulado para produção de novos conhecimentos; a execução de tarefas técnicas; a adaptação ao mercado, entre outros. Entendo que ao destacar, mais uma vez, a necessária articulação entre Ciência e sociedade, o item também apresenta aproximação à Razão Comunicativa. Outrossim, ao salientar o necessário acompanhamento da evolução do pensamento científico na área de atuação especializada, o PPCLCB, neste item, tem traços de Ciência Normal.

O item intitulado “Atividades curriculares e complementares organizadas em torno da resolução dos problemas centrais, para fornecer ao estudante as competências e habilidades requeridas”, apresenta, segundo minha análise, características predominantes de Razão Comunicativa: o desafio ao questionamento na resolução de problemas; a visão crítica e ética da realidade; a consideração dos conhecimentos preexistentes do discente; o estímulo à crítica e a cooperação ente

os discentes; e sobretudo “a construção do conhecimento de esquemas de pensamentos para compreender a ciência dentro de um contexto econômico, social e político” (UFPA, 2001, p. 05). A Ciência, *ipso facto*, não pode ser compreendida (na visão do PPCLCB) como um empreendimento humano desvinculado do contexto econômico, social e político e tal visão é compatível com a análise de Habermas (2014) faz da Ciência. Já a defesa do interdisciplinaridade como visão integrada da Ciência, conforme esclarecido na narrativa da professora Silvia Chaves, teve influência da visão de Santos (1988) sobre CT.

O PPCLCB estampa a concepção de Biologia como descrição da natureza (analise essa concepção nos termos da Ciência Normal); salienta a importância da formação epistemológica do discente no sentido de que este deve ter habilidades de compreensão de conceitos, princípios e teorias da Ciência, além de sua história; apresenta traços de Razão Instrumental, como a aptidão para atividades técnicas, adaptação ao mercado e precisão na solução de problemas especializados, entre outros; destaca características de Razão Comunicativa, como a desejada conduta do professor biólogo pautada em critérios humanísticos, a responsabilidade de formar cidadãos por parte de professor egresso, a necessária articulação entre Ciências Biológicas e sociedade, a preocupação ambiental, os imprescindíveis referenciais éticos, entre outros.

Desse modo, entendo que no computo geral predomina, no CLCB, a visão do positivismo alargado, entendida como uma concepção que parte do positivismo, como compreensão da Ciência que, dentre diversas características, acredita poder descrever a natureza tal qual ela é, mas que não se resume a essa visão, pois toma como premissa inarredável o respeito ao ser humano como norteador da prática científica.

Em síntese, Chaves, quando faz a crítica à Ciência trabalhada de forma enciclopédica na escola e por extensão na universidade me leva a refletir sobre concepção de Ciência tal como caracterizada por Pimenta (2002), pela busca da superação do conhecimento dualista, pela valorização dos estudos humanísticos, do conhecimento constituindo-se ao redor de temas, tais quais expostos no PPCLCB.

4.2 Análise das Concepções de Ciência a partir da Prática Pedagógica dos Professores do CLCB

Nesta Tese, a prática pedagógica dos professores é entendida como a expressão deliberada de condução do processo de ensino tendo em vista favorecer a aprendizagem dos estudantes, concebida por Pérez Gómez (19980, p.69) como “um processo de transformação, mais do que de acumulação de conteúdos”. Para Pérez Gómez, o processo ensino-aprendizagem em uma perspectiva dialética, tal qual sustentada nesta Tese, possibilita a transformação dos pensamentos e das crenças dos estudantes. Logo, as práticas pedagógicas analisadas dizem respeito aos processos ensino aprendizagem, às quais, fundadas em saberes e conhecimentos, expressam uma dada concepção de Ciência, a seguir analisada a partir dos módulos/conteúdos eleitos.

Ressalto que são analisados tão somente alguns episódios das práticas pedagógicas dos professores do CLCB, selecionados por representarem com mais clareza os objetivos orientadores desta Tese.

4.2.1 Conhecimento Complementar

Esta atividade curricular constitui-se como um dos eixos do PPCLCB, é obrigatória aos discentes, ofertada ao longo do Curso e revela-se assistemática porque os discentes têm autonomia e liberdade acadêmica para, nos termos do PPCLCB, “complementar o conhecimento obtido” (UFPA, 2001, p. 13). É constituída

por atividades desenvolvidas na forma de disciplinas optativas, atividades de extensão, de pesquisa ou atividades complementares. As disciplinas optativas (cursos de curta duração, disciplinas de cursos afins) possibilitam ao aluno complementar o conhecimento obtido durante o desenvolvimento dos módulos obrigatórios, atendendo às suas aptidões ou necessidades. As atividades de extensão, pesquisa e complementares visam estimular a participação do aluno em projetos, eventos científicos e outras atividades desenvolvidas no âmbito desta IES ou em outras instituições, com aproveitamento curricular das mesmas (UFPA, 2001, p. 13.)

Este Eixo é o único do desenho curricular em que não são definidos conteúdos/módulos competências e habilidades específicas. É um eixo que permite aos estudantes enveredarem por práticas educativas diversas para além daquelas construídas em sala de aula, tais como: atividades de pesquisa, extensão, eventos e

outras disciplinas optativas, as quais veiculam saberes, conhecimentos diversos que, sem dúvida, contribuem para o aprendizado dos estudantes.

Por esta atividade ter um caráter peculiar, os discentes tem a liberdade/autonomia de definir quais atividades complementares e quando elas serão realizadas, tendo em vista adequá-las às suas necessidades formativas. Ao encerrar cada atividade complementar os estudantes comprovam, por meio de certificação, a participação deles à Coordenação do Curso para efeito de integralização curricular. Neste sentido, observar a prática pedagógica nestas atividades constituiu-se uma dificuldade para o pesquisador devido a imprevisibilidade e diversidade delas.

Optei por observar apenas os eventos que o CLCB ofertava aos discentes, no próprio ICB, durante o processo de construção de dados, no total de 5. Tais eventos eram apoiados pela Coordenação de Curso, propostos e organizados por grupos de pesquisa, cujos palestrantes alternavam-se em professores externos e internos a UFPA. Via de regra, em tais palestras predominava a socialização do conhecimento científico, com um tempo significativo para a exposição oral e pouco tempo para o debate com os demais participantes, o que se revelava para mim um desperdício, vez que muitas questões ficavam em aberto em minhas reflexões.

Estes eventos realizados no ICB não se constituíam em uma obrigatoriedade aos estudantes e versavam sobre palestras/seminários voltados predominantemente para temas específicos das Ciências Biológicas e, secundariamente, eventos que priorizam debates no campo da educação. Trago observações destes 5 eventos.

a. A palestra de Galileu

O primeiro semestre letivo do ano de 2016 do Curso começou atrasado, mais precisamente no mês de maio, aparentemente em função de uma greve de professores do ano anterior. No primeiro dia de aula, os calouros do Curso foram convidados pelo professor Gene²⁷ (professor da disciplina Metodologia da Pesquisa e História da Ciência) para prestigiar a palestra de um Professor externo convidado, que seria ministrada no Auditório Setorial Básico I da UFPA.

²⁷ O professor Gene foi um dos professores entrevistados na construção de dados desta Tese.

O professor palestrante, que aqui será chamado pelo pseudônimo Galileu²⁸, é professor Titular da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A palestra foi proferida dia 30/05/2016 e teve como título *Ciência no Brasil: periferia, competição, ética e um novo modelo de formação científica*. Confesso que a palestra, em alguns aspectos, causou-me excelente impressão inicial do Curso. Não é meu objetivo aqui reconstituir cada conteúdo abordado na palestra, mas principalmente aqueles concernentes ao primeiro objetivo desta seção: analisar as concepções de ciência difundidas no PPCLCB à luz de Kuhn e Habermas.

O professor Galileu fez críticas à formação de professores de Ciências Naturais no Brasil. Afirmou que em nosso país a formação em Ciências Naturais é muito *livresca*. Esclareceu que entende por *livresca* uma formação acadêmica que se funda na ideia de *ciência como cópia*, isto é, os estudantes universitários de física, química, Biologia e demais Ciências Naturais, preocupam-se fundamentalmente com a reprodução do paradigma aprendido nos manuais, dos quais muito depende a prática pedagógica dos professores, como pude constatar por ocasião desta pesquisa. Nesse ponto não há como não notar a congruência deste relato feito pelo palestrante com o conceito de Ciência Normal kuhniano.

Na explanação do palestrante Galileu ficou evidente a crítica contundente a um modelo de formação acadêmica *livresca*, crítica esta que também faço mediante os dados desta pesquisa. O palestrante destacou que esse modelo de formação científica (*livresco*) segue uma lógica centro-periferia. Nesse sentido, grandes centros de pesquisa seriam os norteadores das principais diretrizes da pesquisa científica.

Por isso mesmo, um dos pontos fundamentais da palestra foi a proposta do palestrante de um novo modelo de formação científica, modelo esse que tem como uma de suas orientações fundamentais a formação de uma *massa crítica* (termo usado pelo palestrante). Para tanto, na concepção do palestrante, deve-se ter, na academia, mais espaço para o debate, para a criação e para a ousadia. O

²⁸ O professor Galileu, conforme dados coletados da Plataforma Lattes (CNPq), é graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1977), mestre em oceanografia biológica (1981) e doutor em ciências (oceanografia) pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (1984). Chama à atenção, na descrição que o professor faz de si mesmo na apresentação do seu currículo da Plataforma Lattes, a informação de que o docente gosta particularmente de supervisionar alunos do ensino médio e graduandos, na gratificante procura de jovens talentos científicos. O professor diz ainda que gosta de minhocas marinhas, área em que se especializou, mas que gosta muito mais de pessoas.

palestrante Galileu, em um tom de autocrítica, disse ter desperdiçado muitos anos de sua vida reproduzindo modelos livrescos e afirmou se arrepender desta prática.

Em relação à ciência e sociedade, o palestrante disse que vê como um problema o fato de 90% da ciência brasileira ser subsidiada por verbas governamentais (dados apresentados pelo palestrante Galileu). Defende que deve-se abrir mais espaço para a iniciativa privada, como é praticado em outros países. Vê com indignação que haja, segundo dados apresentados na palestra, baixo número de patentes válidas no Brasil. Há, no entendimento do palestrante Galileu, muito espaço no país para criação e ampliação do mercado de trabalho dos profissionais das Ciências Naturais. Nas palavras do palestrante é um mito bastante difundido no Brasil a compreensão de que o mercado de trabalho estaria saturado para as Ciências Naturais.

O palestrante Galileu apresenta uma visão de Ciência intimamente ligada com o pensamento crítico, pela qual seria prudente a revisão dos paradigmas que a sustentam. Acrescenta que o debate e a reflexão sobre conceitos, metodologias, modelos, ética, e até mesmo financiamento da Ciência, expõem critérios de validade e invalidade a respeito do que é recepcionado pela comunidade científica, os quais são inerentes ao entendimento do que a Ciência seja. Tal visão, em meu entendimento, é compatível com a Razão Comunicativa uma vez que instiga o debate e a reflexão sobre a Ciência e, ao que a literatura especializada e os participantes desta pesquisa indicam, essa reflexão é relevante para a formação inicial de professores de Ciências Biológicas.

Na visão do palestrante, a defesa da Ciência aberta ao mercado econômico/financeiro seria mais uma oportunidade para a criação e difusão de tecnologias e inovações na sociedade por meio da iniciativa privada ou parceria público-privada, não mais restrita ao poder público. Tal compreensão, muito difundida atualmente no cenário nacional e internacional devido a escassez de recursos financeiros públicos, em meu entendimento, revela uma visão liberal da economia²⁹, o que nos fornece elementos de análise para determinado entendimento de Ciência bem como de sua relação com a sociedade.

²⁹ O liberalismo é a doutrina política e econômica desenvolvida originalmente nos séculos XVII e XVIII, cuja característica básica no âmbito político é a defesa de direitos fundamentais do cidadão e, no âmbito econômico, sustentou o princípio do *laissez-faire*, isto é, da não intervenção estatal na economia, bem como o direito à livre concorrência. A partir da primeira metade de século XX,

Esta palestra deixou uma mensagem clara de que a Ciência no decorrer de sua história passa a ter uma relação mais contundente com o mercado econômico/financeiro no mundo e, particularmente no Brasil, segundo o palestrante Galileu, essa relação ainda é tímida e insuficiente, o que ele vê como um obstáculo à expansão e desenvolvimento da Ciência. Para mim, a compreensão liberal de Ciência é ainda algo a ser melhor debatido na academia, visto que a defesa ou a refutação dela ainda precisa de um exame mais acurado, sobretudo, de suas consequências. Até porque, conforme destacado por Habermas (2012), a Ciência enviesada pelo capital instrumentaliza o ser humano.

De todo modo, a impressão positiva que eu tive da palestra deve-se principalmente à crítica da formação docente em Ciências Naturais: pouco reflexiva, com pouco espaço para a criatividade e debate, fundada na reprodução dos paradigmas, centrada em manuais, entre outros. Cheguei a me emocionar ao escutar o palestrante relatar que se arrepende do tipo de Ciência que reproduziu durante muitos anos de sua vida, advertindo a plateia de que os estudantes deveriam ponderar sobre tal arrependimento para não cometerem o mesmo erro.

Nesta palestra, que foi um de meus primeiros contatos com o Curso, portanto, foi evidente a constatação de que há problemas na formação inicial tanto na licenciatura quanto no bacharelado de Ciências Naturais, de ordem conceitual, metodológica, pedagógica, científica, entre outros. Estes problemas elencados pelo palestrante, ao que tudo indica, não provocaram nenhuma reação aparente nos docentes e estudantes, os quais eram o público predominante da palestra.

Dentre os problemas relatados pelo palestrante, um deles tem relação com o objeto desta Tese, pois destaca as concepções de Ciência difundidas na formação inicial de professores de Ciências Naturais. Independentemente de que a palestra tenha sido orientada por um enfoque generalista, isto é, tenha se referido às Ciências Naturais em geral, ela contemplava questões que envolviam diversas ciências, entre elas, a Biologia como forma de atender às necessidades formativas de um público específico, qual seja: calouros da Licenciatura em Ciências Biológicas, o que indica que o relato do palestrante priorizou um debate teórico/prático acerca da educação, da Ciência, da formação do professor de Biologia, entre outros.

contudo, o Estado se torna um dos principais agentes orientadores da economia liberal (Cf. SANDRONI *et al*, 1999).

Destaco que foi recorrente a recomendação do palestrante de que os estudantes, futuros professores de Biologia, deveriam estar alertas a estes problemas e suas consequências. Em meu entendimento, tal alerta, era como se o palestrante, em outras palavras, dissesse: - tenham cuidado com as concepções de Ciência que vocês reproduzem! ou ainda: ousem discordar!, ousem produzir algo diferente do centro, não sejam apenas periferia.

Do ponto de vista metodológico a palestra durou em torno de 1:30h, coordenada pelo professor Gene, com a participação de outros professores do Curso e discentes. Após a explanação da palestra o debate foi aberto ao público presente com pouca participação, chamou-me a atenção o fato de que os discentes não participaram do debate exceto o pesquisador e apenas três professores interpelaram positivamente as ideias que o palestrante difundiu. Em minha manifestação interpelei o palestrante quanto à sua visão da articulação entre Ciência e mercado econômico, pedi que esclarecesse melhor essa questão por ele exposta. Ele reforçou que é preciso criar mercados e buscar parcerias na iniciativa privada como, segundo ele, é feito em outros países e reiterou que a dependência exclusiva de recursos públicos seria um caminho limitado.

Em síntese, a palestra do Galileu reconhece que as universidades brasileiras estão muito comprometidas com paradigmas, o que é congruente com o que Kuhn identifica como sendo Ciência Normal. Isto é, independentemente de valoração dos problemas elencados pelo palestrante (que, se considerada, seria uma constatação de valoração negativa na opinião do palestrante e, aliás, também na minha), o descritor Kuhniano é identificado. Ademais, na explanação do palestrante há um apelo de diálogo da comunidade acadêmica com a sociedade civil, por meio do debate crítico que pode ser interpretado como congruente com os pressupostos da Razão Comunicativa. O apelo, contudo, parece se ancorar em uma espécie de plano ideal, uma vez que tal diálogo/debate crítico pouco se concretiza na prática acadêmica dos cursos no campo das Ciências Naturais, por isso mesmo, predominou, no discurso do palestrante, o lamento concernente a realidade objetiva (problemas elencados).

Esta palestra ajudou-me, inicialmente a entrar em campo de forma mais questionadora no desenvolvimento da pesquisa na busca de encontrar aproximações e/ou distanciamentos acerca das impressões que o palestrante de deixou, algumas delas confirmadas nesta Tese.

b. A palestra de Sócrates

No dia nove de julho de 2016, o pesquisador e a maioria dos calouros deste ano participamos de uma palestra intitulada *Relações humanas na vida profissional*, ministrada no auditório Arlindo Pinto, do ICB, com duração de cerca de uma hora. O palestrante doravante será chamado pelo pseudônimo Sócrates³⁰. Sócrates informou ser coordenador de desenvolvimento de pessoas da UEPA e disse estar engajado no *Programa de valorização do servidor da UEPA*. Tal atividade funda-se, segundo o palestrante, nos princípios da *Equidade, Acessibilidade, Diversidade e Visão holística*. Esses seriam os pontos imprescindíveis da capacitação funcional e valorização do servidor, já que todos devem ser tratados com igual consideração, ponderando-se sua condição e necessidades (Equidade); todos devem ter acesso aos meios de seu desenvolvimento e atuação (acessibilidade); deve-se respeitar a diferença (diversidade); e é preciso que se considere o ser humano em sua integralidade (visão holística).

O palestrante explicou que *relações humanas* se referem a atividades, interações e sentimentos humanos. Enfatizou que haveria dificuldades na administração destas relações dados diversos fatores: não ouvir, interromper, ser agressivo ou tentar impor determinadas ideias. Daí a necessidade de se *mudar o ângulo de visão*: se colocar no lugar do outro, fazer autoanálise. Dificilmente alguém está, sustenta Sócrates, totalmente certo ou totalmente errado e mesmo que esteja, uma vez que somos seres humanos racionais e emocionais, temos que pensar em uma solução para as nossas dificuldades de relacionamento. Tais soluções para os problemas de relacionamento interpessoal envolvem, segundo Sócrates, comunicação, cooperação, empatia, cultivar afinidades, encontrar pontos em comum, administrar relacionamentos e criar redes de relacionamentos.

Os pilares do relacionamento interpessoal seriam, conforme explanado na palestra: a *ética*, que se refere às regras e normas que regulam o comportamento justo e injusto; o *diálogo/comunicação*, sem o qual nada poderia ser feito ou

³⁰ O palestrante Sócrates, conforma a Plataforma Lattes, é graduado em Tecnologia de Gestão de Recursos Humanos pela Faculdade do Pará (2006), com Pós-graduação em Psicologia Organizacional e do Trabalho.

resolvido; a *empatia*, que implica se colocar no lugar do outro; a *assertividade*, que é a clareza e honestidade na apresentação das ideias, sem agressividade; e a *alteridade*, que implica o respeito ao outro/respeitar a diferença.

Após apresentar esses pontos, o palestrante fez uma dinâmica, na qual pediu que, em uma folha de papel, fizéssemos uma divisória e colocássemos, de um lado o nome de uma pessoa com quem tivéssemos dificuldade de relacionamento, as razões dessa dificuldade e em que sentido isso é um problema. Do outro lado teríamos que colocar um defeito nosso. Nessa dinâmica, os discentes reagiram positivamente, aparentando estar bastante descontraídos e se divertindo com a atividade propostas.

Sócrates contou uma estória de dois irmãos que, tendo sido criados juntos, em determinado momento se desentenderam, passaram a não se falar por anos, mesmo morando em fazendas vizinhas. Um dos irmãos teria contratado um carpinteiro para fazer uma cerca, que dividisse as fazendas de forma mais contundente, pois já havia um rio que as dividia. O carpinteiro, desobedecendo as ordens de seu contratante, fez uma ponte que teria acabado por unir os irmãos, pois o irmão que nada sabia da atitude unilateral do carpinteiro, ao ver a ponte construída, correu para abraçar seu irmão transtornado com a desobediência do construtor da ponte. Destacou Sócrates, com essa estória, que somos seres interdependentes, vivemos em sociedade, trabalhamos com outras pessoas, por isso, temos que facilitar nossas relações interpessoais.

Poucas pessoas fizeram perguntas ao final da palestra, em função do tempo do palestrante, que havia se esgotado devido o fato de Sócrates alegar ter outros compromissos previamente agendados, porém, um participante quis saber qual a relação entre as Ciências Biológicas e as relações humanas destacadas na palestra do professor. Ele respondeu que a Ciência não é uma produção humana individual. Toda pesquisa, por exemplo, envolve interlocução, o que requer diálogo e respeito. Ademais, as Ciências Biológicas, como qualquer área, aliás, correspondem a campos de trabalho, seja na docência, seja na pesquisa ou em alguma função técnica, em que pessoas se relacionam de alguma forma e a ética deve, por isso mesmo, estar em primeiro plano.

A palestra de Sócrates não versou sobre Ciência, todavia, em alguns momentos de sua explanação pude captar elementos presentes no âmbito da Razão Comunicativa, vez que tem como um de seus eixos centrais a preocupação com a comunicação, com a equidade, como o colocar-se no lugar do outro com vistas à solução de qualquer problema com sustentação em um procedimento fundado na atenção à alteridade. Como o debate ao final desta palestra foi praticamente irrisório, não foi perceptível qual o significado desta palestra para os demais participantes.

c. A palestra de Kelsen

No dia 25 de junho de 2016, no auditório Arlindo Pinto do ICB, realizou-se uma palestra intitulada *Biossegurança* em que o pesquisador e a maioria de seus colegas, calouros do Curso, participaram. O palestrante doravante será chamado de Kelsen³¹. A palestra versou sobre tópicos de história, conceituação e legislação de biossegurança, além de noções básicas de biossegurança em laboratórios e hospitais.

O palestrante, dentre outras curiosidades históricas, destacou que as roupas usadas em medicina medieval, além de exóticas, eram pretas, o que favorecia a proliferação de microorganismos, desconhecidos na época. Os discentes presentes reagiram com risos e comentavam entre si a respeito das roupas exibidas nos *slides*, que eram tidas como engraçadas.

No Brasil, ressaltou Kelsen, destacou-se o aparecimento legislativo do tema, com a Lei 8.974/95 (BRASIL, 1995) e Decreto 1752/1995 (BRASIL, 1995), que iniciou a regulamentação de questões ligadas à biotecnologia e a engenharia genética, estabelecendo, dentre outras determinações, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Essa legislação foi revogada por ocasião da promulgação da Lei 11.105/2005 (BRASIL, 2005). Aliás, a possibilidade de recombinação gênica e o efetivo aparecimento dos organismos geneticamente modificados estão entre as preocupações nucleares do legislador brasileiro, no que concerne a esta legislação, embora a biossegurança não se restrinja a isso.

³¹ Kelsen é tecnólogo em gestão de segurança privada com MBA avançada em formação de consultores executivos na área de gestão de pessoas. É também bombeiro civil com especialização em resgate e atendimento pré-hospitalar.

Em um sentido mais amplo, destacou Kelsen, a biossegurança visa a prevenção de acidentes onde haja risco físico, químico, microbiológico ou ecológico ao profissional de área suscetível a esse tipo de acidente, ou ao cidadão exposto, de uma maneira geral, a esse risco. A biossegurança, assim, visa a preservação do meio ambiente, bem como a melhoria da qualidade de vida das pessoas tendo em vista o avanço da tecnociência.

Destacou-se também, nessa palestra, o Decreto Presidencial 77.052/76 que dispõe sobre a fiscalização sanitária das condições de exercício de profissões e ocupações técnicas e auxiliares, relacionadas diretamente com a saúde (BRASIL, 1976), bem como a Portaria 196 da Anvisa, de 1983, que dispõe sobre instruções para o controle e prevenção das infecções hospitalares (BRASIL, 1983) e criou a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH), que tem como objetivo normatizar, padronizar e fazer as devidas adequações e correções quanto execução de todas as medidas e prevenções e controle quanto aos mais variados tipos de infecção hospitalar. Tal Comissão é de importância axial dado que, segundo dados apresentados pelo palestrante, cerca de 15% das pessoas internadas em hospitais adquirem infecção hospitalar.

Dentre as maiores causas de infecção hospitalar, Kelsen destacou a falta de atuação do CCIH; ambientes e equipamentos inadequados ou ultrapassados; falta de normatização e treinamento inadequado, além do descaso para com a regulamentação. Além disso, o professor Kelsen sustentou ainda que a falta de medidas administrativas claras, o não uso de equipamentos de proteção individual ou coletiva, e a falta de vigilância epidemiológica estão entre as causas comuns de acidentes.

Em laboratórios, por exemplo, há riscos químicos, físicos e biológicos. Daí a necessidade de classificação desses riscos ocupacionais. A portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego adotou um esquema, segundo o qual, a cor verde indica riscos físicos, a cor vermelha riscos químicos, a cor marrom riscos biológicos, a cor amarela riscos ergonômicos, e a cor azul, riscos de acidentes por arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado, animais peçonhentos entre outros (BRASIL, 1978).

Com respeito à questão dos resíduos, destacou-se a Resolução nº 5 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), mediante o qual o resíduo final é de responsabilidade da unidade que o produziu (BRASIL, 1993). Há diversas instituições municipais, estaduais e federais, cujas recomendações devem ser seguidas.

O palestrante, em um dos pontos centrais de sua exposição, destacou que hoje há uma relação indissociável entre produção científica e segurança. Por isso mesmo, o conceito de biossegurança não pode mais ser negligenciado como em outras etapas históricas da Ciência. Nesta palestra, o enfoque normativo dado pelo palestrante foi pouco atrativo aos participantes, não é sem razão que o debate não se concretizou. Contudo, observei patente relação dessa palestra com a Razão Comunicativa dado o pressuposto do respeito à sociedade civil bem como ao profissional das Ciências Biológicas inerente à temática da biossegurança.

d. A palestra de Célula

O professor Célula, um dos professores entrevistados na construção de dados desta Tese, ministrou uma palestra, no dia 15 de fevereiro de 2017, intitulada *Revisão da teoria evolutiva*. A palestra foi ministrada como parte das atividades do evento 2º Darwin Day, promovido pela Liga Acadêmica de Genética da UFPA (LAGen)³², cujo tema geral foi: *A teoria evolutiva precisa ser repensada?*. Além da palestra do professor Célula, que elegemos para comentar nesta Tese, dada a amplitude histórica e teórica da mesma, houve outras palestras neste evento e, pelo que observei em várias delas, o enfoque geral foi a seguinte mensagem: *nada em Biologia faz sentido a não ser à luz da evolução*, conforme escutei de três palestrantes explicitamente, dentre os quais o professor Célula.

O professor Célula abriu sua palestra destacando que o darwinismo é responsável por duas grandes contribuições às Ciências Biológicas, quais sejam, a noção de evolução como descendência com modificação e o esclarecimento de qual seja o mecanismo da evolução: a seleção natural. O palestrante afirmou que há diversas evidências clássicas da evolução: sistemáticas, biogeográficas, morfológicas, embriológicas, e paleontológicas, de forma que não haveria muito

³² Conforme informações do sítio da UFPA, O LAGen é composto por estudantes do ICB – UFPA e tem como objetivo o desenvolvimento de atividades de divulgação científica na área de genética.

sentido no questionamento a respeito da veracidade do evolucionismo em sentido darwinista.

Seria muito importante para o entendimento da seleção natural, sustentou o professor Célula, ter em mente que nascem mais indivíduos do que o ambiente suporta; que nem todos chegarão à idade reprodutiva, deixando descendentes; que o número de indivíduos de uma espécie é mais ou menos constante ao longo das gerações; que os indivíduos não nascem idênticos, havendo variação entre eles na aparência, tamanho, velocidade, entre outros, e que parte destas variações devem ser hereditárias. Por isso mesmo, conclui, como raciocínio fundado na seleção natural, que os indivíduos com variações hereditárias favoráveis têm maior chance de sobreviver e deixar descendência.

Célula relatou que a objeção à seleção natural que mais incomodou tecnicamente Darwin teria sido a proposta por Fleming Jenkin em 1867, o qual afirmou que a herança por mistura neutralizaria qualquer efeito positivo que o variante possuísse. Esse raciocínio foi ilustrado com o seguinte exemplo: suponhamos que em uma “população” de xícaras de café surgisse um mutante xícara de leite. Em poucas gerações esse variante seria neutralizado. Darwin teria ficado bastante aborrecido com essa objeção porque ele acreditava que as características hereditárias se misturavam ao longo das gerações e, por isso mesmo, não soube responder ao questionamento de Jenkin. Contudo, Mendel mostrou que, na verdade, os fatores de hereditariedade não se misturam. Tais fatores (hoje chamados genes), ainda que não visíveis a olho nu, estão lá e podem ser transmitidos. A genética, desse modo, resolveu a objeção de Jenkin a favor de Darwin.

O professor Célula explicou, como tópico seguinte da palestra, o equilíbrio Hardy-Weinberg, cuja tese básica afirma que em condições de equilíbrio, as frequências gênicas e genotípicas permanecerão constantes ao longo das gerações. Tais condições de equilíbrio implicam em: ausência de mutação; ausência de migração; ausência de seleção; população infinitamente grande e panmixia. Com esse pressuposto, a formalização para cálculo das frequências gênicas e genotípicas assim se expressaria: $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$, sendo p igual à frequência

de AA mais $\frac{1}{2}$ da frequência de Aa e q igual à frequência de aa mais $\frac{1}{2}$ da frequência de Aa.

O palestrante também explicou o conceito de fatores evolutivos, que seriam fatores que agem nas populações modificando as frequências gênicas e genotípicas de geração para geração, quais sejam: mutação; migração, deriva genética e seleção. A mutação gênica foi explicada como um fenômeno que ocorre a nível molecular produzindo novas formas (alelos) de um gene. O palestrante usou o seguinte esquema para apresentar a mutação:

Figura 1 – Mutação Gênica



Fonte: Professor Célula

Nesta figura, μ representa a probabilidade do alelo A mutar para o alelo a por geração e ν representa a probabilidade do alelo a mutar para o alelo A.

A migração ou fluxo gênico, por sua vez, poderia ser formalizada assim: $p_1 = m \cdot p_m + (1-m) \cdot p_n$, sendo m a proporção de migrantes, $(1-m)$ a proporção de nativos; p_m a frequência entre os migrantes e p_n a frequência entre os nativos.

A Deriva Genética, por sua vez, foi apresentada como outra variável capaz de alterar o equilíbrio Hardy-Weinberg. As populações naturais, explicou Célula, possuem um tamanho finito. Em cada geração há um sorteio de genes durante a transmissão de gametas de pais para filhos, que faz que as frequências dos alelos fltuem de geração em geração. A Deriva Genética, destarte, é o efeito cumulativo destas flutuações genéticas durante muitas gerações.

A seleção ou seleção natural, explicou Célula, é um processo pelo qual um fenótipo e, portanto, um genótipo, deixa relativamente mais descendentes que outro genótipo. O valor adaptativo é entendido como a medida do sucesso reprodutivo que, por sua vez, varia de 0 a 1 e é representado por w . A soma das forças que diminuem o sucesso reprodutivo é, afirmou Célula, o coeficiente de seleção, que

também varia de 0 a 1 também, e é representado por s . Assim sendo, as duas medidas estariam relacionadas e poderiam ser formalizadas no esquema $w = 1 - s$. Haveria, segundo Célula, basicamente 3 tipos de seleção, a direcional, que elimina indivíduos com um determinado fenótipo, a balanceada, que ocorre quando o heterozigoto apresenta o maior valor adaptativo e a disruptiva, onde a seleção ocorre em cada subambiente e os sobreviventes migram e cruzam-se ao acaso. A seleção, como mecanismo da evolução, nos permitiria conceituá-la como uma mudança na composição genética das populações ou como uma mudança na frequência dos alelos nas populações.

O palestrante explicou que em 1947, em Princeton, fundou-se o neodarwinismo, também conhecido como Teoria Sintética da Evolução, ocasião em que se consolidou o entendimento segundo o qual a evolução consiste no surgimento de novas variantes de genes por mutação, conjugada a substituição gradual por ação da seleção natural das variantes mais vantajosas. Entendeu-se que este mecanismo de modificação genética das populações permitiria explicar como uma espécie, gradualmente, dá origem a outra em consequência de diferenciações genéticas acrescida de uma de suas subespécies.

O professor palestrante também comentou sobre o ultradarwinismo de George C. Williams, para quem os descendentes são produzidos com o fim de maximizar a representação dos genes dos pais nas gerações seguintes. Essa seria, nesta perspectiva, a explicação do altruísmo por parentesco, que consistiria na tendência dos indivíduos de serem altruístas com parentes, por compartilharem os mesmos genes, bem como do altruísmo recíproco, pelo qual os indivíduos tendem a ser altruístas em relação a indivíduos que são altruístas também, em um sistema de toma-lá-dá-cá.

Por fim, o professor falou sobre a sociobiologia de Edward Wilson, pela qual se explica comportamentos do ser humano em sociedade a partir do raciocínio da seleção natural. Como exemplos de comportamentos selecionados foram citados: a dominância dos homens em relação às mulheres; a aptidão para o escambo; a tendência para formar uma família nuclear (homem, mulher e filhos); territorialidade e tribalismo; aptidão para a cultura, como a disposição para crer em mitos religiosos.

A palestra do professor Célula me pareceu instigante sob alguns aspectos, por exemplo, nela verifica-se, conforme minha percepção, claramente a ideia de que a Ciência é um empreendimento em construção, que apresenta formulações provisórias, refinadas ou refutadas com o tempo. Contudo, nesta palestra, como em outras do Darwin Day, reiteramos que destacou-se a mensagem segundo a qual *nada em Biologia faz sentido a não ser à luz da evolução*. Ou seja, a despeito dos revisionismos históricos, a ideia básica, anunciada no início da palestra, pela qual a evolução é a descendência com modificação que se processa por meio da seleção natural é um lugar comum.

Entendo que autores como Dawkins (2006) e Gold (1985), por exemplo, tenham ideias diferentes sobre como a seleção natural ocorre, contudo, nenhum dos dois crê que Darwin estava errado no núcleo central de seu raciocínio. A Evolução, na palestra do professor Célula, ainda que sob diferentes perspectivas, foi apresentada como um paradigma das Ciências Biológicas.

Não é meu objetivo aqui sustentar a ideia de que a epistemologia de Kuhn adequa-se perfeitamente à Biologia, o que seria, no mínimo, displicente. Há publicações muito relevantes, como as de Mayr (2005), que indicam graves limitações do raciocínio Kuhniano quando aplicado à Biologia. O que sustento é que em palestras como a do professor Célula, bem com em outras atividades do Curso, verifico a defesa de compromissos teóricos e metodológicos compatíveis com a Ciência Normal Kuhniana. As descrições que Kuhn faz sobre o cotidiano do pesquisador normal é muito semelhante aos dados em análise, a exemplo desta palestra. Ademais, o instrumental matemático ensinado pelo docente adequa-se ao que Habermas designa Razão Instrumental: os discentes aprendem, mediante a formalização matemática ensinada, a interpretar e solucionar problemas, em um esquema de raciocínio meio-fim. Nesse sentido, verifiquei nesta palestra tanto a Ciência Normal kuhniana quanto a Razão Instrumental em sentido Habermasiano.

A concepção de Ciência como descrição da natureza também foi patente nesta palestra. Todas as versões do evolucionismo comentadas pelo palestrante tentam apresentar a natureza como ela é, ou seja, há a pretensão de se demonstrar uma forma de descrição fiel ou, no mínimo, os pressupostos necessários para a descrição objetiva da natureza. A tentativa é sempre dizer como a natureza

funciona, como seria correto entendê-la ou interpretá-la, inclusive com uso de padrões matemáticos.

Por outro lado, percebo também pontos de Razão Comunicativa na manifestação do professor Célula por ocasião dos debates ao final do evento. Duas professoras de psicologia pediram a palavra ao final do evento e fizeram muitas observações críticas sobre a forma com que os pesquisadores de Ciências Biológicas usam o conceito de ambiente. Esse não era exatamente o tema da palestra do professor Célula, mas ele parecia escutar atentamente tudo o que as professoras diziam.

Elas explicaram que para a psicologia behaviorista ambiente e indivíduo são indissociáveis e que entendem ser equivocada a forma com que se trabalha o conceito em Biologia, no entendimento delas, de forma dicotômica. O professor Célula, ao final, agradeceu muito a contribuição das professoras, disse que esse debate interdisciplinar é muito importante e que os pesquisadores em Ciências Biológicas precisam escutar mais os pesquisadores de outras áreas como a psicologia, por exemplo, área das suas interlocutoras. Incomodou-me o fato de o professor Célula não ter entrado no mérito específico da questão suscitada pelas professoras de psicologia behaviorista posto que, em meu entendimento, o professor provavelmente teria conhecimentos suficientes para retrucar de forma bem mais fundamentada a objeção suscitada pelas suas interlocutoras.

Célula foi um dos professores cujas aulas de Evolução mais me suscitavam apreço durante a observação de campo, dado vasto conhecimento de história da Biologia, bem como das controvérsias teóricas deste campo de estudo. Contudo, ele foi apenas polido e educado ao agradecer a contribuição das respectivas professoras. Eu esperava uma reação mais firme e contrária a alguns aspectos da objeção das professoras, por parte do professor Célula. Naquele momento, qual seja, o dos debates finais, tive a impressão de que o professor Célula não quis aprofundar o debate por questão de educação ou de não querer perder tempo com uma objeção para ele aparentemente não convincente.

Por isso mesmo, o procurei outro dia, no laboratório onde desenvolve suas pesquisas no ICB, para tratar deste assunto. Quis saber o porquê de ele não ter refutado a objeção das professoras de psicologia. Ele me explicou que gostou muito,

de fato, da contribuição das professoras e que ele é aberto a esse tipo de debate. Disse compreender que a linguagem da Ciência não é totalmente fechada, posto que é possível aprender com outras áreas e, quem sabe, até adotar totalmente ou parcialmente algo da compreensão de outra área do conhecimento. O professor Célula disse entender que, em psicologia behaviorista se usa a palavra ambiente de outra forma e que é bom, sem dúvida, que ele, como professor e pesquisador da Biologia tenha esse conhecimento, ademais, sustentou que é muito importante respeitar a forma com que se faz Ciência em outras áreas.

A resposta do professor Célula ratifica, em meu entendimento, uma perspectiva de Razão Comunicativa como respeito ao interlocutor, como abertura para o diálogo, como visão dialógica da Ciência. Nesse sentido, entendo que se destaca na atuação docente do professor Célula a concepção do positivismo alargado.

e. Palestra de Dalton

Em 07 de março de 2017, Dalton, formador externo, ministrou uma palestra com duração de aproximadamente uma hora em que tratou da questão da contaminação de solos por Pb (chumbo), como risco para os ecossistemas a ele expostos, dada a possibilidade de distribuição do metal na cadeia trófica, que acaba implicado em sério risco à saúde humana. O palestrante destacou que a técnica de fitoestabilização que utiliza amenizantes (tais como o ácido húmico e o carvão vegetal) pode contribuir para abrandar a contaminação de plantas, pois diminuiu o repasse de metais como o Pb para os níveis tróficos posteriores, visto que o metal, após o uso da técnica, estabiliza-se no solo.

O palestrante comentou sobre alguns experimentos que avaliaram o efeito do ácido húmico e do carvão vegetal como amenizantes da toxicidade provocada por Pb em plantas cultivadas em solo contaminado e concluiu que os amenizantes aplicados diminuem o estresse provocado por Pb nas plantas testadas, sendo a maior eficiência determinada nesta ordem: Ácidos húmicos de compostagem (AHv), carvão vegetal (CV) e ácidos húmicos comerciais (AHc).

Com a aplicação dos amenizantes, os teores das clorofilas *a* e *b* aumentaram. Os amenizantes, de fato, fixaram o metal no solo e, por isso mesmo, conforme o

palestrante, esses amenizantes podem ser recomendados para programas de fitoestabilização de Pb em solos.

Nesta palestra, em que o debate não se fez presente, além da concepção de Ciência como descrição da natureza que, aqui, relaciona-se à questão de como a natureza funciona sob determinadas condições, queremos destacar a concepção de Ciência ligada à Razão Instrumental. Há, claramente, uma concepção focada no raciocínio meio-fim, próprio da Razão Instrumental, na apropriação de técnicas, por parte dos discentes, com o objetivo de resolução de problemas.

Estas observações oriundas de minha participação nos respectivos eventos do Eixo Conhecimento Complementar (ECC) como pesquisador/estudante foram confrontadas com as narrativas dos discentes participantes desta investigação por ocasião das entrevistas. No subitem a seguir, sistematizo tais narrativas decorrentes da seguinte questão: você já participou de algum evento desta natureza? Você acha que esse tipo de evento é importante para a formação científica do discente?

f. Narrativas dos discentes quanto ao Eixo Conhecimento Complementar (ECC)

Em entrevista semiestruturada propus a seguinte questão aos discentes do Curso: o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas prevê o chamado ECC. Este Eixo é concebido para ser viabilizado por palestras, minicursos e disciplinas optativas, dentre outros. Você já participou de algum evento desta natureza? Você acha que esse tipo de evento é importante para a formação científica do discente? No apêndice H registro as narrativas dos discentes quanto às questões formuladas.

A partir das narrativas elencadas, o ECC de fato é concebido pelos estudantes como uma oportunidade curricular para complementar o conhecimento aprendido durante os módulos/conteúdos obrigatórios do CLCB. Ao reconhecerem a relevância, importância, o interesse deste eixo para a formação profissional, tais estudantes ratificam a compreensão pedagógica deste Eixo expresso no PPCLCB, anteriormente citado, razão pela qual argumentam os discentes que a participação deles em diferentes atividades acadêmicas/científicas possibilitam obterem “mais conhecimento e ampliar o currículo”. Compartilhar, ampliar e acrescentar conhecimento e experiências à formação profissional, estudar áreas específicas do

conhecimento são na perspectiva dos discentes, uma forma para produzir Ciência de qualidade.

O discente Guaraci relatou que participou de palestras realizadas no ICB, especificamente do III Encontro de Biologia da UFPA (que teve como tema “Diálogos Metodológicos e Tecnológicos”, realizado de 07 a 09 de novembro de 2016). Destacou que estas atividades são fundamentais, dados os novos conhecimentos que o discente pode adquirir, bem como o aprendizado e a familiaridade com os projetos de pesquisa e extensão dos professores. O entendimento de Guaraci, portanto, destaca o aspecto que ele considera relevante para a sua formação científica, qual seja: o acúmulo do saber.

Entendo que a ideia de acúmulo do saber é uma dimensão importante do estudo de concepções de Ciência. Kuhn (1998), por exemplo, pode ser mais uma vez acionado aqui. Para este epistemólogo, a Ciência Normal é cumulativa porque desenvolve-se pelo aumento do saber por estar vinculada a determinada tradição, como já analisado na seção 3.

Observei que no dia a dia do processo de ensino-aprendizagem, os discentes do CLCB raramente se dão conta dos embates teóricos da Biologia e, quando têm algum conhecimento a respeito, normalmente os tratam como algo menor, muito em virtude da prática pedagógica dos professores os quais tangenciavam estes embates. Pelo que constatei em conversas pelos corredores e em sala de aula do ICB com os colegas de turma, a controvérsia teórica raramente é percebida como algo sério ou nuclear para o entendimento da Biologia, pois os discentes do Curso costumam ver esta área do conhecimento como uma Ciência cujos postulados básicos são bem estabelecidos e portanto difíceis de serem superados. A Biologia não é vista como uma Ciência cheia de controvérsias. De uma maneira geral, a Biologia é vista pelos discentes como uma Ciência que, a cada dia, acumula saberes objetivos sobre a natureza. Nesse sentido, a Ciência como acúmulo de saber objetivo é mais uma variante da concepção de Ciência como descrição da natureza, já identificada em subseções anteriores.

Jandir, outro discente entrevistado, ratificou a concepção de Ciência como acúmulo de saber ao ressaltar que o ECC *é uma forma de ter mais conhecimento e ampliar* o currículo dos discentes. O discente Kauê salientou que fez a disciplina

optativa Crustáceos como Modelo para Estudos Ecológicos e entende ser este Eixo importante por oferecer opções de estudo aos discentes já que, mediante o ECC, eles teriam acesso a conteúdos curriculares diversos e para além dos obrigatórios. Kauê destacou também que a referida disciplina acrescentou bastante conhecimento a sua formação científica pois teria descoberto coisas que não sabia e que não tinha ideia. Ou seja, trata-se de mais um caso de concepção de Ciência como acúmulo de saber (e descoberta).

O discente Kayke relatou que participou da organização do III Encontro de Biologia da UFPA (2016) e pensa serem esses eventos muito importantes para a formação científica dos estudantes de Biologia. Kayke também, tal como Guaraci, Jandir e Kauê, mencionou o aprendizado de novos conhecimentos que o ECC proporcionou a ele, portanto, está presente nesta narrativa a ideia de Ciência como acúmulo de saber.

Contudo, Kayke destacou com mais ênfase um aspecto que entendo estar ligado a Razão Comunicativa. Ele afirmou que o citado encontro promoveu a interação do CLCB com outros cursos de Biologia de outras instituições além de cursos de outras áreas das Ciências Biológicas da UFPA. A interação entre os discentes de áreas correlatas e de instituições diferentes teria proporcionado, segundo as palavras de Kayke, o compartilhamento do conhecimento. Na percepção do discente esse compartilhamento deve ser avaliado positivamente. O aspecto dialógico do ECC ressaltado por Kayke evidencia traços de Razão Comunicativa já que põe em relevo o respeito pela produção discente, destaca o diálogo com estudantes de outros cursos e/ou instituições e igualmente atribui à interação um papel formativo axial.

A discente Maiara informou que fazia a disciplina optativa Ornitologia Básica e estagiava no Laboratório de Ornitologia do ICB. Ela disse que também participou da organização do III Encontro Regional de Estudantes de Biologia da UFPA. No que se refere à contribuição do ECC para a formação científica dos discentes, Maiara destacou que este Eixo permite o contato com outras áreas do conhecimento e, por isso mesmo, dá ao estudante de Ciências Biológicas a possibilidade de escolher, estudar e trabalhar com algo novo, que desconhecia (aprendizado de conhecimentos novos/acúmulo de saber). Eventos como este Encontro, além disso,

possibilitariam o acesso de estudantes de outras instituições ao que é feito na UFPA em termos de pesquisas na área da Biologia. A ideia básica de Maiara é a de que tal Eixo ajuda na eleição de o que estudar e onde estudar em uma referência implícita a autonomia e liberdade acadêmica dos discentes, conforme seus interesses. Logo, seu raciocínio me permite caracterizar sua resposta como mais um caso-exemplo de Ciência como acúmulo de saber. Ao ressaltar o aprendizado de algo novo, Maiara parte do pressuposto de que o conhecimento dado tem objetividade no sentido de representar adequadamente o que ocorre na natureza, conforme se verá adiante. A Ciência como descrição da natureza, nesse sentido, também aparece nesta entrevista.

Moacir, outro discente entrevistado, relatou que estava cursando a disciplina optativa Ornitologia Básica. Afirmou que a contribuição do ECC para a formação científica dos discentes se verifica, por exemplo, no caso das disciplinas optativas, na apresentação de um conteúdo específico não aprendido na grade obrigatória e, por isso mesmo, tais disciplinas possibilitam o aumento do conhecimento de determinada área, como o estudo das aves, cerne da disciplina Ornitologia Básica. No desenho curricular obrigatório, ressaltou Moacir, se estuda as aves, mas não com riquezas de detalhes, a exemplo da diversidade, distribuição e variabilidade e, desse modo, a citada disciplina possibilita ao discente ampliar o estudos na área, caso queira.

A ênfase da narrativa de Moacir está no acréscimo do saber, o que me permite considerá-la mais um caso-exemplo de concepção de Ciência como aumento do saber, que se insere na concepção geral de Ciência como descrição da natureza. Moacir fez referência explícita às palestras, simpósios e seminários organizados no âmbito do ICB no sentido de destacar que *todo conhecimento é válido* para a formação profissional como professor e pesquisador de Biologia.

Os discentes Nina, Raoni e Yara também usaram esta concepção para o diálogo sobre a relevância do ECC para a formação científica dos discentes, qual seja, o aumento e a especificidade do conhecimento. Nina disse cursar a disciplina optativa Entomologia Básica por ocasião da entrevista. Relatou ter participado de palestras e simpósios e o acréscimo do conhecimento seria a principal contribuição desse Eixo.

O discente Raoni relatou ter feito um Minicurso de Redação Científica e que fazia a disciplina Entomologia Básica. Segundo a narrativa de Raoni o ECC contribui para a formação científica dos discentes por ampliar o conhecimento de uma área específica. Yara disse ter feito a disciplina optativa Biogeografia e que estava cursando Ornitologia. A discente sustentou que as disciplinas optativas somam com um conhecimento um pouco mais específico. Trata-se, portanto, de mais três casos de concepção de Ciência como aumento do saber.

O discente Ubirajara repetiu essa narrativa, qual seja, a da relevância do ECC para a formação científica dos discentes em função do aumento do conhecimento. O conteúdo que se estuda no desenho curricular obrigatório do CLCB não seria suficiente para uma formação profissional de qualidade, afirmou Ubirajara, pois a Biologia é muito ampla. Contudo, o discente destacou que algumas atividades do ECC serem, segundo suas palavras, *enrolação*, o que nos revela um indício de perda de tempo formativo e de que “um reconhecido pesquisador, produzindo acréscimos significativos aos quadros técnicos existentes, não é garantia de excelência no desempenho pedagógico” (PIMENTA, 2002, p.190). Em uma alusão à docência no ensino superior, a referida autora argumenta que nem sempre um excepcional pesquisador é um excelente docente visto que são habilidades diferentes (PIMENTA, 2002, p. 196).

Nas conversas travadas com o estudante Ubirajara ao longo de dois semestres, observei que ele foi um dos discentes com maior autonomia e dedicação aos estudos demonstrado quando formulava críticas pertinentes ao CLCB e quando explanava a satisfação com suas aprendizagens, o que talvez justifique o fato dele não se sentir ajudado por algumas atividades deste Eixo.

Os respectivos discentes ao expressarem a importância do ECC para a sua formação científica evidenciaram, *a priori*, uma dada concepção de Ciência, associada como descrição da natureza, cujo processo de construção do conhecimento científico é visto como acúmulo, aumento, acréscimo, ampliação, soma do saber. Tal compreensão dos discentes no início do CLCB não pode ser considerada como uma limitação do aprendizado, uma vez que estas caracterizações estão presentes na história da Ciência, repleta de relatos em que se registra esta compreensão. Assim, não é prudente reprimir ou condenar os discentes

que porventura compreendam a Ciência nesta concepção. Ao final do Curso, presumo que estes discentes possam ter tido oportunidades de estudo quanto ao aprofundamento teórico/prático sobre Ciência.

Não refuto a concepção de que a Ciência se caracterize pelo acúmulo e amplitude de saber. Contudo, compreendo que a Ciência não se desenvolve tão somente por aumento do conhecimento. Por não ser estática, isolada, linear e inerrante a Ciência é um processo em que se acumula, expande, divulga, refuta, contesta, afirma, nega e produz novos conhecimentos científicos, como forma de desvelamento do real, sendo necessário, portanto, como adverte Pimenta (1999, p.22) produzir também as condições de produção do conhecimento.

4.2.2 Módulo: Seminário de Educação em Ciências e Biologia (SECB)

Um dos primeiros conteúdos/módulos cursados por mim, na condição de aluno e, ademais, observadas as práticas pedagógica dos professores na condição de pesquisador, foi o Seminário de Educação em Ciências e Biologia (SECB), o qual foi ministrado pelo professor Clorofila, desenvolvido no ICB em uma carga horária de 34 horas, distribuídas em 15 encontros de 2 horas-aula cada. O componente curricular em questão faz parte do Eixo Conhecimento Pedagógico - ECP (UFPA, 2001), composto por 10 conteúdos/módulos³³. A ementa do referido módulo tem o seguinte teor:

EMENTA: Abordagem histórica da construção da área de ensino de ciências em âmbito nacional e internacional. Discussão das principais ênfases da produção acadêmica em educação em ciências.

CONTEÚDOS

Histórico do Ensino de Ciências
Pesquisa no Ensino de Ciências
Ensino de Ciências como Alfabetização Científica

BIBLIOGRAFIA:

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ed. Unijuí, Ijuí, 2000.
CHASSOT, A. & OLIVEIRA, R.J. de (orgs.). *Ciência, ética e cultura na educação*. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, 1998.
COLETÂNEAS DO IV, V e VI ENCONTRO PERPECTIVAS PARA O ENSINO DA BIOLOGIA, São Paulo, 1991, 1994, 1999.

³³ Trata-se dos seguintes conteúdos/módulos: Seminário de Educação em Ciência e Biologia; Iniciação Antecipada a Docência I; Iniciação Antecipada a Docência II; Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem; Metodologia do Ensino de Ciências e de Biologia; Avaliação de Ensino e Aprendizagem; Seminário de Pesquisa em Educação em Ciências; Estrutura e Funcionamento do Ensino; Prática de Ensino I; Tópicos Especiais em Educação.

- MORAES, R. (org.). *Construtivismo e ensino de ciências*. Ed. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2000.
- NARDI, R. *Questões atuais no ensino de ciências*. Ed. Escrituras, São Paulo, 1998.
- OLIVEIRA, D.L. de (org.). *Ciências nas salas de aula*. Ed. Mediação, Porto Alegre, 1997.
- WISSMANN, H. *Didática das ciências Naturais: contribuições e reflexões*. Ed. Artmed, Porto Alegre, 1998.

Como pode-se notar, tanto o descritor da ementa quanto os conteúdos elencados do SECB dizem respeito ao estudo do ensino e pesquisa em ensino de Biologia, dando especial destaque ao conceito de educação científica. Não é sem razão que a bibliografia indicada privilegia autores nacionais com larga tradição de pesquisas nesses campos. Ressalto que o ECP representa uma valorização e reconhecimento do campo educacional, uma vez que por ser um curso de licenciatura, os futuros professores precisam acionar nas suas práticas, conhecimentos correlatos a ele. Para Pimenta (1999, p. 24) esta orientação curricular revela um reconhecimento de que para saber ensinar não bastam a experiência e os conhecimentos específicos, mas se fazem necessários os saberes pedagógicos e didáticos.

Destaco que, do ponto de vista do ensino, a prática pedagógica deste professor deu conta de trabalhar satisfatoriamente com os conteúdos propostos, alargando, com outros autores, a bibliografia inicialmente indicada. O ensino deste Seminário foi previamente planejado pelo professor cujo plano foi debatido com os discentes, os quais aquiesceram sem nenhum obstáculo.

As aulas foram ministradas por meio de exposição dialogada e seminários temáticos, amparadas por textos científicos da área da educação, os quais deveriam ser lidos antecipadamente pelos estudantes, nem sempre uma tarefa cumprida. Tal leitura possibilitaria a anotações de dúvidas e reflexões a serem trabalhadas nas referidas aulas, muito dependente, em razão desta tarefa não cumprida, da prática pedagógica do professor em que sistematizava e explanava os conceitos básicos destes textos.

Muitas destas aulas possibilitaram trabalhos em grupos, se contrapondo a uma abordagem individual da aprendizagem. A avaliação da aprendizagem foi desenvolvida ao longo do módulo, cujos instrumentos priorizaram: seminários e elaboração de textos. Ressalto que, neste módulo, a relação professor/aluno foi

dialógica e respeitosa, em que diferentes pontos de vista sobre ensino de Biologia e pesquisa de ensino de Biologia revelaram concepções de Ciência.

No primeiro dia de aula o professor destacou que o Curso valoriza sobremaneira o conhecimento científico oriundo das Ciências Biológicas, secundarizando o conhecimento pedagógico, sobretudo no que se refere ao processo ensino-aprendizagem da Biologia, entre outros, o que foi identificado como danoso ao processo formativo e a prática profissional dos futuros professores. Está por trás desta secundarização a concepção de que o ECP é algo menor para a formação de professores e a concepção de que o conhecimento científico é o mais valorado.

Ressalta Pimenta (1999), que tanto os saberes pedagógicos, quanto os saberes científicos, acrescidos dos saberes da experiência, constituem os saberes da docência, indispensáveis àqueles que querem ensinar (bem), portanto, não há uma hierarquia entre eles. Para a autora, saberes pedagógicos são aqueles ligados ao contexto que envolve a Pedagogia enquanto Ciência da educação. Os saberes da experiência provém das experiências enquanto aluno/professor vividas durante a trajetória escolar/acadêmica em que nelas são construídas concepções acerca da profissão magistério, docência, didática e processo ensino aprendizagem. Saberes científicos relacionam-se com a área do conhecimento propriamente dito e que, pondera Pimenta (1999), sem esses saberes dificilmente os estudantes, futuros professores, poderão ensinar. Estes saberes trabalhados de forma indissociável evitam a desnecessária cisão entre eles.

Nesta compreensão, posso afirmar que os saberes docentes possuem fontes diversas, não advém somente da formação inicial e tampouco ali se encerram. Contudo, ressaltam Block e Rausch (2014) que é na formação inicial de professores que os saberes docentes requerem um intenso investimento, expandido e consolidado durante a formação continuada. Sob o ponto de vista da cisão entre conhecimento pedagógico e conhecimento científico, o fundamental para a formação e prática profissional de Licenciados em Ciências Biológicas são os conhecimentos específicos da área da Biologia, como Ciência. O conhecimento pedagógico seria então apenas acessório e de menor importância, pressuposto que o professor Clorofila contesta veementemente.

Em minhas observações, a alusão de que o discente de um curso de licenciatura deva escolher uma área da Biologia (como Ciência), dedicar-se a ela,

fazer estágios/experimentos e preparar-se para a pós-graduação da Ciência Biológica, almejando ser um cientista e não um professor, foi debatida no conteúdo/módulo como uma contradição, haja visto que tal licenciatura objetiva formar professores.

Posto isto, a percepção de muitos estudantes do CLCB vai ao encontro de que o conhecimento pedagógico seria quase que um ônus necessário a eles por se tratar de um curso de formação de professores. Um cientista, porém, não precisaria tanto do conhecimento pedagógico, conforme relatado em conversas informais com os discentes. O professor Clorofila, muito provavelmente por ser doutor em educação, combate esse ponto de vista. Para ele, um CLCB deve valorizar o conhecimento pedagógico tanto quanto o conhecimento científico. Interessante destacar que ao refutar a cisão entre conhecimento pedagógico e conhecimento científico, o professor Clorofila exemplifica que os autores da área da educação também contribuem para enaltece a formação científica dos discentes como condição da docência.

Desde a aula inicial deste módulo, revelou-se um dado importante para responder a minha primeira questão norteadora desta tese, qual seja: Quais concepções de Ciência se difundem no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA? Deparei-me, de um lado, com a percepção do professor, que fez uma crítica ao Projeto Pedagógico real do Curso, pois, segundo ele, a visão de Ciência de alguns professores e alunos, pressupõe uma hierarquia de saberes quando enaltece aqueles relacionados especificamente às Ciências Biológicas em detrimento dos saberes pedagógicos que, supostamente, não teriam relevância na formação do futuro professor de Biologia. Ressalto que tal visão hierarquizada do conhecimento é compatível com a visão positivista de Ciência desde Comte (1978).

A crítica do professor Clorofila, em meu entendimento, tem uma dimensão pragmática, isto é: um Curso de Licenciatura obviamente tem o objetivo de formar professores e, por isso mesmo, não faz o menor sentido diminuir a relevância dos saberes pedagógicos. Tal crítica ao Projeto Pedagógico do Curso tem também, segundo creio, uma dimensão teórica, que é bem mais importante para responder a primeira questão norteadora desta pesquisa.

A dimensão teórica a que me refiro tem relação com a crença de que os pesquisadores que se dedicam a área da educação e, especificamente, apenas ao

ensino de Biologia, não dariam grandes contribuições para a formação científica dos discentes do CLCB, pois tal formação seria prerrogativa exclusiva de pesquisadores da área da Biologia. Essa crença, em meu entendimento, se revela no menosprezo, por parte de determinados professores e discentes do CLCB em relação ao ECP, que contempla explicitamente conteúdos/módulos pedagógicos. Não obstante, o próprio PPCLCB reconhece que a formação epistemológica é fulcral para o egresso do Curso e essa formação, como pude constatar por meio da pesquisa participante, é melhor incrementada pelos textos da área da educação, como veremos adiante.

Ora, se para ser um licenciado competente em Ciências Biológicas é preciso apenas estudar conteúdos científicos (essa seria uma visão partilhada por alguns professores e alunos do Curso, segundo o professor Clorofila, que foi ratificada pelos dados por mim observados), não seria necessário ensinar e aprender saberes pedagógicos, já que teriam uma importância menor na formação dos professores. Por óbvio, é um equívoco supor que os pesquisadores da área da educação não contribuem, ou contribuem pouco, para a formação científica em Biologia dos discentes, bem como a premissa de que os saberes pedagógicos teriam pouca relevância para a construção de concepções de Ciência no Curso. A partir de um contraponto a esta compreensão, posso também formular a seguinte questão: os pesquisadores da área da Biologia contribuem efetivamente para um debate entre conhecimento científico e sua relação com o conhecimento pedagógico, tendo em vista a formação do futuro licenciado?

O professor Clorofila afirmou que há mais de um Projeto Pedagógico no Curso, para além do oficial. A análise do PPCLCB revela, segundo concluo, quais caminhos poderiam ser traçados: um sustentado pelos que defendem a Ciência como produtora de saberes mais especializados e independentes do conhecimento pedagógico e outro sustentado por este professor (e por outros professores, principalmente os do ECP), segundo o qual, os conteúdos/módulos pedagógicos são importantes porque o Curso, por um lado tem o objetivo de formar professores e, por outro, os autores da área da educação ajudariam também na formação científica dos discentes.

O primeiro texto proposto pelo professor Clorofila para leitura e debate em sala de aula foi de autoria de Attico Chassot (2004), intitulado *Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia*. O professor solicitou que o lêssemos e estivéssemos preparados para comentá-lo na aula seguinte. O texto

aborda os impactos da guerra fria e, mais especificamente, o impacto do lançamento do satélite *Sputinik 1*, no ensino de ciências. Chassot (2004) sustenta, neste artigo, que durante a Guerra Fria (1945-1989) a Ciência tinha lado. Havia a Ciência ocidental capitalista e a Ciência vermelha soviética.

No Brasil, por exemplo, segundo o citado autor, após 1964 (ano do golpe militar) não se podia estudar por livros soviéticos. Havia repressão estatal às influências comunistas e isso incluía proibição, por exemplo, de se estudar por meio de livros editados na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), porém, ainda assim, livros editados na URSS eram comercializados clandestinamente nas universidades brasileiras (CHASSOT, 2004, p. 18). O texto de Chassot claramente apresenta uma concepção de Ciência, que não é neutra, tampouco segura e objetiva³⁴.

No dia do debate, boa parte da turma participou da aula, levantando questões para reflexão. Contudo, constatei, tanto pelo conteúdo das contribuições como por meio de conversas informais com os discentes que a maioria não havia lido o texto pelo tangenciamento da temática. As discussões, assim, focaram na questão de ensinar ou não ciências, já que muitos discentes afirmavam não se identificar com a licenciatura, pois pretendiam ser pesquisadores/cientistas e não professores, a despeito de cursarem uma Licenciatura em Ciências Biológicas (este fato confirmou a percepção do professor Clorofila, já anunciada na primeira aula, a respeito da existência, no CLCB, de estudantes que não desejam ensinar, mas apenas ser pesquisadores). Na entrevista, a professora Chaves explicou que essa distorção começa fora da Universidade, visto que

O Conselho Federal de Biologia considera biólogo tanto o bacharel quanto o licenciado. Portanto, essa distorção começa fora da Universidade. O Conselho não faz distinção entre o Licenciado, que, como o próprio nome diz, é aquele que tem a licença para exercer a docência, é um curso voltado para a formação de professores, mas o Conselho Federal não faz essa distinção. Então o que aconteceu? Dentro das universidades essa distinção também não foi feita. Os currículos sempre foram bacharelescos, carregados de conteúdo de Biologia, de discussões técnicas (...).

³⁴ Chassot (2004) apresenta, no texto *Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia*, uma concepção de ciência que sustenta serem as fórmulas e leis (da biologia física e química) elaboradas com base em modelos e que esses modelos fazem apenas aproximações da realidade. Não descrevem, portanto, dados precisos da realidade, ainda quando nos ajudem a entendê-la. Por outro lado, o contexto político também interfere na concepção de Ciência predominante em determinada sociedade, segundo Chassot, e esse é um aspecto ideológico da ciência *com lado* (e não neutra), como teria sido o caso, em certa medida, da produção científica brasileira do período da ditadura militar.

Nesse sentido, esse espírito bacharelesco ao qual Chaves se referiu fazia-se presente, segundo interpretei, na manifestação dos discentes, qual seja, a de não ambicionarem, no futuro, desenvolver atividades profissionais no magistério, muito em função da desvalorização social e profissional dos professores, os quais deparam-se com baixos salários, precárias condições de trabalho, ausência de carreira docente entre outros. Comparando a carreira do magistério com a do pesquisador/técnico, estes alunos veem na segunda uma fonte de realização profissional mais promissora.

Na continuidade da aula, observei que quatro discentes certamente leram o texto, pelo conteúdo das reflexões por eles suscitadas e, a este respeito, eu quero destacar alguns pontos que tem intersecção com a primeira questão norteadora desta Tese, qual seja: Quais concepções de Ciência se difundem no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA? Estes discentes destacaram, por exemplo, a relação entre política e ciência presente referido texto e como esta relação não é congruente com a noção positivista de Ciência neutra. Também ressaltaram o fato de Chassot (2004) citar autores como Feyerabend e Kuhn e ademais, sublinha uma ideia de Ciência como modelo provável ou aproximação da realidade.

Sem dúvida, a respeito do debate em sala de aula, chamou a minha atenção o fato de alguns discentes declararem não quererem ser professores, pretendem ser cientistas ou pesquisadores. Observei que havia uma empolgação durante a aula com uma ideia que me pareceu constante em vários discursos discentes: a Ciência como descoberta do mundo, como descrição fiel da realidade e como solucionadora dos problemas humanos.

Chaves (2013) comenta essa visão da Ciência em seu livro *Reencantar a ciência, reinventar a docência*. Ela relata sua inquietação com a ideia hierarquizada de conhecimento pela qual a Ciência seria a melhor forma de conhecimento. Chaves faz uma crítica a autores como Carl Sagan, que sustentam uma concepção cientificista segundo a qual o conhecimento científico, mesmo que falível, ainda é a melhor forma de compreender a realidade, contra o suposto obscurantismo de outras formas de leitura do mundo, como a religiosa, por exemplo.

No referido texto, Chaves (2013) relata uma de suas pesquisas que teve como sujeitos entrevistados, professores de Ciências Naturais da educação básica,

os quais, diante da pergunta *para que ensinar?*, respondem, com muita frequência, algo do tipo: *para que o aluno possa entender o mundo que o cerca*; ou ainda, *para que o aluno possa compreender melhor a natureza e o mundo em que vive*. (CHAVES, 2013, p. 45-46). Está claro, destaca a autora, em respostas como essas, que o conhecimento científico é tido, por esses sujeitos, como sendo superior em relação a outras formas de saber. A Ciência é vista, nesta perspectiva, como sendo a única forma legítima de acesso e compreensão do mundo, ou, no mínimo, a melhor. Outras formas de interpretar o mundo seriam equivocadas, distorcidas, na melhor das hipóteses limitadas e pendentes de correção, que só pode ser feita pela Ciência.

Chaves destaca ainda que essa é a *visão de ciência que predomina na sociedade e particularmente entre os professores* (CHAVES, 2013, p. 47), o que é ratificado por esta Tese. É importante destacar que essa constatação de Chaves a respeito da concepção de Ciência de professores como descrição da natureza é congruente com a minha observação participante e pelas narrativas dos docentes e discentes do CLCB em início de formação. Conquanto se trate de pesquisas realizadas em períodos diferentes e feitas com sujeitos distintos não há como não destacar o alcance e a persistência da concepção de Ciência cientificista na sociedade como um todo e na formação inicial de professores em específico, o que notei em diversas situações no que se refere aos participantes de minha pesquisa, conforme se verá adiante. Contudo, na situação observada, essa visão estava sendo combatida pelo professor Clorofila, e não apoiada, se bem que em outras disciplinas, essa visão tenha sido mais apoiada que combatida.

Ao mediar o debate sobre o texto de Chassot (2004), o professor Clorofila destacou a importância dos estudos da área de educação ao lado dos conteúdos científicos da Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA. Destacou, que o texto de Chassot, por exemplo, acrescenta conteúdos curriculares importantes na formação científica dos discentes, como os aspectos suscitados por alguns estudantes durante o debate. Afirmou compreender a visão de ciência apresentada por alguns discentes, associada à descoberta do mundo, descrição da realidade e solucionadora dos problemas humanos.

Para ele, tal concepção de Ciência, em certo sentido, também é válida. Os discentes só não devem compreender, segundo o professor, que a Ciência seja só isso, pois os textos da área de educação contribuem para ampliar a visão dos

discentes e os levar a ter um posicionamento crítico, mais alargado e adequado sobre concepções de Ciência tendo em vista uma formação mais sólida. Reiterou que o Curso é de Licenciatura e que mesmo os aspirantes a cientista devem dedicar-se a estes conteúdos curriculares, quais sejam, os da área de educação.

Observei que, de uma maneira geral, essa concepção de Ciência, como descrição do mundo, descoberta do mundo e como solucionadora dos problemas humanos é a que os discentes trazem como *background*. De uma certa forma creio que essa visão também é reforçada pelo próprio Curso, como se verá adiante. O PPCLCB apresenta um currículo oficial orientador, nesse caso, reinterpretado pelo currículo real.

Em análise documental do PPCLCB vemos também a busca de dois objetivos distintos (não necessariamente antagônicos): o da formação do técnico/pesquisador e o da formação do professor de Biologia. O primeiro parágrafo do documento expressa sobre a regulamentação da profissão de Biólogo. Em seguida, trata-se do perfil do profissional a ser formado: deve ser um professor-pesquisador reflexivo de sua própria prática. Além disso, no item que expõe os “Problemas centrais que o egresso do curso deve estar apto a resolver”, há o seguinte objetivo: “exercer, **além** das atividades técnicas pertinentes à profissão, o papel de educador, gerando e transmitindo novos conhecimentos, para a formação de novos profissionais e para a sociedade como um todo;” (UFPA, 2001, p.3 – o destaque é meu).

Em meu entendimento, é sintomático que um Projeto Pedagógico de um curso de licenciatura comece com uma preocupação legal referente à profissão de biólogo/bacharel e não de professor de Biologia. Isso parece mostrar que o Curso pretende, em primeiro lugar, formar biólogos, seja para atuação profissional como técnico, seja como pesquisador. Parece-me ser sintomático também que, no excerto reproduzido no parágrafo anterior, o magistério de Biologia não seja o cerne da formação, pois é, textualmente, algo além. O conhecimento técnico pertinente à profissão de biólogo vem em primeiro lugar e o exercício do magistério em Biologia aparece como algo “além disso”, como se fosse um acréscimo.

Esses dados documentais parecem, de fato, serem ratificados pelas aulas de SECB em que percebia esses dois objetivos em confronto, o do pesquisador/técnico e o do professor. Essa visão da formação docente hierarquizada em que se prioriza o aspecto técnico-científico, embora admita também a importância da docência (ainda que em segundo plano), reforça a concepção hierarquizada de conhecimento

denunciada por Chaves (2013) e que esta pesquisa enquadra na concepção positivista de Ciência, tal como a define Abbagnano (2007).

Na aula seguinte o professor Clorofila trabalhou um texto intitulado *Ciência e educação para a cidadania*, de Wildson Santos e Roseli Schnetzler (2001). Esta aula contribuiu para a análise das concepções de Ciência e as práticas pedagógicas a elas vinculadas. Destaco que a aula em questão apresentou uma reflexão sobre a necessidade de forte vínculo entre Ciência e ética para que a educação científica cumpra a sua função social. O texto proposto de Santos e Schnetzler (2001) afirma, por exemplo, que a educação científica para a cidadania implica, sobretudo, educação moral. Não se deve ensinar Ciências Naturais, sob a perspectiva das autoras, apenas com ênfase em termos técnicos esdrúxulos, cálculos (linguagem/comunicação científica), enfim, distanciando-se da vida cotidiana e da sociedade. Assim, a discussão foi encaminhada no sentido de defender a ideia de que o professor de Biologia deve se comprometer com a finalidade social da Ciência e isso envolve valores morais tais como solidariedade e respeito ao próximo.

Observei que a concepção de Ciência defendida pelo professor Clorofila, nesta aula, reconhece que a ciência tem um elemento ideológico, logo, político. Ficou bem clara, na discussão em sala de aula, que *a educação* (e aqui está em questão a educação em ciências) *é um processo ideológico de inculcação de valores* (SANTOS; SCHNETZLER, 2001, p. 256). Estes valores, contudo, podem ser orientados moralmente e, portanto, fundados na preocupação com o que é melhor para a comunidade ou, ao contrário, podem, por exemplo, ser fundados em algum interesse mercadológico e, por isso mesmo, não ter compromisso social e ambiental. Em outras palavras, a Ciência não é neutra. Há sempre interesses subjacente e é melhor que esses interesses sejam morais, dizem as autoras. Essa é a lição básica que eu pude compreender dessa aula em comento. Claramente, aqui, identifico a Razão Comunicativa de Habermas, pela incorporação de interesses da sociedade civil, bem como pelo interesse moral, de uma forma geral.

O professor Clorofila avisou que na aula seguinte debateríamos sobre um texto de Arroyo (1988) intitulado *A função social do ensino de ciências*. Cabe destacar a concepção de Ciência exposta por Arroyo (1988) foi ratificada pelo professor Clorofila em sala de aula. O artigo deste autor corrobora a tese central do texto da aula anterior de Santos e Schnetzler (2001) a respeito da não neutralidade da ciência. Arroyo (1988) defende que a Ciência está inserida na cultura e não pode

ser desta desvinculada. Por isso mesmo, há relações de poder, há valores e interesses de classe no pensamento científico.

Ainda com uma abordagem crítica ao positivismo clássico na ciência, na aula seguinte o professor Freire comentou um texto de Demo (2010) intitulado *Educação científica*. O texto em questão faz uma crítica à concepção de ciência como questão de método. Demo (2010) afirma que o método científico realça modos ordenados, lineares, procedimentais e formais de interpretação da realidade. Fazer Ciência, nesta perspectiva, é satisfazer as expectativas do método científico, isto é, enquadrar a realidade em esquemas formais predeterminados. Ocorre que, segundo este autor, todas as teorias, enquanto tais, oferecem um modelo reduzido da realidade por privilegiarem traços supostamente lineares e essenciais. Contudo, a realidade, sustenta Demo (2010), é complexa e não linear.

Nesse sentido, a apresentação da Ciência apenas como questão de método pode levar a uma compreensão equivocada do conhecimento científico, como se o mesmo produzisse verdades peremptórias, universais, reveladoras da essência da realidade. Demo (2010) destaca que compreender Ciência deste modo, isto é, como mera produtora de verdades universais, é equivocado porque tal concepção ignora a historicidade e politicidade do fenômeno estudado. Ademais, haveria exemplos históricos clássicos que denunciam as limitações do conhecimento científico, tais como os teoremas da incompletude³⁵ de Gödel (1931), que teriam demonstrado que a matemática necessariamente trabalha com proposições indemonstráveis no interior de seus próprios sistemas.

Demo (2010) sustenta que o conhecimento científico padece de versões mais ou menos incisivas sobre determinados objetos de estudo. Verdade universal, desse ponto de vista, é um conceito abalado, pois toda verdade tem dono e, por conseguinte, não passa de pretensão de validade, no sentido de Habermas (1987). Demo defende a tese da discutibilidade como critério mais expressivo de cientificidade. Ele diz que essa ideia, a de discutibilidade, tem um tom pós-moderno e implica uma espécie de fundamento sem fundo. A tese da discutibilidade de Demo pressupõe que o importante para a Ciência não é a capacidade de fundamentação definitiva em formalizações irrecusáveis, mas a maleabilidade da

³⁵ Trata-se de dois Teoremas. O primeiro enuncia que numa teoria consistente efetivamente gerada capaz de expressar a aritmética elementar, existe uma sentença verdadeira mas indemonstrável. O segundo Teorema enuncia que é impossível provar a consistência de uma teoria consistente efetivamente gerada capaz de expressar a aritmética elementar (GÖDEL, 1931).

desconstrução/reconstrução sem fim de suas hipóteses de trabalho. Não há como deixar de estabelecer um paralelo deste pensamento com o trabalho de Karl Popper (1980), sobre o falsificacionismo, e o próprio Demo (2010) o faz em seu texto.

Por fim, a respeito da concepção de Ciência de Demo (2010) no artigo *Educação científica*, cabe destacar o que ele a designa de versão dialética da discutibilidade da ciência, pela qual a Ciência seria um tipo de conhecimento que tem como base a autoridade do argumento e não o argumento da autoridade. Essa versão dialética é quase o lema do artigo em questão. Posso dizer, posto este esclarecimento, que Demo se engaja no combate à falácia que a tradição de estudo da lógica cunhou sob a designação *argumentum ad verecundiam* (COPI, 1978), também conhecida como apelo à autoridade.

As questões aqui levantadas concernentes à concepção de Ciência de Demo, no referido artigo, foram trabalhadas pelo professor Clorofila quando provocava em seus discentes reflexões, oportunidade que tiveram para esclarecer alguns conceitos sobre Ciência lá tratados. Por isso mesmo, verifiquei, nesta prática pedagógica, a presença da Razão Comunicativa nos debates concernentes ao texto de Demo em questão e nos demais também.

Em outro dia letivo trabalhamos o texto de Chassot (2003) intitulado *Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social* em que apresenta uma interessante discussão sobre alfabetização científica. Já no título, o artigo de Chassot indica seu objetivo central, qual seja, destacar a relevância da alfabetização científica para a inclusão social. O autor argumenta que a Ciência pode ser considerada como sendo uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o mundo natural (CHASSOT, 2003).

Nesse sentido, uma vez que a Ciência seria uma linguagem, ser alfabetizado cientificamente implicaria saber ler a linguagem em que estaria escrita a natureza. Compreender a linguagem científica, assim, possibilitaria *ler o universo, compreender melhor as manifestações do universo*, ou ainda, *ler a linguagem em que está escrita a natureza* (CHASSOT, 2003, p. 91). Devo esclarecer que me senti incomodado no início deste texto de Chassot (2003) com o fato deste autor usar expressões fortes que remontam, inclusive, à concepção galileana de Ciência como leitura da natureza.

Refiro-me ao uso reiterado de construções como a de que a *natureza está escrita* da forma que a Ciência a entende (o que, se tomada ao pé da letra, reforça a

concepção positivista de Ciência como descrição da natureza). Em passagens em que o autor afirma de forma contundente que a natureza está escrita nessa linguagem, ele dá a entender que é um realista, isto é, dá a entender que o mundo é assim, tal como expressamos por meio da linguagem científica. Em passagens como essa o autor parece ignorar a provisoriidade do conhecimento científico. Por outro lado, em outras passagens do mesmo texto, Chassot deixa claro que a linguagem é um constructo humano e, portanto, mutável e falível e provisório. Em outras palavras, não é que o universo realmente *esteja escrito* de uma forma x, tal como a linguagem científica a descreve, contudo, essa seria a forma que nós, em um determinado período histórico, o lemos. Chassot é um crítico do cientificismo, que ele define como *crença exagerada no poder da ciência e/ou atribuição a mesma de fazeres apenas benéficos* (CHASSOT, 2003, p. 94).

Nas palavras de Chassot, um analfabeto científico seria uma pessoa incapaz de fazer uma leitura do universo, daí porque é indispensável alfabetizá-lo cientificamente. O texto deste autor tem claros elementos de Razão Comunicativa pois privilegia o debate com a sociedade civil bem como a intersubjetividade como sendo fundamental para a formação científica que, por sua vez, deve estar comprometida com a promoção de formas de acesso à linguagem da Ciência como questão de inclusão social. As aulas seguintes do professor Clorofila ratificaram a preocupação com a alfabetização científica, seja com o acesso à sociedade civil de questões ligadas a Ciência, além de questões éticas e ambientais.

Em entrevista semiestruturada, perguntei ao professor Freire como ele define o termo Ciência. Ele argumentou que Ciência é “um termo muito complexo. A gente sabe disso, porque depende muito da visão de cada filósofo, da cada momento histórico e da tendência filosófica”. Porém, a despeito de reconhecer a polissemia do termo, apresentou seu entendimento, ao afirmar que Ciência é:

aquilo que um grupo de pessoas, reconhecidamente, dentro de uma área, considera ser Ciência. Se tu estás considerando, por exemplo, a área de Botânica, ou a área (...) de Evolução, Ecologia, Citologia (...) quem vai definir o que é Ciência são esses grupos, dentro de seus critérios particulares do que eles entendem por pesquisa, por Ciência, (...) são eles que, na verdade, vão dizer, o que é Ciência

Na história da epistemologia, quem vinculou o conceito de Ciência ao de comunidade científica de forma contundente, como vimos na seção 2, foi o historiador da Ciência Thomas Kuhn e, por isso, creio ser adequado reconhecer que,

a concepção de ciência deste pensador desponta na narrativa de Clorofila, com certa clareza. Afirmar que *Ciência é aquilo que um grupo de pessoas, reconhecidamente, dentro de uma área, considera ser ciência* é, em meu entendimento, totalmente congruente com a tese sustentada na obra de Kuhn. Por isso, ao vincular o conceito de Ciência com o que é definido pela comunidade dos botânicos, dos evolucionistas, dos ecólogos ou citologistas entre outros, o professor Clorofila, provavelmente de forma consciente, reproduz o conceito de Ciência Normal, sustentado por Kuhn.

Pude identificar, como em nenhum outro conteúdo/módulo analisado, componentes de Razão Comunicativa no conteúdo/módulo SECB. A preocupação com a ética, o diálogo com a sociedade civil supostamente foram critérios para a seleção dos textos que foram objeto de leitura e debate em sala de aula. É possível dizer, por isso mesmo, que seria de um patente simplismo a mera caracterização do CLBC como sendo positivista ou algo do gênero. O Curso, por meio de conteúdos/módulos como este, em comento, claramente transcende a Razão Instrumental e oferece elementos formativos que não se restringem a meros traços tradicionais do ensino de Ciências Biológicas.

Em síntese, podemos destacar que toda e qualquer prática pedagógica de professores é fundada em determinada concepção de Ciência. O professor de Biologia, portanto, ensina aos seus alunos determinada concepção científica mediante seus pressupostos. Nas observações e entrevistas realizadas (no que se refere ao SECB), tais concepções priorizam um debate em que a Ciência: não se é reduz ao método; é política; trabalha com modelos prováveis; não é neutra; alia-se ao Capital; tem dono; é mutável; datada historicamente; e é regulada pela comunidade científica. Além disso, a questão ética suscitada com frequência neste conteúdo/módulo (SECB), bem como a provocação relativa à desejada articulação com a sociedade civil me permite acionar a Razão Comunicativa, nos termos de Habermas. Essa visão, como concepção de Ciência, reforça o argumento central desta Tese segundo o qual, no cômputo geral o positivismo alargado é a concepção de Ciência Prevalente no CLCB.

4.4 Módulo Ecossistemas

Dentre os professores entrevistados, quatro ministraram o Módulo Ecossistemas, disciplina do segundo semestre do desenho curricular do CLCB, quais sejam, as professoras Adenina, Citosina e Timina e Plantae. Iniciaremos com a análise da observação e entrevista referente à professora Adenina.

As aulas da professora Adenina foram observadas no mês de março de 2017. Notamos que a professora optou predominantemente pelo formato expositivo de aula, com uso de projetor (data show) e foi patente a exigência de memorização de conceitos por parte dos discentes, utilização de termos técnicos e predomínio de explicações teóricas. Um procedimento didático reiterado pela docente foi a formulação de perguntas sobre suas aulas anteriores, ocasião em que raramente algum discente respondia. A professora demonstrava irritação quando não eram respondidas suas perguntas e alertava explicitamente sobre a prova como forma de alertá-los para a aprendizagem, destacando que, sem a demonstração do conhecimento solicitado, os discentes não teriam um bom desempenho na avaliação.

Adenina, em suas aulas, descrevia características químicas dos oceanos e/ou, afirmava, de forma contundente, traços do funcionamento da natureza, como, por exemplo:

(...) O fator primordial da produtividade é a luz, em segundo lugar os nutrientes, em terceiro lugar a temperatura (...) O meio aquoso acelera a taxa de transferência de nutrientes e metabólicos através de membranas celulares potencializando a absorção e transformação de matéria pelos organismos, podendo gerar uma alta produtividade primária. (...) Variações de temperatura, densidade, viscosidade, solubilidade do O₂, influenciam na flutuabilidade, locomoção e respiração dos organismos aquáticos. (Profa. Adenina).

Afirmações como essas incorrem sobre a natureza no sentido de descrevê-la o mais fielmente possível de acordo com metodologias e critérios de observação em geral aceitos pela comunidade científica. Nesta lógica, constato que os conteúdos do módulo Ecossistemas trabalhados por esta professora revelam uma concepção de Ciência centrada na descrição da natureza, concepção muito comum nos cursos de formação de professores em Ciências Biológicas, no ensino de Ciências Naturais e Biologia na educação básica, conforme destacou Chaves (2013).

De certo modo, a Ciência como descrição da natureza é uma concepção vinculada ao positivismo, largamente difundida na academia, definido como *método da Ciência (...) puramente descritivo, no sentido de descrever os fatos e mostrar as relações constantes entre os fatos* (ABBAGNANO, 2007, p. 788).

Em uma de suas aulas, a professora exibiu o Documentário intitulado *The deep*. O Documentário *The deep* segue essa mesma linha de raciocínio de Adenina sobre a Ciência como descrição da natureza, aliás, muito difundido nos discursos dos demais professores deste Módulo. O Documentário termina com uma pergunta: - uma vez que apenas 1% do oceano foi explorado, o que ainda há para ser descoberto? Esta pergunta, aparentemente ingênua, difunde uma outra concepção de Ciência, atrelada àquela, como descoberta de como o mundo, de fato, é.

Informa-se, na exposição do vídeo, que cerca de 60% do nosso planeta é coberto por oceano e o fundo do mar, maior *habitat* da Terra, permanece largamente desconhecido, portanto, apto a ser descoberto. Descobre-se novas espécies a cada mergulho. Trata-se, segundo o Documentário, do lar dos mais bizarros animais da Terra. O Documentário inicia com a apresentação da baleia cachalote a procura de alimentos a mais de mil metros de profundidade no oceano, onde a pressão é cem vezes maior do que a da superfície. Acompanhar os hábitos desse animal requer o uso de um submergível moderno. O modelo apresentado tem uma esfera acrílica reforçada com paredes de 12 cm para proteger o piloto e o câmeraman da enorme pressão. Tal estrutura permite o mergulho até mais de 900 m.

O Documentário destaca ainda que há mais de 300 m, na penumbra, muitos animais que são completamente transparentes. Os animais precisam ver e evitar serem vistos. Há vários exemplos elencados no vídeo, como o anfípoda gigante (12 cm), além de lulas e medusas. Na profundidade de 500m, por exemplo, o peixe machado, que apresenta células produtoras de luz (fotóforos). O peixe anzol usa uma estratégia para pescar suas presas com a “isca” da bioluminescência. O fundo do mar apresenta um espetáculo de pirotecnia. A maior parte da bioluminescência do fundo do oceano é azul ou azul-esverdeada. Alguns poucos peixes predatórios tem luz vermelha, pois as presas ficam visíveis ante a luz vermelha.

Contudo, segundo o Documentário, deve-se dizer que a bioluminescência não é apenas uma arma dos predadores. Animais usam esse mecanismo para se defenderem e confundirem os predadores. Por exemplo, determinada espécie de

camarão gira na água e libera uma cola bioluminescente que confunde seus predadores e os tornam vulneráveis ao nível superior da cadeia trófica. Copépodes também fazem algo semelhante ao camarão ao emitirem fluidos luminescentes para despistar seus predadores.

Em determinado momento, o vídeo destaca a importância do ciclo do sol na vida oceânica. Quando o sol se põe, por exemplo, ocorre a maior migração de organismos vivos do planeta, das partes mais profundas do oceano para mais superficiais. É importante assinalar, e o vídeo o faz, que abaixo de 150m do nível do mar não ocorre fotossíntese. Por isso, a partir desse ponto só há atividade de animais. Os animais se especializam no recolhimento da neve marinha (pequenas partículas de matéria orgânica que caem no fundo do mar).

Nas profundezas oceânicas a pressão pode chegar a 400 vezes a da superfície e a temperatura a menos de 4°C. O leito do mar é dominado por equinodermos, pepinos-do-mar, estrelas e ouriços-do-mar. Um novo tipo de coral teria sido encontrado a 2 km de profundidade, com 30m de altura e 200m de comprimento. Esse coral não recebe energia do sol. Nas profundezas, peixes grandes seriam raros. Há espécies necrófagas, como a enguia-congro abissal, o tubarão de seis brânquias, peixes-bruxa e o tubarão da Groelândia. Estão nas planícies abissais, segundo o Documentário, as maiores estruturas geológicas do planeta, como as Cordilheiras Centro-oceânicas, que estendem-se por 45.000 km, formando a maior cadeia montanhosa da Terra.

O Documentário destaca as chaminés que jorram água muito quente, que sob pressão do oceano, permanece líquida até 400°. Nelas vivem vermes polychaeta. Nos arredores desses habitats quentes há também vermes tubulares, que convivem com bactérias especializadas em retirar energia do sulfato saído dos respiradouros. Nesses ecossistemas, portanto, as bactérias são a fonte primária de energia.

É informado, também, neste Documentário que em 1990, a mais de 10000 m, no fundo do Golfo do México foi descoberto algo que parece um lago subaquático com mais de 20m de comprimento e uma costa arenosa própria com milhares de mexilhões. Nesse caso, a fonte da produtividade primária é o metano que brota do leito do mar, cuja energia é captada por bactérias que vivem nos mexilhões. Há, portanto, conforme o Documentário, ecossistemas que não dependem da luz solar e que têm um sistema próprio de produção básica de energia.

O conteúdo deste Documentário apresenta o conhecimento científico nos moldes da concepção da Ciência como descrição da natureza em total concordância com a professora Adenina, fato que a avaliação da aprendizagem formulada por ela exigiu memorização do conhecimento biológico com vistas à descrição do mundo, o que insere esse tipo de avaliação, em meu entendimento, na concepção de Ciência como descrição da natureza. Ratifico essa interpretação citando algumas questões avaliativas propostas pela professora:

1. Caracterize os cinco oceanos existentes no Planeta Terra.
2. Como o pH é regulado nos ecossistemas marinhos?
3. Quais são os principais nutrientes no ambiente marinho e qual a importância deles na vida da biota?
4. De que forma as estações do ano interferem na produtividade em ecossistemas aquáticos?
5. Caracterize as divisões do ambiente marinho.

Essas questões avaliativas, efetivamente formuladas no Módulo Ecossistemas para fins de avaliação da aprendizagem dos estudantes, enfatizam, reitero, a concepção de Ciência como descrição da natureza.

Sobre o instrumento de avaliação em si, que ostentou os comandos apresentados há pouco, corroboro as observações de Pimenta (2002), para quem os professores na universidade preocupam-se excessivamente com o repasse aos alunos das sínteses obtidas no avanço das pesquisas, isto é, com o repasse do conhecimento científico existente, marcado pelas características da visão moderna de Ciência, pela qual tais docentes foram formados. A autora elenca as características do conhecimento segundo a Ciência moderna verificáveis na avaliação da aprendizagem por docentes universitários, quais sejam:

Neuro, descontextualizado, (...) síntese com valor em si mesma, distanciando o objeto de seu processo de construção (...), tomando-o como definitivo, verdadeiro e inquestionável. A forma pela qual os conhecimentos são solicitados nos instrumentos de avaliação da aprendizagem dos alunos revela a veracidade dessa afirmação (PIMENTA, 2002, p. 222).

Creio ser acertado este comentário de Pimenta vez que, segundo atestei pela observação participante, as avaliações nos Conteúdos/Módulos seguem, predominantemente, este modelo, qual seja: memorização das sínteses da Ciência com a qual se trabalha. Reconheço que o processo de construção do conhecimento

algumas vezes é apresentado, como constatei ao longo de dois semestres e, dependendo do docente, até mais valorizado. Não obstante, na maioria dos Módulos cursados pelo pesquisador desta Tese (Ex: Evolução; Ecossistemas; Biossegurança; Seres Vivos e Meio Ambiente, entre outros), predominou o modelo avaliativo que afere a capacidade do discente de memorizar as sínteses ensinadas pelos docentes do CLCB. Por exemplo, ao solicitar o comando avaliativo “Caracterize os cinco oceanos existentes no Planeta Terra”, a docente Adenina exige dos estudantes, principalmente a capacidade de memorização. Esta opção avaliativa corrobora a percepção de Pimenta (2002) posto que, ao caracterizar os cinco oceanos no Planeta Terra, o discente descreve a natureza esperando uma avaliação binária, isto é, a resposta está certa ou errada (no sentido de a natureza ser ou não tal qual descrita pelo discente na resposta). Este tipo de avaliação implica, segundo sustento, a visão de Ciência como sendo produtora de um conhecimento verdadeiro e inquestionável, embora algumas vezes não seja esta a intenção do docente. Todavia, em conversas com os discentes, pelos corredores do ICB, percebi que na maioria das vezes os discentes simplesmente acreditavam na informação pelo *argumento da autoridade*³⁶. Em outras palavras, a autoridade do docente é, muitas vezes, tida como métrica da validade do conhecimento e, nesse sentido, adverte Pimenta:

Considerá-lo (o conhecimento) como síntese comprovada pela autoridade do professor pode reduzi-lo a mera informação, que é captada pelo aluno ouvinte com a preocupação apenas de reproduzi-la na hora da avaliação, a fim de garantir sua aprovação. Dessa forma, o trabalho de ensinar pouco contribui para o desenvolvimento do pensamento analítico, interpretativo e crítico do aluno. Pouco contribui para alterar suas estruturas mentais de pensamento e de compreensão de mundo. Pouco contribui para formar novos hábitos e atitudes. Pouco contribui, enfim, para sua formação científica profissional e humana, na direção de sua inserção nessas esferas com pensamento autônomo, investigativo, com condições para criar e propor (PIMENTA, 2002, p. 222-223).

Devo destacar que as características sugeridas por Pimenta, quais sejam, autonomia interpretativa, pensamento crítico, pensamento criativo e investigativo estão todas presentes no PPCLCB, conforme já demonstrado e não são reforçadas pela opção avaliativa em comento, que prioriza a capacidade mnemônica.

³⁶ Em seus estudos de lógica, Irving Copi (1978) explica o argumento da autoridade (*Argumentum ad Verecundiam*) como sendo a falácia em que se pretende validar uma informação com base apenas na citação de uma ou mais supostas autoridades que atestam a conclusão pretendida.

Em entrevista semiestruturada à professora Adenina, quando pedi que definisse o termo Ciência, afirmou que concebe a Ciência como descoberta. Para ela, a Ciência seria “tentar entender como funcionam as coisas nas diferentes áreas. Há diferentes áreas: a biológica, a matemática, a física e a ideia geral seria entender como funcionam as coisas”. A professora destacou que o significado básico de ciência seria “ter ciência de alguma coisa”, isto é, ter um conhecimento objetivo sobre algum fenômeno. Assim, entendo que a professora ratifica, em entrevista, a concepção de Ciência como descrição do mundo.

A professora Adenina prevaleceu-se do manual *A economia da natureza*, de Ricklefs (1993), assim como os outros professores do módulo Ecossistemas. Ao analisarmos esse manual verificamos que o conteúdo nele difundido indica a concepção de Ciência como descrição da natureza bem como apresenta a linguagem técnica predominantemente aceita para fins de formação inicial do licenciado em Ciências Biológicas (concernente à área de ecologia), como, por exemplo, a definição de organismo, de ecossistema, de biosfera, de população. Por meio desse manual e dos *slides* elaborados pela professora foi materializado um ensino científico compatível com a Ciência Normal, pois instigou à reprodução de compromissos conceituais, teóricos e metodológicos de grupo, nos moldes da ideia de pertencimento a uma comunidade de pesquisadores, tal como descrito por Kuhn.

Em conversas informais com a professora Adenina e com base em sua explanação durante algumas aulas, percebi patente preocupação dela com o meio ambiente em um sentido compatível com a Razão Comunicativa. A professora interrompia algumas aulas para alertar sobre o sério problema da degradação ambiental provocada pelo ser humano. Destacou que o acesso público a determinadas informações de pesquisas acadêmicas bem como o debate com a sociedade civil a este respeito é de importância axial. A preocupação ético-ambiental revelada pelo discurso da professora Adenina, sem dúvida, impede que a análise do módulo Ecossistemas seja reducionista no sentido de concluir que a concepção de Ciência difundida seja apenas a de uma descrição positivista da natureza. Há, sem dúvida, por parte dela, uma preocupação ética premente e explícita. Nesse sentido inferimos a predominância da concepção de Ciência do positivismo alargado na prática pedagógica da professora Adenina.

As aulas das professoras Citosina, Timina e do professor Plantae foram observadas nos meses de janeiro e fevereiro de 2017. Serão analisadas juntas

porque estes professores trabalharam em conjunto sobre os conteúdos: transformação de energia (oxidação e redução); formas orgânicas e inorgânicas dos elementos; circulação dos elementos; ciclos biogeoquímicos; clima; formação dos solos; biomas; método de medida de produção primária em ecossistemas aquáticos.

Observei que o conhecimento científico foi apresentado como descrição da natureza, também. Como indício desta afirmativa, cito alguns exemplos de afirmações proferidas em sala de aula por estes professores:

1. O nitrogênio é o 4º elemento mais abundante nas plantas, depois de C, O, e H (Timina);
2. S no estado oxidado é o segundo ânion mais abundante nos rios e oceanos (Timina);
3. A litosfera é o maior reservatório de S (Timina);
4. Em relações de oxidação e redução, os elétrons passam de um átomo ou molécula para outro átomo ou molécula (Citosina);
5. Os elementos químicos, diferentemente da energia, permanecem dentro do ecossistema, onde circulam entre os organismos e o ambiente físico (Citosina);
6. O fósforo não circula, em regra, na atmosfera (Citosina);
7. Não há muitos detritívoros em ambientes tropicais porque aqui não se precisa deles (Plantae);
8. O processo de decomposição da matéria orgânica implica consumo de oxigênio presente no meio (Plantae);
9. Em sistemas eutróficos, há altas concentrações e rápida reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (Plantae).

De uma forma geral, *ipso facto*, a concepção de Ciência como descrição da natureza teve lugar de destaque nas aulas dos professores Timina, Citosina e *Plantae*.

O manual predominantemente recomendado por estes professores foi também a *A economia da natureza*, de Ricklefs (1993). Porém, especificamente a professora Timina indicou e fez uso didático do manual *Fundamentos de Ecologia*, de Eugene Odum (1971). Este manual ratifica, em minha compreensão, as observações de Kuhn sobre a função dos manuais na formação científica. Odum propagou um modelo de interpretação dos ecossistemas que influenciou toda uma geração de ecólogos. Seu modelo universal de fluxo de energia até hoje é considerado lição preliminar de formação acadêmica.

A ideia básica, talvez não originária, mas sem dúvida amplamente propagada por Eugene Odum é a de que a produção de um nível trófico é assimilada como energia no próximo nível mais alto e, assim em diante. A energia entra nos organismos normalmente pela ingestão. Parte da energia assimilada, contudo, é perdida no mesmo nível trófico, por meio da respiração e da excreção, por exemplo.

Assim, a energia disponível para o próximo nível mais alto é sempre menor que a originalmente assimilada pelo nível mais baixo. Os nutrientes, de todo modo, são regenerados e retidos dentro do sistema. A matéria circula dentro do ecossistema: formas inorgânicas são assimiladas pelas plantas, que são alimentos para herbívoros, que são alimentos para carnívoros e, mesmo animais que estão no topo da cadeia alimentar, uma vez mortos, se decompõem e, assim, tornam-se novamente formas inorgânicas, que são assimiladas pelas plantas. A produção de dióxido de carbono pela respiração dos animais e sua assimilação pelas plantas é outra forma óbvia de reciclagem.

O modelo de Odum permite a construção teórica de esquemas de medidas de assimilação de energia de um nível trófico para outro e, além disso, permite a comparação do fluxo de energia em diferentes ecossistemas. Esse modelo, uma vez que fez parte e ainda faz, por décadas, da formação em Ciências Biológicas, em específico da formação em conteúdos curriculares de Ecologia, se aproxima da ideia de processo formativo tradicionalista (Kuhn, 1998), cuja função premente é o estabelecimento de exemplos-modelo que, dentre outras funções, objetivam formar os sucessores dos membros de determinada comunidade científica, descrito por Kuhn ao se referir à Ciência Normal. Nesse sentido, próximo ao de Kuhn, Veiga (1989) explica a “prática pedagógica repetitiva” que, segundo constatei, apresentou-se em algumas situações, como na do experimento de campo (que narrarei adiante). Veiga assim a caracteriza:

Na prática pedagógica repetitiva, em que a criação é regida por uma lei estabelecida a priori, a consciência se faz presente de forma debilitada, tendendo a desaparecer, quando a atividade docente assume o caráter repetitivo, mecânico e burocratizado. Assim, a prática pedagógica em que há uma débil intervenção na consciência faz com que o professor não reconheça nenhum sentido social em suas ações. Ele é convertido em um manipulador de instrumentos. (VEIGA, 1989, p. 18).

A prática pedagógica repetitiva é congruente com o que designamos nesta Tese de Razão Instrumental, na perspectiva de Habermas (2014), bem como com a Ciência Normal, tal como a descreve Kuhn (1998).

Observei que professores Cytosina, Timina e Plantae tiveram patente preocupação com a apropriação do conhecimento metodológico da pesquisa pelos discentes, em bases matematizáveis e experimentáveis (no sentido da prática pedagógica repetitiva). O passo a passo da metodologia científica tradicional das

Ciências Naturais foi devidamente ensinado pelos docentes e os discentes realizaram um experimento dentro desse modelo, em que se partia de uma hipótese e seguia-se com os testes para os procedimentos de verificação. Para além do modelo da Ciência como descrição da natureza, já amplamente ratificado, inclusive por este experimento, destaco a presença da Razão Instrumental neste ensino que consistiu no treinamento matemático-experimental com vistas à melhor descrição do fenômeno estudado.

O experimento científico executado pelos discentes teve o objetivo responder basicamente duas perguntas: 1. Em que ambiente a taxa de decomposição da serapilheira é mais rápida, no ambiente seco ou no ambiente úmido? Dito de outra forma: a umidade do solo interfere na taxa de decomposição? 2. Há um progressivo aumento da taxa de decomposição com o tempo? Para cada pergunta, os discentes apresentaram uma hipótese. Em relação à primeira pergunta, a hipótese é a seguinte: *a taxa de decomposição é mais rápida no ambiente úmido*. Para a segunda pergunta, a hipótese sustenta que *sim, há um aumento progressivo da taxa de decomposição com o tempo*.

Previamente ao experimento, os professores explicaram que o estudo de processos de decomposição, como no caso da serapilheira, influenciam o funcionamento de ecossistemas florestais, pois regula o acúmulo de matéria orgânica (MO) no solo e a ciclagem de nutrientes (SILVA *et al*, 2014). Ademais, em florestas nativas ou plantios florestais, grande parte da matéria orgânica acumulada na superfície do solo é constituída de material vegetal, transferido pela contínua deposição de serapilheira (MAFRA *et al*, 2008). Dentre os diversos componentes dessa matéria orgânica, a serapilheira seria o mais representativo em termos de quantidade de conteúdo de nutrientes orgânicos e inorgânicos (GODINHO *et al*, 2013).

Desse modo, a serapilheira desempenha um importante papel na dinâmica desses ecossistemas, uma vez que, ao ser decomposta, torna-se uma grande fonte de nutrientes para as plantas, além de proteger o solo de ações erosivas (SHEER, 2008). No que se refere à velocidade de decomposição da serapilheira, deve-se destacar que esta taxa regula o acúmulo de MO na superfície do solo, bem como o processo de ciclagem de nutrientes (TEIXEIRA *et al*, 2012). Daí a importância deste estudo na compreensão dos professores.

Em novembro de 2016, os estudantes do CLCB (2016) instalaram 30 sacos de rede de nylon contendo serapilheira em dois ambientes da UFPA. A serapilheira foi coletada do próprio Campus I. 15 sacos foram instalados em ambiente úmido e 15 em ambiente seco. Para verificação da variação temporal da taxa de decomposição em cada ambiente usou-se a seguinte estratégia: em datas diferentes foram coletados 6 sacos: 3 do ambiente seco e 3 do ambiente úmido. Assim, nos dias 29/11/2016, 13/12/2016, 19/12/2017, 03/01/2017, 17/01/2017 ocorreram as referidas coletas, conforme planilha abaixo. Os sacos com serapilheira foram pesados antes de sua instalação e após a coleta final, cujos dados estão sistematizados na tabela 1.

Tabela 1 – Decomposição da serapilheira

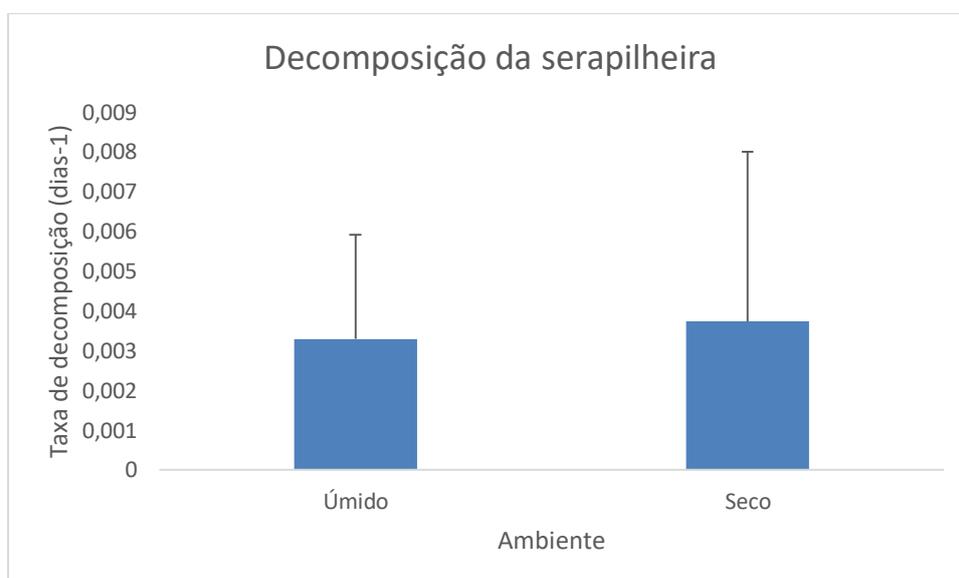
Ambiente	Número	Peso		Dia	T	K
		seco inicial	seco final			
Úmido	4	0,435	0,415	13/dez	32	0,00147086
Úmido	5	0,435	0,41	13/dez	32	0,00184965
Úmido	6	0,455	0,43	13/dez	32	0,00176601
Úmido	7	0,44	0,28	17/jan	67	0,00674605
Úmido	8	0,455	0,325	17/jan	67	0,00502197
Úmido	9	0,425	0,23	17/jan	67	0,00916433
Úmido	10	0,52	0,47	03/jan	53	0,00190747
Úmido	11	0,505	0,47	03/jan	53	0,0013552
Úmido	12	0,415	0,36	03/jan	53	0,00268254
Úmido	13	0,43	0,415	19/dez	38	0,00093439
Úmido	14	0,545	0,5	19/dez	38	0,00226783
Úmido	15	0,445	0,389	19/dez	38	0,00353934
Úmido	16	0,42	0,4	29/nov	19	0,0025679
Úmido	17	0,56	0,485	29/nov	19	0,00756778
Úmido	18	0,41	0,405	29/nov	19	0,00064579
Seco	1	0,42	0,41	29/nov	19	0,00126829
Seco	2	0,43	0,43	29/nov	19	0
Seco	3	0,515	0,375	29/nov	19	0,01669689
Seco	4	0,485	0,48	13/dez	32	0,00032384

Seco	5	0,45	0,405	13/dez	32	0,00329252
Seco	6	0,435	0,325	13/dez	32	0,00911003
Seco	7	0,49	0,37	03/jan	53	0,00530005
Seco	8	0,46	0,43	03/jan	53	0,00127248
Seco	9	0,415	0,385	03/jan	53	0,00141576
Seco	10	0,47	0,4	17/jan	67	0,00240699
Seco	11	0,44	0,4	17/jan	67	0,00142254
Seco	12	0,43	0,38	17/jan	67	0,00184498
Seco	16	0,425	0,36	19/dez	38	0,00436803
Seco	17	0,45	0,38	19/dez	38	0,00444938
Seco	18	0,58	0,52	19/dez	38	0,00287367

FONTE: discentes da turma de 2016 (CLCB)

Após a coleta do material, em cada ambiente, e da organização em Tabela 1 anteriormente descrita no que se refere ao peso, o ambiente e os dias, procedeu-se o cálculo do último item da tabela, qual seja, a taxa de decomposição. Para este cálculo usou-se a fórmula $k = -\ln(mt/mo)/t$, sendo k o coeficiente de decomposição, t o tempo em dias, mt a matéria seca após um período de tempo e mo a matéria seca inicial. Obteve-se os resultados da última coluna demonstrada acima. A confrontarmos os resultados do ambiente seco com o ambiente úmido, construímos o Gráfico1:

Gráfico 1 – Taxa de decomposição da serapilheira nos ambientes seco e úmido

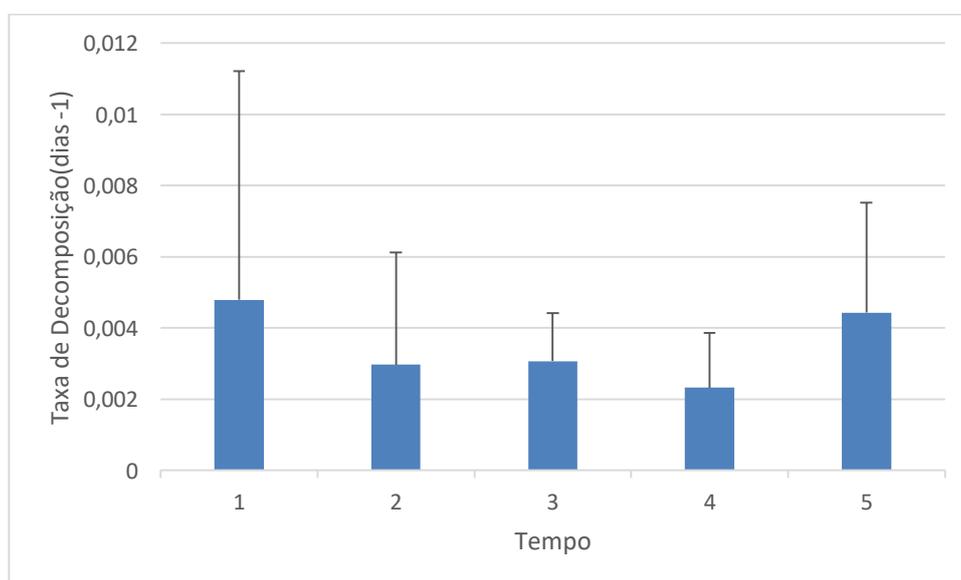


FONTE: discentes da turma de 2016 (CLCB)

O Gráfico 1 demonstra que há sobreposição do ambiente seco com o ambiente úmido, em termos de taxa de decomposição. Isto posto, os discentes comprovaram que a primeira hipótese foi refutada, qual seja, a de que “a taxa de decomposição é mais rápida no ambiente úmido”. Não é. Não houve diferença significativa na taxa de decomposição dos dois ambientes, como comprovado pelo experimento relatado.

No que se refere à variação temporal da decomposição em cada ambiente, obtivemos o seguinte Gráfico:

Gráfico 2 – Variação temporal da decomposição da serapilheira



FONTE: discentes da turma de 2016 (CLCB)

O Gráfico 2 demonstra, de forma contundente, que a taxa de decomposição oscilou com o tempo, não aumentou progressivamente. Ou seja, foi refutada também a segunda hipótese dos discentes segundo a qual *sim, há um aumento progressivo da taxa de decomposição com o tempo*, cujo *feedback* dos professores confirmam estas refutações.

Esse treinamento científico ilustra uma tendência no CLBC em que tal treinamento funda-se no que Habermas chama de Razão Instrumental, em que há a necessidade por parte dos discentes de domínio de metodologias, modelos matemáticos, modelos de observação, como técnica de interpretação da natureza e de resolução de problemas.

A partir da análise das concepções de Ciência difundidas no PPCLCB e pelos docentes participantes desta pesquisa, confirma-se a concepção de que a Ciência como descrição da natureza é largamente difundida no CLCB, com pouco debate de outras concepções que são também difundidas pela comunidade científica (a despeito de que há o acesso a outras concepções por meio do ECP, principalmente). Os professores do ECP, conforme já destacado, segundo constatei por observação participante, são os que mais difundem outras concepções de Ciência. Embora haja proeminência desta concepção no PPCLCB oficial e real (Ciência como descrição da natureza) é razoável sublinhar que em alguns episódios da prática pedagógica dos professores; Dos excertos (PPCLCB) e narrativas de docentes e discentes (entrevistas), realça-se o valor do debate epistemológico que considera importante a admissão de visões críticas e questionadoras dos postulados da Ciência, a Ética como métrica da construção do conhecimento, o diálogo com a sociedade civil que me permite afirmar a presença da Razão Comunicativa no PPCLCB, para além do positivismo clássico, da Razão Instrumental ou ainda dos compromissos tradicionais de Ciência Normal. Por isso mesmo, infiro que o traço fundamental da concepção de Ciência difundida no CLCB é o positivismo alargado, entendido como uma concepção que parte do positivismo clássico, mas que não se resume a essa visão, pois entende que a racionalidade da Ciência precisa ser pautada na ética e no diálogo com os interesses da sociedade civil.

5 CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DE PROFESSORES E DISCENTES A PARTIR DAS NARRATIVAS ORIUNDAS DAS ENTREVISTAS

Nesta seção, aprofundaremos ainda mais as concepções de Ciência difundidas no Projeto Pedagógico real do CLCB, como forma de responder as duas questões orientadoras desta Tese. Para tanto, preveleço-me das entrevistas com 8 docentes e 10 discentes.

5.1 Concepções de Ciência dos Professores

As entrevistas semiestruturadas possibilitaram ao pesquisador confirmar/refutar algumas impressões sobre concepções de Ciência construídas a partir da observação participante. Nelas, tive a oportunidade de dialogar com os respectivos professores na tentativa de aprofundar e esclarecer questões relativas à Ciência, de uma maneira geral, as narrativas dos docentes expressam explícita ou tacitamente uma dada concepção de Ciência. No apêndice I sistematizo as narrativas dos docentes quanto à concepção de Ciência.

A professora Adenina definiu Ciência como descoberta. Ciência seria ter ciência de alguma coisa, isto é, saber, compreender como a natureza funciona. A professora afirma, em outra narrativa, que Ciência é tentar entender como funcionam as coisas nas diferentes áreas. A concepção de Ciência como descoberta ou como busca da compreensão correta de como a natureza funciona, tal como sustentado pela professora Adenina, insere-se na ideia geral de Ciência como descrição da natureza. Ora, o engajamento do pesquisador na tentativa de descrever a natureza (em um sentido positivista), ancorado nos procedimentos e metodologias de sua área de estudo, pode ser entendido como uma aproximação da Ciência Normal, no sentido de Kuhn.

Sobre a relação entre Ciência e sociedade, Adenina explicou que ambas “não conversam muito bem”. Falta, segundo Adenina, entendimento, por parte da sociedade, do conhecimento científico e, além disso, muito da produção científica demora para chegar na sociedade. A comunicação entre produção científica e sociedade, nessa perspectiva, não é boa. Adenina apresenta a educação como saída para esse impasse. Outrossim, a professora Adenina tem o hábito, conforme constatei ao longo de suas aulas, de interromper a aula, em geral, conteudista, e

fazer um discurso pró-ambiente, com um teor militante, contra o uso dos recursos ambientais de forma desenfreada apenas com vistas ao capital. Ela sempre destacou nestas aulas a necessidade de diálogo com a sociedade civil por meio da educação ambiental. Dentre diversas sugestões de ação aos discentes, a docente encorajava os estudantes a fazerem uso da mesma garrafa de água mineral descartável por vários meses, até que não seja mais possível usá-la. Adenina explicou que é uma agressão ao meio ambiente o descarte de garrafas de água mineral tal como é feito no mundo hoje. O discurso de Adenina me permite aproximação com a Razão Comunicativa dado o teor ético, bem como crítico em relação ao capital. Por isso mesmo, a despeito do ensino tradicional já verificado na seção anterior, concernente à atuação docente de Adenina, no cômputo geral, sustento a Tese de que este ensino difunde a concepção de Ciência que denomino positivismo alargado.

Guanina preferiu responder, segundo suas palavras, de forma bem pessoal. Ela definiu Ciência como a possibilidade de compartilhar conhecimento e crescimento pessoal. A Ciência, na visão de Guanina, deve contribuir para a melhoria da qualidade de vida do ser humano em primeiro plano, mas também da de outras espécies, revelando a utilidade do conhecimento científico. A concepção de Ciência como compartilhamento de conhecimento pressupõe que um conhecimento objetivamente reconhecido por uma comunidade científica (Ciência Normal) possa ser compartilhado e, portanto, infiro que essa parte da resposta de Guanina enquadra-se no âmbito da Razão Comunicativa. Contudo, Guanina enfatizou a alteridade em seu discurso, isto é, a preocupação ética. A Ciência deve, em sua visão, contribuir para a melhoria da qualidade de vida do ser humano. O professor universitário/pesquisador/cientista é remunerado com dinheiro público, observa Guanina e, por isso mesmo, deve estar a serviço do interesse público. Para Guanina, é imperativo que a produção científica tenha como métrica geral a melhoria da qualidade de vida da sociedade. A preocupação ética da professora Guanina, reitero, insere-se na Razão Comunicativa, motivo pelo qual entendo predominar, em sua concepção de Ciência, o positivismo alargado.

A professora Guanina fez uma observação sobre a percepção da Ciência por parte dos discentes. Afirmou acreditar que “o aluno não tenha ainda uma percepção correta sobre Ciência”, ao que tudo indica, corrigida ao longo de sua formação (inicial/continuada), numa perspectiva de mudanças de concepções.

Em seu entendimento, os discentes só começam a ter uma percepção mais adequada da Ciência quando têm acesso à Iniciação Científica, na graduação muito provavelmente em decorrência da fragilidade da escolaridade dos estudantes que chegam ao ensino superior. Atribuir a programas de Iniciação Científica a responsabilidade de proporcionar aos estudantes uma concepção de Ciência “mais adequada” e “correta” é secundarizar a dimensão formativa do PPCLCB e mesmo privilegiar tão somente os poucos estudantes que têm acesso a estes programas. Destaco que durante o processo de escolarização dos estudantes, estes vão construindo determinadas concepções de Ciência a partir dos conteúdos escolares, livros didáticos, aulas, experimentos, entre outros, neste sentido, o professor de Biologia como mediador do processo ensino-aprendizagem de Biologia é um elemento fundamental para difundir concepções de Ciência nas escolas de educação básica.

Porém, Guanina crê que a adequação do entendimento do estudante a respeito da Ciência só ocorre na pós-graduação. Não é razoável supor, a partir desta compreensão, que passado tanto tempo de escolarização este estudante só consiga este entendimento quando ingressa na pós-graduação, o que me faz indagar: qual concepção de Ciência o professor de Biologia que encerra o seu ciclo formativo na graduação difunde nas escolas?

Com essa observação, entendo que a professora Guanina infere que a formação técnica e mesmo teórica do Licenciado em Ciências Biológicas da UFPA não é focada especificamente no esclarecimento do conceito de Ciência ou de Ciência Biológica, não obstante, o próprio PPCLCB ressalta a importância do debate epistemológico e da alfabetização científica, proposta que eu subscrevo. Tal narrativa da professora expressa a compreensão de que o CLCB não conduz, deliberadamente, à reflexão epistemológica sobre o que a Ciência seja.

Essa narrativa da professora entrevistada me permite fazer uma intersecção com o conceito de Ciência Normal. Kuhn (1998) destaca explicitamente que a formação científica implica em pôr em segundo plano o debate filosófico porque a preocupação epistemológica com o que seja Ciência tem patente teor filosófico e esse tipo de debate não é pertinente, nos termos de Kuhn, para um cientista produtivo, pois pode distraí-lo de suas atividades rotineiras. Por isso mesmo, para

Kuhn, a formação científica não privilegia reflexões filosóficas e é plenamente justificável que seja assim, já que, na prática, a filosofia até atrapalha a Ciência, pois impede que a Ciência Normal prossiga sem polêmicas desnecessárias que em nada contribuem para o aumento do saber.

A professora Citosina definiu Ciência como qualquer forma de pesquisa, independentemente de ser básica ou aplicada, que se proponha a responder uma pergunta. Ela destacou a importância de que a pergunta investigativa seja clara, que a pesquisa tenha um embasamento teórico sólido e uma hipótese testável. Assim como a professora Guanina, Citosina também entende ser relevante a função social da pesquisa científica, pois crê ser importante que o que é feito na Universidade, em termos de produção científica, seja estendido para a sociedade de um modo geral.

Entendo que a professora Citosina, em parte, dá ênfase à Razão Instrumental, pois ela fundamenta sua concepção de Ciência acionando a metodologia científica. O método científico insere-se no que Habermas (2014) designa Razão Instrumental, pois é por meio dele que a pesquisa científica segue o passo a passo de sua produção. Por outro lado, a preocupação social é elemento de Razão Comunicativa e também se mostra na narrativa de Citosina. A professora tem patente preocupação ético-ambiental.

Ela entende que em muitas áreas a Ciência é desconectada da Sociedade, mas em outras a conexão, em tese, é mais viável, como seria o caso da área ambiental. O caminho vislumbrado por Citosina para remediar o problema do distanciamento entre Ciência e sociedade é o da educação ambiental/divulgação científica. Ela citou vídeos de divulgação científica produzidos pela FAPESP, em seu entendimento, adequados para o diálogo com a sociedade. Citosina vê como um problema que a Ciência centre-se em publicações herméticas à sociedade em geral. Nesse sentido, reitero que há traços de Razão Comunicativa na visão da docente.

A professora Timina definiu Ciência como “coisas da vida que a gente consegue (...) testar (...) se existem fatos que comprovem aquilo ou não, e é uma coisa que está em constante mudança”. A ideia básica da professora é a de Ciência como descrição da natureza. Trata-se de testar e comprovar em sentido ontológico/fático (existência). Contudo, a resposta da professora também revela conhecimento do método científico em termos de falseabilidade, em sentido

popperiano. Ou seja, Timina admite que o conhecimento científico é, por definição, falseável. A professora é da área da Ecologia, em que a comprovação posterior de interação de uma variável não notada anteriormente por um pesquisador pode comprometer o resultado de sua pesquisa. O falseamento, no entendimento da professora, deve apresentar dados novos, que exponham o erro da pesquisa refutada. Por outro lado, as aulas de Timina ratificam, conforme constatei na observação participante, a concepção de Ciência como descrição da natureza, bem como a necessidade de compromissos teóricos, metodológicos e instrumentais com a tradição, conforme visto na seção 4, o que nos permite compreender sua concepção de Ciência na órbita da Ciência Normal, nos termos de Kuhn.

Em termos da relação entre Ciência e sociedade, Timina inferiu que há áreas mais próximas e áreas mais distantes. Salientou que na área médica a interseção parece óbvia. No entanto, na área ecológica há patente distanciamento. O principal motivo deste distanciamento, segundo compreendi, é o interesse do capital em auferir lucros. Quem detém o poder econômico vê as florestas como forma de incrementar o capital e, por isso mesmo, não considera importante que haja proximidade entre os estudos científicos da ecologia e a sociedade.

A professora entrevistada sustentou que não se vê, na sociedade, suficientemente, a necessária preocupação ambiental. Timina também sublinhou outro aspecto importante de necessária interseção entre Ciência e sociedade, qual seja, a questão da linguagem da Ciência. O pesquisador apresenta seus resultados em publicações especializadas, normalmente em língua inglesa, conforme sustentou a professora, e estes resultados não são acessíveis, via de regra, aos órgãos ligados ao MMA, o que implica em um resultado negativo para a sociedade: tais órgãos não levam em consideração resultados de pesquisas científicas (que não tiveram acesso em razão de terem sido escritas em língua inglesa) em processos de tomada de decisão. A rejeição da professora dos efeitos do capital na sociedade, em detrimento do que recomenda a Ecologia como Ciência; o destaque para a necessidade da comunicação da Ciência em benefício da sociedade, seja em termos de educação ambiental, seja em processos oficiais de tomada de decisão me permite aproximar a narrativa da professora Timina da Razão Comunicativa.

Gene definiu Ciência como “um conjunto de métodos de investigação do mundo ao nosso redor que tenta entender e aproveitar esse conhecimento de alguma forma útil”. É notória, nessa definição, a concepção de Ciência fundada na Razão Instrumental já que a noção de utilidade é patente. Gene também destacou que há Ciência mal feita, mas que os erros de determinados pesquisadores também servem para aprimorar a Ciência. O professor também narra que Ciência não é apenas técnica, deve-se pensar também em alternativas críticas. No caso da Biologia, por exemplo, o professor ressaltou que ainda há profissionais que confundem *causalidade* com *função*, em sentido teleológico, o que é considerado um erro crasso pelo professor Gene.

Esse tipo de debate em sentido epistemológico seria fundamental para a formação em Ciências Biológicas, posto que o discente precisaria aprender a raciocinar cientificamente e não apenas reproduzir o que está estampado nos manuais. Gene foi um dos poucos professores a fazer crítica explícita à formação baseada em manuais, embora esta formação ainda seja predominante no CLCB, segundo pude constatar por ocasião da observação participante.

Observei, nas aulas do professor Gene, bem como em conversas após as aulas, um compromisso com o método científico, com a lógica da argumentação e com a busca de evidências testadas rigorosamente, em sentido positivista. Há, de uma forma geral, a ideia de evidência que se encaixa na concepção de Ciência como descrição da natureza. Por outro lado, a busca de argumentação válida intersubjetivamente e de senso crítico-reflexivo nos permite falar, também, de Razão Comunicativa. Essa relação dialética entre Razão Instrumental, Razão Comunicativa e Ciência Normal (compromisso com a metodologia científica, que é estabelecida pela comunidade científica) ilustra bem, segundo entendo, o que ocorre no *locus* de minha pesquisa em termos de concepção de Ciência, isto é, o predomínio do que o autor dessa Tese designa positivismo alargado.

O professor Gene narrou que há certo distanciamento entre Ciência e sociedade visto que o conhecimento científico seria rejeitado em função de sua complexidade. Seria muito mais fácil, segundo sustentou o professor, aceitar o que parece óbvio aos olhos do senso comum. Mesmo que um resultado seja devidamente comprovado cientificamente, ele pode ser rejeitado, inclusive em

processos de tomada de decisão, dada a dificuldade que as pessoas têm de aceitar um raciocínio complexo que não lhes agrada.

Há, sublinhou Gene, muitos esforços de comunicação da Ciência, que é uma área crescente, principalmente na Europa. Não obstante, as pessoas ainda não se interessam muito por essa comunicação, porque há distrações e entretenimentos mais atrativos. Gene citou *sites* que trabalham com a temática “como isto funciona?” e a série *MithBusters*, como exemplos de esforços de divulgação da Ciência. Ao pesquisar brevemente *sites* com este título em língua inglesa, bem como assistir alguns episódios da série recomendada pelo professor, verifiquei que se trata de visões da Ciência como um conhecimento superior às tradições, provérbios, crenças e mitos. Trata-se de uma visão moderna e iluminista de Ciência.

O Professor *Plantae*, por sua vez, sustentou que Ciência é a busca pelo entendimento da natureza, definição que me permite considerar sua narrativa como um caso-exemplo de concepção de Ciência como descrição da natureza. *Plantae* também destacou que é ideal que esse entendimento ajude o ser humano na solução de problemas cotidianos, que é importante para a sociedade. Ele esclareceu que a Ciência teria dois aspectos: o da busca do conhecimento, do entendimento e também o da busca da solução dos problemas. Há patente preocupação com a resposta social da pesquisa científica na entrevista com o professor *Plantae*, o que me permite apontar essa concepção como estando vinculada à Razão Comunicativa.

Plantae afirmou que a Ciência é um dos motores para o desenvolvimento da sociedade. Em seu entendimento, uma sociedade com Ciência fraca não tem autonomia e precisa importar conhecimento científico de sociedades mais desenvolvidas. Haveria alguma desconexão entre Ciência e sociedade porque algumas vezes o pesquisador não busca a aplicação de sua pesquisa. Houve destaque para a questão da utilidade da Ciência (Razão Instrumental). Outrossim, *Plantae* destacou a necessidade de a Ciência trabalhar com uma linguagem mais acessível à sociedade (Razão Comunicativa). Termos técnicos nem sempre são necessários, sustentou o professor.

Clorofila, professor do Eixo Pedagógico, alegou que Ciência é um termo muito complexo, pois o entendimento do que seja Ciência dependeria muito da visão de

cada filósofo, de cada momento histórico e da tendência filosófica. Foi o único professor, dentre os entrevistados, que destacou explicitamente o aspecto histórico da Ciência, bem como o seu pano de fundo filosófico. O professor também expôs a seguinte formulação: “Ciência é aquilo que um grupo de pessoas, reconhecidamente, dentro de uma área, considera ser Ciência (...) dentro de seus critérios particulares do que eles entendem por pesquisa, por Ciência”. Em outra formulação, Clorofila afirma que Ciência é um consenso de determinado grupo que tem o aval da sociedade de determinado período histórico. A definição é, segundo entendo, Kuhniana. Conforme expliquei na seção 3, é exatamente esse o entendimento de Thomas Kuhn.

Quanto à relação entre Ciência e sociedade, Clorofila afirmou ser essa relação complexa. O professor explicou que a Ciência modifica a forma que entendemos o mundo e a sociedade interfere na forma que vemos a Ciência – trata-se, portanto, de uma via de mão dupla. Em outras palavras, a história da Ciência mostra que teorias científicas, como a de Darwin, modificam nossa visão de mundo, por outro lado, a sociedade, com suas exigências éticas e morais também interfere na regulação da Ciência. Além disso, o financiamento da Ciência orienta sua direção de acordo com os interesses da entidade que a financia. A relativização da Ciência por meio de uma análise que pressupõe conhecimento histórico, sociológico e epistemológico da Ciência, apresentada por Clorofila, ressalta elementos de Razão Comunicativa.

O professor Célula, por sua vez, relatou que sua compreensão sobre o que seja Ciência mudou ao longo do tempo, durante sua vida. Explicou que quando era novo, Ciência significava, para ele, a busca da verdade, conhecer o mundo além das aparências, além da religião. Ele teria percebido, ao longo de sua trajetória acadêmica que há muito de romântico nessa visão de Ciência, principalmente em função da ideia de Verdade como um dado absoluto. A Ciência não busca a verdade, no sentido de descoberta de um conhecimento inquestionável.

Célula preferiu definir Ciência, por ocasião da entrevista, como um esforço humano de compreensão do mundo. Ou seja, a despeito de reconhecer a provisoriedade do conhecimento científico, a concepção de Ciência do professor Célula move-se na órbita da ideia de Ciência como descrição da natureza. Ele,

explicitamente afirmou que Ciência é descoberta. O que há de nuclear na Ciência, segundo o professor Célula, é a descoberta. O cientista normalmente sabe que o conhecimento que ele produz pode ser reformulado ou mesmo refutado, segundo Célula, mas sua busca é pela descrição objetiva de um fato que, idealmente, deve, por definição, corresponder ao que a natureza é. O professor foi contundente ao afirmar que o rigor científico baseia-se em fatos.

Célula também asseverou que Ciência é mais que mera técnica, pois não seria suficiente a obtenção de dados. Em Ciência, explicou o professor, deve-se entender o que se está fazendo. Ele disse que é comum observar fotos de estudantes em redes sociais que acabaram de aprender um procedimento técnico de laboratório e aproveitam a ocasião para posar de jaleco e pipeta com alguma legenda para soar de importante à comunidade virtual. “Às vezes os alunos, na minha área, a genética, estão automatizados, o estudante entra, aprende a apertar botão e sai do outro lado lá, formado, se achando cientista” – relatou Célula. O professor aclarou esse comentário ao afirmar que o discente, muitas vezes, não sabe ainda com clareza os fundamentos teóricos e metodológicos do que faz. Trata-se de um ensino de Biologia que valoriza o mero enfoque técnico da Ciência, indispensável à formação, mas insuficiente para a formação científica do docente, que requer o entendimento teórico correspondente.

A Ciência seria para este professor fundamentalmente descrição da natureza que, inclusive, segundo Célula, pode trazer benefícios para a sociedade, embora não seja essa a sua essência. Os benefícios da Ciência (como a tecnologia que dela advém) não seriam fundamentais para a Ciência ser o que é (descoberta do mundo), porém, fazer projetos e utilizar Ciência de uma forma aplicada é uma exigência do mundo que a gente vive hoje em dia, esclareceu o professor.

Contudo, a despeito desse comentário que parece pôr o diálogo com a sociedade em segundo plano, o professor considera muito importante a interseção da Ciência com a sociedade civil, bem como o respeito ao interlocutor, no debate científico, conforme se viu na seção 4. A experiência de Célula como estudante de pós-doutorado em Cambridge e sua atuação no PCT, segundo sua narrativa, o fizeram ver que a sociedade e a Ciência estão muito desconectadas ainda, mas há muitos caminhos para essa conexão.

A narrativa do professor pressupôs maior proximidade entre Ciência e sociedade via parcerias públicas (Ex.: CAPES) ou privadas (empresas privadas). Célula, por outro lado, destacou alguns estereótipos da Ciência verificáveis na sociedade: desconfiança do trabalho do cientista, visto que nem sempre está claro se seu trabalho é útil ou inútil (Razão Instrumental) e certo glamour (Grandes descobertas/grandes cientistas).

Em síntese, as narrativas dos docentes reiteraram ideias como a da Ciência como descoberta; como explicação de como a natureza funciona; como descrição da natureza; como conhecimento útil; como conhecimento sistemático e metodológico; como conhecimento baseado em fatos; como conhecimento histórico e sociológico; como conhecimento refutável; como conhecimento enviesado pelo capital. Outrossim, a Ciência também é vista pelos docentes como um conhecimento que deve estar articulado com a sociedade com vistas: ao esclarecimento; à comunicação inteligível dos resultados das pesquisas; à educação ambiental; à melhoria da qualidade de vida da população; à sua função social e a ética, entre outros.

Ao longo da exposição das narrativas sublinhei alguns traços de Razão Instrumental (utilidade; metodologia; ênfase na técnica, entre outros); de Razão Comunicativa (crítica ao direcionamento do capital; ética; função social, entre outros); e de Ciência Normal (compromissos com a comunidade científica). Reitero que é a conjugação dessas características que tomo como fundamento da Tese do positivismo alargado, que acaba se traduzindo na Ciência positiva, mais preocupação ético-social.

5.2 Concepções de Ciência dos estudantes

As narrativas dos discentes sobre concepções de Ciência se revelaram como um dado importante para esta Tese, uma vez que provavelmente serão professores de Biologia cujo ensino privilegiará uma dada concepção de Ciência condicionando a aprendizagem desta área do conhecimento, tal qual estudaram e experienciaram.

Compreendo que o estudo de determinadas concepções é datado historicamente, razão pela qual as concepções de Ciência que os respectivos

estudantes aprendem no referido Curso, as quais foram sistematizadas no apêndice J, podem sofrer modificações ao longo do processo formativo que vivenciam.

O discente Guaraci iniciou sua narrativa afirmando que Ciência é um termo que deriva do latim, que significa conhecimento, ou saber. Ele prosseguiu com a assertiva segundo a qual a Ciência é a atividade humana voltada à construção do conhecimento, de uma maneira sistemática e metodológica. Ela difere, explicou o discente, de outros conhecimentos, a exemplo do senso comum, que não é metodológico. A Ciência, aclarou Guaraci, formula hipóteses, teorias, que não são definitivas e, por isso mesmo, o conhecimento sempre está progredindo, na medida do desenvolvimento histórico da Ciência.

Conforme vimos na subseção 4.2.1, que trata da importância do ECC, Guaraci apresentou inicialmente uma concepção de Ciência como acúmulo do saber. Na sequência da entrevista, perguntei-lhe especificamente sobre a sua concepção de Ciência. Posso acrescentar que o discente sublinhou a provisoriedade do conhecimento científico; o progresso histórico da Ciência; o rigor metodológico e a sistematicidade da Ciência. A ideia de progresso, sem dúvida, ratifica a concepção de Ciência como acúmulo de saber, própria da Ciência Normal, em sentido Kuhniano. Embora o discente reconheça a provisoriedade e a historicidade da Ciência ele afirma que os compromissos metodológicos, bem como a sistematicidade da Ciência possibilitam o seu progresso. Além disso, a ênfase na metodologia científica na narrativa do discente me permite destacar um forte traço de Razão Instrumental, em sentido Habermasiano. O método é o meio pelo qual se atinge o progresso, e isso se encaixa no raciocínio meio-fim, próprio da Razão Instrumental.

Concernente a questão da relação entre Ciência e sociedade, Guaraci inferiu que a Ciência atinge a sociedade de forma positiva ou negativa. Seria positiva, nessa perspectiva, a compreensão dos organismos, o desenvolvimento de medicamentos, as formas de preservação da biodiversidade, entre outros. Por outro lado, seria negativa a falta de comprometimento ético de determinados pesquisadores e esse aspecto negativo da Ciência seria danoso à sociedade.

Jandir afirmou que Ciência é “aquilo que a gente estuda em relação a pesquisa, seres vivos, meio ambiente, planeta Terra”. Ciência seria, nas palavras de

Jandir, a busca pelo conhecimento por meio da demonstração empírica. Vimos no item 4.2.1 que Jandir sustentou uma concepção de Ciência como aumento do saber, que é um subconjunto da ideia de Ciência como descrição da natureza. Nesta outra parte da narrativa de Jandir destaco a ênfase na demonstração empírica. Tal demonstração é inerente ao método científico e, por isso, interpreto essa compreensão de Jandir como inserta no âmbito da Razão Instrumental.

Quanto à articulação entre Ciência e sociedade, Jandir considera a Ciência importante para o desenvolvimento da sociedade e lamenta que o conhecimento acadêmico esteja, na sua visão, restrito aos muros da universidade. O pesquisador, nesta perspectiva, deve compartilhar seus conhecimentos com a sociedade. Nesse sentido, a comunicação dos resultados das pesquisas de forma ampla e acessível é vista como um aspecto a ser corrigido da produção acadêmica, na compreensão de Jandir.

Kauê foi sintético ao afirmar que Ciência é algo que se constrói a partir de testes e experimentos. O objetivo da Ciência, segundo Kauê, seria explicar os acontecimentos e os fenômenos da vida. Trata-se, sem dúvida, de uma concepção de Ciência como descrição da natureza. Podemos salientar aqui, também, a ênfase no método científico que, por isso, insere essa concepção na ideia de Razão Instrumental. A concepção das discentes Maiara e Nina também é a de Ciência como descrição da natureza, uma vez que a Maiara respondeu que vê a Ciência como um tipo de estudo tenta “descobrir tudo acerca da natureza do mundo” e, nessa mesma linha de raciocínio, Nina alegou que Ciência seria tentar conhecer o mundo ao nosso redor e que cada área do conhecimento tem a sua especificidade.

Sobre a relação entre Ciência e sociedade, Kauê e Maiara entendem que ambas deveriam estar melhor articuladas. Apontam a necessidade de melhores oportunidades para a sociedade em geral, já que há muitas pessoas sem acesso ao conhecimento científico. Maira citou a educação formal do colégio e os projetos de extensão da universidade como sendo insuficientes e apontou a necessidade de serem melhorados. Nina, por sua vez, inferiu que todo conhecimento científico serve, de alguma forma, à sociedade e, assim, reforçou a ideia da utilidade do conhecimento científico que se traduz na solução dos problemas humanos (Razão Instrumental).

Kayke também foi assertivo, pois afirmou, por sua vez, que Ciência “é a busca do conhecimento de um modo lógico e metodológico”. Nessa compreensão, claramente, vemos o meio pelo qual a Ciência sustenta o conhecimento (método científico) e, portanto, ela está dentro da lógica meio-fim. Trata-se de mais um caso-exemplo de Razão Instrumental. Explicação parecida foi dada por Raoni, para quem Ciência é definida como “testes de hipóteses e explicações mais próximas daquilo que a gente acha que é a realidade” (método científico/Razão Instrumental).

A diferença básica de pensamento de Kayke e Raoni é que no entendimento de Raoni se evidencia certa relativização, na medida que não necessariamente a Ciência descreveria a natureza como ela é, mas como o pesquisador acha que a natureza é. Em ambos pensamentos, contudo, trata-se de uma concepção de Ciência como descrição da natureza nos moldes da Ciência Normal, como conhecimento acumulado segundo pressupostos e determinados compromissos metodológicos de grupo. A Razão Instrumental identifica-se também na relação que Kayke estabelece entre Ciência e sociedade: “a Ciência dá a base da tecnologia da qual depende a sociedade”.

Moacir respondeu que Ciência é um conhecimento que não é fixo, que sempre está em movimento. O conhecimento de hoje, explicou Moacir, pode ser reformulado no futuro. Nesse ponto, o discente reconhece a provisoriedade e a historicidade do conhecimento científico. Por outro lado, Moacir sustentou que Ciência é descoberta e explicação da natureza: “eu acho que a Ciência é algo que estimula a gente a pensar bastante e a querer saber mais sobre as coisas que nos cercam” – arrematou o discente. A compreensão de Ciência de Moacir como saber mais, como explicação da natureza e como descoberta me permite ratificar a caracterização da sua concepção como sendo a de Ciência como acúmulo de saber e, portanto, como descrição da natureza. Quanto à relação entre Ciência e sociedade, Moacir ressaltou os benefícios e a utilidade da Ciência: descoberta de medicamentos, novas formas de energia, entre outros (Razão Instrumental).

Ubirajara respondeu que há várias formas de falar sobre Ciência, que ele próprio não tem uma definição pronta, pois seria muito mais imagética a sua forma de ver a Ciência. O discente disse que vê a Ciência como uma busca constante pelo conhecimento. “A gente nunca sabe de tudo. Ciência para mim é nunca saber de

tudo” – concluiu Ubirajara. A ideia de que a Ciência é uma busca constante, sempre inacabada, ou ainda como uma imagem do mundo, foi um posicionamento dissonante em relação aos demais discentes. Ubirajara informou que trabalha como ator e presumo que essa sua ligação com a arte pode ter influenciado sua visão de Ciência como imagética.

Além disso, ele riu ao lembrar do seu ensino fundamental, no qual ele fazia perguntas e a professora de Ciências respondia tudo, como se soubesse de tudo. O discente enfatizou que hoje ele sabe que a professora não sabia tudo o que, na época, ela parecia saber. No caso da resposta de Ubirajara, compreendi que não se trata apenas da provisoriedade do conhecimento científico como uma de suas características, mas da própria essência do saber científico como sendo inacabado e imagético.

A Ciência é apresentada pelo discente como uma imagem do mundo, ao lado da arte. Nesse sentido, não incluo essa visão na ideia de Ciência Normal. A comunicação dessa imagem do mundo bem como a necessária resposta que a Ciência precisa dar para a sociedade, posto que o conhecimento científico, em sua visão, precisa ser aplicado (principalmente em se tratando de uso de recursos públicos), me permite aproximar a concepção de Ubirajara ao âmbito da Razão Comunicativa.

Yara, por fim, afirmou que a Ciência é uma arte. Ela se baseia no princípio da dúvida. Segundo Yara, a atividade científica implica “olhar para uma coisa e pensar: será que é isso mesmo? Será que é isso que estão me dizendo? Ir lá, pesquisar, e saber se é realmente”. Essa concepção eu insiro na ideia Ciência como descoberta, que é um subconjunto da ideia de Ciência como descrição da natureza. Creio ser importante destacar que a assertiva segundo a qual a dúvida é o ponto de partida do conhecimento científico é moderna e remonta a Descartes (1994), com a exigência de um método para a produção de conhecimento. Ao inferir a necessidade de “saber se é realmente”, Yara sustenta justamente a necessidade de sair da dúvida, em um sentido metódico, para o conhecimento objetivo.

Yara inferiu que a Ciência possibilitou os avanços atuais da sociedade, a organização social e a divisão de classes. A relação, portanto, entre Ciência e sociedade seria notória. De fato, na visão de Habermas (2014), e também na minha,

a Ciência incrementou o capital e, nessa medida, a configuração da sociedade, sua organização e suas relações de poder tem interseção com os instrumentos técnicos fornecidos pelo estágio de desenvolvimento em que a Ciência se encontra e, nessa medida, o posicionamento de Yara aproxima-se de algumas conclusões desta Tese.

As concepções de Ciência dos discentes participantes desta pesquisa têm traços de descoberta; acúmulo de saber; utilidade; sistematicidade/m; descrição da natureza; progresso; historicidade/provisoriedade; ética/falta de ética; divisão de classes; pouca divulgação/acesso; imagético; fins sociais, entre outros. Postulo que os traços do método científico positivista enquanto descrição da natureza, o reconhecimento do caráter histórico/provisório da Ciência somado aos fins ético-sociais caracterizam a visão do positivismo alargado como sendo fulcral no CLCB.

As entrevistas com 8 professores e 10 alunos do CLCB me permitem afirmar, tal qual constatado na observação participante, que a concepção de Ciência como descrição da natureza (descoberta) é a mais difundida por ser a que predomina em razão da escola de pensamento dos professores, muito associado ao positivismo clássico. Contudo, nas concepções difundidas, identifico alguns traços que vão para além desta escola de pensamento, tais como, a preocupação ética, a finalidade social da Ciência, a Razão Comunicativa. Tais características me levam a afirmar que a difusão de tal concepção se aproxima ao que venho defendendo nesta Tese como positivismo alargado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendo que nenhuma produção acadêmica esgota o estudo de seu objeto ou exaure as possibilidades de aprofundamento de seus objetivos e, com esse pressuposto, chego ao fim desta pesquisa. A experiência que esta Tese de doutoramento representou para o pesquisador teve singularidade e relevância, pois incrementou meus estudos de epistemologia e contribuiu para minha atuação docente, como professor de filosofia na educação básica e superior pública, visto que Concepções de Ciência se difundem cotidianamente, nas salas de aula, nos corredores das escolas, nas salas dos professores, nos livros didáticos, entre outros.

A Tese intitulada “Concepções de Ciência Difundidas no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará sob o Olhar de Kuhn e Habermas” teve como fito responder as questões:

1. Quais concepções de Ciência são difundidas no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?
2. Como tais concepções de Ciência são difundidas na prática pedagógica dos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA?

Ao longo da pesquisa ratificamos a Tese segundo a qual: *A concepção de Ciência predominante no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA, propagada pela prática pedagógica dos professores, em grande parte compatível com a Ciência Normal kuhniana, ancora-se no positivismo alargado, o qual é uma visão intermediária entre a concepção instrumental da Ciência e a concepção fundada na Razão Comunicativa de Habermas.*

O CLCB expressa, por meio da prática docente de seus professores, compromissos teóricos e metodológicos com tradições de pesquisa, materializados no processo de ensino-aprendizagem; Recomendações de manuais; Solicitação de atividades repetitivas, baseadas em modelos largamente aceitos pela comunidade científica; Avaliação em grande parte ancorada na memorização; Participação dialógica restrita (predominante nas disciplinas do ECP); Concepção de Ciência como Descrição da Natureza (positivismo). Essas características permitiram ao pesquisador a aproximação teórica de uma prática pedagógica largamente presente

no CLCB como sendo “prática pedagógica repetitiva”, no sentido de Veiga, segundo a qual “a criação é regida por uma lei estabelecida *a priori*” (VEIGA, 1989, p. 18).

No caso específico do CLCB não se trata bem de uma “lei”, *strictu sensu*, pois as Ciências Biológicas raramente trabalham com leis, pelo menos não no mesmo sentido da Física. Trata-se, na Biologia, de modelos que deram certo e foram aceitos por determinado grupo, perpetuado por artigos ou manuais e ensinados por determinado professor/pesquisador. Com esse pressuposto, aproveito de Veiga (1989) a noção de que a educação repetitiva tolera pouco espaço para criação, que é admitida restritivamente, a partir de postulados fornecidos pela tradição.

A autora, concernente à exposição do conceito (de educação repetitiva), sustenta que “a consciência se faz presente de forma debilitada, tendendo a desaparecer” (VEIGA, 1989, p. 18). Veiga refere-se à consciência crítica e à capacidade de articulação com o contexto social, ausente neste modelo de prática pedagógica, que ela caracteriza como prescritiva, normativa e fundada em modelos pré-estabelecidos. Esta explicação de Veiga (1989) é compatível com a Ciência Normal de Kuhn, conceito esse largamente apropriado nesta Tese em função de sua compatibilidade com a construção dos dados, conforme visto nas seções precedentes.

Nesta Tese fiz uma leitura de Kuhn filtrada pela compreensão de Habermas, para quem o que Kuhn chama de Ciência Normal está ligado ao mundo da vida do cientista posto que “os paradigmas que sustentam as abordagens teóricas provêm das experiências primárias do cotidiano” do pesquisador (HABERMAS, 2014, p. 208). Por analogia, pressuponho que é o cotidiano do discente, futuro professor de Biologia, que acaba por moldar sua concepção de Ciência, o que parece ter sido ratificado pelos dados apresentados nesta Tese, vez que as concepções de Ciência de alunos e professores mostraram-se muito próximas.

No que se segue, o estudo da literatura especializada, a análise dos dados documentais, das entrevistas e da pesquisa participante permitiu-me chegar as seguintes considerações:

Sobre a primeira questão norteadora desta Tese: **Quais concepções de Ciência são difundidas no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA? (Objetivo: 1. Analisar as concepções de Ciência**

presentes no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA à luz de Kuhn e Habermas)

Pires (2009), afirma que o estudo de “concepções” é relevante para a formação de professores, pois a partir de estudos deste tipo é possível compreender as variáveis que interferem na formação e na atuação do profissional docente. Nessa mesma direção, Ponte (1992) afirma que “concepções” são como um pano de fundo organizador dos conceitos. Por isso mesmo, subscrevendo a importância que a literatura especializada dá a temática das concepções e focado nas concepções de Ciência difundidas no CLBC conclui que é proeminente no PPCLCB a concepção de Ciência como descrição da natureza, concepção essa que é também entendida, nesta Tese, nos termos da Ciência Normal. Porém, há diferentes versões desta concepção, bem como outras concepções, com menor difusão.

Em termos específicos da análise documental, verifiquei no PPCLCB a importância da formação epistemológica do discente no sentido de que este deve ter habilidades de compreensão de conceitos, princípios e teorias da Ciência, além de sua história. Entendo que esta compreensão é fundamental para uma concepção de Ciência crítica e reflexiva, tal como o PPCLCB propõe. A importância da reflexão sobre conceitos, princípios e teorias é, inclusive, ratificada pela pesquisa realizada por Chaves (2007), com a primeira turma formada após a reestruturação curricular do CLCB, em 2001, mediante a aprovação do PPCLCB. Essa Tese se pretende uma contribuição nessa direção, subscrevendo Ponte (1992), para quem as concepções têm grande influência na prática docente. No caso específico do ensino de Biologia, basta citar a entrevista ao professor Gene que reclamou de uma confusão muito comum entre discentes e até profissionais da área das Ciências Biológicas: não distinguir causalidade de função. Tal confusão pode ser dirimida, segundo entendo, por um consistente debate epistemológico.

Destaquei também, no PPCLCB, traços de Razão Instrumental, como a aptidão para atividades técnicas, adaptação ao mercado e precisão na solução de problemas especializados, entre outros. Como Habermas (2014), entendo que a Razão Instrumental não é um mal em si, a menos que se trate de instrumentalizar o ser humano, como o faz o capital, enviesando a Ciência em prol do lucro a todo custo, o que pode ser ilustrado pela narrativa da professora Timina, que inferiu que para grandes corporações econômicas, as florestas são apenas fonte incremento ao

capital. Ora, a devastação florestal, além de ser um mal terrível para os ecossistemas envolvidos, afeta comunidades humanas de forma irremediável. A Razão Instrumental proposta pelo PPCLCB não segue predominantemente essa direção, mas a da formação técnica do professor de Biologia.

Observei também, no PPCLCB, características de Razão Comunicativa, como a desejada conduta do professor biólogo pautada em critérios humanísticos, a responsabilidade de formar cidadãos por parte de professor egresso, a necessária articulação entre Ciências Biológicas e sociedade, a preocupação ambiental, os imprescindíveis referenciais éticos, entre outros.

Nas narrativas dos docentes pude sublinhar ideias como a da Ciência como descoberta; Como explicação de como a natureza funciona; Como descrição da natureza; Como conhecimento útil; Como conhecimento sistemático e metodológico; Como conhecimento baseado em fatos; Como conhecimento histórico e sociológico; Como conhecimento refutável; Como conhecimento enviesado pelo capital.

Os docentes também destacaram que o conhecimento científico, ao articular-se com a sociedade, deve: esclarecer; Comunicar de forma inteligível os resultados das pesquisas; Educar ambientalmente; Melhorar a qualidade de vida da população; Comprometer-se com sua função social e a ética, entre outros. Nestas explicações, observei traços de Razão Instrumental (Utilidade; Metodologia; Ênfase na técnica, entre outros); de Razão Comunicativa (Crítica ao direcionamento do capital; ética; função social, entre outros); e de Ciência Normal (Compromissos com a comunidade científica). Reitero que é a conjugação dessas características que tomo como fundamento da Tese do positivismo alargado, que acaba se traduzindo na Ciência positiva somada à preocupação ético-social.

As entrevistas aos discentes participantes desta pesquisa revelaram que a Ciência têm traços de descoberta; Acúmulo de saber; Utilidade; Sistemática/Metodologia; Descrição da natureza; Progresso; Historicidade/Provisoriedade; Ética/Falta de ética; Divisão de classes; Pouca divulgação/acesso; Imagético; Fins sociais, entre outros. Postulo que os traços do método científico positivista enquanto descrição da natureza, o reconhecimento do caráter histórico/provisório da Ciência somado aos fins ético-sociais caracterizam a visão do positivismo alargado como sendo fulcral na concepção dos discentes do CLCB.

Desse modo, entendo que no computo geral predomina, no CLCB, a visão do positivismo alargado, entendida como uma concepção que parte do positivismo, como compreensão da Ciência que, dentre diversas características, acredita poder descrever a natureza tal qual ela é, mas que não se resume a essa visão, pois toma como premissa inarredável o respeito ao ser humano como norteador da prática científica.

Sobre a segunda questão norteadora desta Tese: **como tais concepções de Ciência são difundidas a partir da prática pedagógica dos professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA? (Objetivo: 2. Problematizar a relação entre concepções de Ciência e práticas pedagógicas dos professores no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA mediante o perfil profissional proposto em seu Projeto Pedagógico).**

Ponte (1992) sustenta que não há prática que não pressuponha concepções, tácitas ou explícitas. No cotidiano da atividade docente as práticas são determinadas, em regra, pelas concepções, infere este autor. Por outro lado, Ferreira (2008) observa que a prática pedagógica do professor não depende apenas de suas concepções, pois é moldada também por suas experiências socioculturais, como experiências escolares, familiares, de trabalho, dentre outros. Nesse sentido, a prática pedagógica repetitiva (VEIGA, 1989) pode ser a reprodução de um comportamento aprendido na escola básica (ou superior) a despeito de o professor ter uma concepção de Ciência não compatível com essa prática. Constatei, por exemplo, em entrevista, que o professor Célula tem uma concepção de Ciência incompatível com o conceito de verdade, ou de busca da verdade. Contudo, sua prática docente exigia um raciocínio binário (certo ou errado), além da memorização e pouco raciocínio crítico, compatível com a prática pedagógica repetitiva descrita por Veiga (1989).

A partir da análise das concepções de Ciência difundidas no PPCLCB e pelos docentes participantes desta pesquisa, bem como pela observação participante, se confirma a concepção de que a Ciência como descrição da natureza como sendo largamente difundida no CLCB, com pouco debate de outras concepções que são também difundidas pela comunidade científica. Há o acesso a outras concepções por meio do ECP, principalmente. Os professores do ECP são os que mais difundem

outras concepções de Ciência, principalmente por meio de textos selecionados na literatura especializada. Embora haja proeminência desta concepção no PPCLCB oficial e real (Ciência como descrição da natureza) é razoável sublinhar que em alguns episódios da prática pedagógica dos professores realça-se o valor do debate epistemológico que considera importante a admissão de visões críticas e questionadoras da Ciência, a Ética como métrica da construção do conhecimento e a necessidade do diálogo com a sociedade civil. Essas características me permitem afirmar a presença da Razão Comunicativa na prática docente dos professores participantes desta pesquisa, para além do positivismo clássico, da Razão Instrumental ou ainda dos compromissos tradicionais de Ciência Normal.

As concepções de Ciência dos professores são difundidas por diferentes dimensões: o ensino (predominantemente pelas aulas); a pesquisa (de laboratório, de campo, por projetos de pesquisa); e a extensão (como tivemos a oportunidade de analisar por meio do ECC).

Entendo que a concepção de Ciência como descrição da natureza não é um mal em si e deve ser ensinada. Contudo, tal como é normalmente difundida, essa concepção não contribui para a formação do professor pesquisador reflexivo de sua própria prática postulado pelo PPCLCB. Pérez Gómez (1992) sustenta, e eu subscrevo, que a reflexão não é apenas um processo solipsista, passível de ser estudado por esquemas meramente formais. Reflexão, neste entendimento, pressupõe o contexto sociológico: os valores, as trocas simbólicas, o cenário político. Trata-se de admitir a relevância do mundo da vida, nos termos de Habermas (2014). Conforme destacado, episódios pontuais da prática docente apontaram essa direção, mas entendo que a formação do professor de Biologia ganharia contornos mais compatíveis com o PPCLCB se fossem mais frequentes.

Concluo que no cômputo geral o traço fundamental da concepção de Ciência difundida no CLCB é o positivismo alargado, entendido como uma concepção que parte do positivismo clássico, mas que não se resume a essa visão, pois entende que a racionalidade da Ciência precisa ser pautada na ética e no diálogo com os interesses da sociedade civil.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ADORNO, Theodor W.; HORKHEIMER, Max. **Dialektik der Aufklärung: philosophische Fragmente**. Frankfurt: Fischer Taschenbuch Verlag, 2009.
- ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**. São Paulo: Atlas, 2009.
- ARROYO, M. G. A função social do ensino de ciências. **Em aberto**. Brasília, ano 7, n. 40, out-dez, 1998.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Martins Fontes, 1979.
- BARROS, M. de. **Gramática expositiva do chão: Poesia quase toda**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.
- BLANC, M. **Os herdeiros de Darwin**. São Paulo: Editora Scritta, 1994.
- BLOCK, O; RAUSCH, R. Saberes docentes: dialogando com Tardif, Pimenta e Freire. **Revista científica Ciências, Humanas e Educação**, v. 15, n.3, p. 249-254, out, 2014.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, R. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BORGHI, F. A. de S. **Participação da sociedade no âmbito de atuação da CTNBio, como forma de controle social dos processos decisórios e regulação naquele colegiado**. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2013/07/apresentacao-fatima-borghhi.pdf>. Acesso em: 01/09/2013.
- BRANDÃO, C. R. **A pergunta a várias mãos: a experiência da pesquisa no trabalho do educador**. São Paulo: Cortez, 2003.
- BRANDÃO, C. R. **A pesquisa participante e a participação da pesquisa: um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina**. Disponível em: <http://www.apartilhadavida.com.br/wp-content/uploads/escritos/PESQUISA/PESQUISA%20PARTICIPANTE/A%20PARTICIPANTE%20-%20rosa%20dos%20ventos.pdf>. Acesso em 10/01/2020.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 196, de 24 de junho de 1983. Dispõe sobre instruções para o controle e prevenção das infecções hospitalares. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de Jun. 1983. Seção 1, p. 1.
- BRASIL, Ministério do Trabalho. Portaria n. 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 de junho de 1978.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BRASIL. Congresso Nacional. Lei 11.105 de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1.º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança –

PNB, revoga a Lei 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei 10.814, de 15 de Dezembro de 2003, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mar. 2005.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei 8.974 de 05 de Janeiro de 1995**. Regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o Poder Executivo a criar, no âmbito da Presidência da República, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8974.htm. Acesso em: 19/11/2019.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 5, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. **Diário Oficial da União**, 05 de agosto de 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho nacional de educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 7, de 11 de março de 2002**. Estabelece as diretrizes curriculares para os cursos de ciências biológicas. Acesso em: <http://portal.mec.gov.br/componente/content/article?id=12991>. Acesso em: 23/08/2016.

BRASIL. Presidência da república. **Decreto 17.52 de 20 de dezembro de 1995**. Regulamenta a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, dispõe sobre a vinculação, competência e composição da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, e dá outras providências. Acesso em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1752.htm. Acesso em: 19/11/2019.

CARRAPIÇO, F; RITA, O. Simbiogênese e Evolução. In LEVY, A.; CARRAPIÇO, F., ABREU, H; PINA, M. (eds). **Evolução. Conceitos e debates**. Lisboa: Esfera do Caos, 2009. Disponível em: <http://azolla.fc.ul.pt/documents/SimbiogEvol2009.pdf>.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**. N. 22. Jan-Abril, 2003.

CHASSOT, A. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Orgs.). **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papyrus, 2004.

CHAVES, S. N. **Reencantar a ciência, reinventar a docência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

CHAVES, S. N. *et al.* **Memórias de formação e docência**: histórias e trajetórias de transformação. Belém: CEJUP, 2007.

COMTE, A. **Curso de filosofia positiva**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

COPI, I. M. **Introdução à lógica**. 2 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1978.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Porto: Ello & Irmão, 2003.

DAWKINS, R. **The selfish gene**. New York: Oxford University Press, 2006.

DEMO, Pedro. Educação Científica. **B. téc. Senac**: a R. Educ. Prof., Rio de Janeiro, v. 36, n.1, jan/abr. 2010.

DESCARTES, R. **Obra escolhida**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

- DUTRA, D. J. V. **Razão e consenso em Habermas**: a teoria discursiva da verdade, da moral, do direito e da biotecnologia. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.
- FEIO, K.V.G. **Biotecnologia e direitos fundamentais**: uma análise a partir de Habermas. In: XIX Encontro Nacional Conpedi. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2010.
- FERREIRA, A. C. Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de matemática. In: FIORENTINI, D. **Formação de professores de matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado das Letras, 2008.
- FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: UNESP, 2007.
- GAMBOA, S. S. **Epistemologia da pesquisa em educação**. Campinas: Praxis, 1996.
- GÖDEL, K. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. **Monatshefte für Mathematik und Physik**, v. 38, 1931, p. 173-198.
- GODINHO, T. O. *et al.* **Biomassa, macronutrientes e carbono Orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana**. Vitória: Scientia Forestalis, 2013. 41(97): 131-144.
- GOLD, S. J.; ELDREDGE, N. **Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism**. Princeton: Princeton University Press, 1985.
- HABERMAS, J. **Conhecimento e interesse**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- HABERMAS, J. **O discurso filosófico da modernidade**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- HABERMAS, J. **O futuro da natureza humana**. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- HABERMAS, J. **Técnica e ciência como “ideologia”**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- HABERMAS, J. **Teoria do agir comunicativo 1**: racionalidade da ação e racionalização social. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.
- HABERMAS, J. **Teoria do agir comunicativo 2**: racionalidade da ação e racionalização social. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.
- HEIDEGGER, Martin. **Ser e tempo**. Petrópolis: Vozes, 2009.
- HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- HUME, D. **Investigação sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral**. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- KAGEYAMA, P. **Ex-pesquisador da CTNBio critica forma de aprovação dos transgênicos**. Entrevista concedida ao Grupo Articulação Nacional de Agroecologia (ANA). Disponível em: <http://www.agroecologia.org.br/index.php/noticias/noticias/noticias-para-o-boletim/483-ex-pesquisador-da-ctnbio-critica-forma-de-aprovacao-de-transgenicos>. Acesso em: 05/09/2016.
- KANT, I. **Crítica da razão pura**. 4 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1997.
- KANT, I. **Kritik der Urteilskraft**. Berlim: Walter de Gruyter & Co, 1968.

- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- KUHN, T. **A função do dogma na investigação científica**. Curitiba: UFPR, SCHLA, 2012.
- KUHN, T. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In: **A tensão essencial: estudos selecionados sobre a tradição e mudança científica**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- KUHN, T. Reconsiderações acerca dos paradigmas In: **A tensão essencial: estudos selecionados sobre a tradição e mudança científica**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- KUHN, T. Tensão essencial: tradição e inovação na pesquisa científica In: **A tensão essencial: estudos selecionados sobre a tradição e mudança científica**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- LOCKE, J. **Ensaio acerca do entendimento humano**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999.
- LYOTARD, J.F. **A condição pós-moderna**. 6 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2000.
- MAFRA, A. L. *et al.* **Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais**. Revista *Árvore*, 2008. 32(2):217-224.
- MARGULIS, L. **Planeta simbiótico: uma nova perspectiva da evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.
- MARX, K. ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007.
- MARX, K. **O Capital: crítica da economia política**. Livro I – O processo de produção do capital. São Paulo: Boitempo, 2013.
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. G. **El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano**. 19 ed. Santiago del Chile: Universitaria, 2009.
- MAYR, E. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MENDONÇA, A. L. de O. O legado de Thomas Kuhn após cinquenta anos. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10. n. 3, p. 535-560, 2012.
- NUNES, C. do S. C.; PAIXÃO, C. J. Currículo e avaliação da aprendizagem: a informalidade em questão. **Revista Cocar**, Belém: vol. 7, n. 14, p. 16- 22, 2013.
- NUNES, C. do S.C.; PAIXÃO, C. J. No território do ensino fundamental: demarcações na cultura curricular como experiência vivida dos professores. **Revista e-Curriculum**, São Paulo: v. 13, n. 03, p. 519-533, 2015.
- ODUM, E. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971.
- PÉREZ GÓMEZ, A. I. Ensino para a compreensão. In: SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor: formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: _____ (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999. p. 15-34.

PIRES, C. M. C. Implementação de inovações curriculares em matemática: embates com concepções, crenças e saberes de professores. In: MARANHÃO, C. (Org.). **Educação matemática nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio**. São Paulo: Musa Editora, 2009.

PONTE, J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: PONTE, J. P. et al. **Educação Matemática. Temas de Investigação**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992.

POPPER, K. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (org.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979.

POPPER, K. **Conjecturas e refutações**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1980.

POPPER, K. **O mito do contexto**: em defesa da ciência e da racionalidade. Lisboa: Edições 70, 1999.

REESE-SCHÄFER, W. **Compreender Habermas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1993.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SACRISTÁN, J. G. Âmbitos do plano. In SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANDRONI, P. (Org). **Novíssimo dicionário de economia**. São Paulo: Best Seller, 1999.

SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência Pós-Moderna**. 6. ed. Porto: Afrontamento, 1988.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. de (Orgs.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: UNISINOS, 2001.

SCHEER, M. B. **Decomposição e Liberação de Nutrientes da Serapilheira Foliar em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em Regeneração**. Guaraqueçaba (PR). Floresta, 2008. 38(2): 253-266.

SCHRÖDINGER, E. **O que é vida?** O aspecto físico da célula viva. São Paulo: UNESP/Cambridge, 1997.

SILVA *et al.* **Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no sudoeste da Bahia**. Porto Alegre: Revista brasileira de biociências, 2013.

TEIXEIRA, M. B. *et al.* **Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo**. Idesia, 2012. 30(1): 55-64.

THE Deep (Planet Earth: Blue Planet II). BBC America. [EUA]: BBC América, 2018.

UFPA. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará**. Belém: Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, 2001. Disponível em: http://biologia.ufpa.br/?page_id=76. Acesso em 12 de janeiro de 2016.

VEIGA, I. P. A. V. **A prática pedagógica do professor de didática**. Campinas: Papyrus, 1989.

VEIGA, I. P. A. Projeto político- pedagógico da escola: uma continuidade ou transgressão para acertar?. In: CASTANHO, S; CASTANHO, M. E. (Orgs.). **O que há de novo na educação superior**: do projeto pedagógico à prática transformadora. Campinas: Papyrus, 2000. p. 183-220.

WEBER, M. A objetividade do conhecimento nas ciências sociais. In: COHN, G. (Org.) FERNANDES, F. (Coord.). **Weber**. Sociologia. Coleção grandes cientistas sociais, 13. São Paulo: Ática, 1999.

WEBER, M. A política como vocação. A ciência como vocação. In: GERTH, H. H.; WRIGHT MILLS, C. **Ensaio de Sociologia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

WEINBERG, S. **Sonhos de uma teoria final**: a busca das leis fundamentais da natureza. Rio de Janeiro: Rocco: 1996.

ZANONI, M. *et al.* O biorrisco e a comissão técnica nacional de biossegurança: lições de uma experiência. In: ZANONI, Magda; FERMENT, Gilles (Orgs.).

Transgênicos para quem? Agricultura, ciência, sociedade. Brasília: MDA, 2011.

APÊNDICE A - Grade de questões da observação de participante

- a. As explicações/conteúdos ministrados pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- b. As atividades propostas pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- c. As estratégias didáticas utilizadas pelo(a) professor(a) revelam/reforçam que concepção de Ciência?
- d. O material usado/indicado (livros, apostilas, entre outros) pelo(a) professor(a) revela/reforça que concepção de Ciência?
- e. A participação dos(as) alunos(as) em sala de aula revela/reforça que concepção de Ciência?
- f. O tipo de avaliação proposto revela/reforça, que concepção de Ciência?

APÊNDICE B - Perguntas da entrevista semiestruturada (professores)

- a. Fale um pouco de sua trajetória profissional, com ênfase em sua escolha pela Biologia e pelo magistério superior.
- b. Defina o termo Ciência.
- c. Os alunos, de uma forma geral, compreendem esse conceito de Ciência em suas aulas?
- d. Que relação é possível estabelecer entre Ciência e sociedade?

APÊNDICE C - Entrevista não estruturada (Silvia Chaves)

- a. Havia posicionamentos antagônicos na época (2001), referentes à elaboração do PPCLCB?
- b. Como eram concebidos, naquele momento (2001), os conteúdos/módulos? Qual era a motivação?
- c. O PPCLCB diz que o licenciado deve ser dotado de espírito crítico, contudo, alguns professores não têm essa preocupação, como a senhora vê isso?
- d. A criação do ECP foi uma grande novidade?
- e. Como foi pensada a relação entre Ciência e sociedade na reestruturação curricular do PPCLCB?

APÊNDICE D – Perfil profissional dos professores entrevistados.

Professores	Formação e atuação profissional (informações da Plataforma Lattes)	História de vida relatada na entrevista
Adenina	É bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco (2000), mestre em nematologia pela <i>Ghent University</i> – Bélgica (2002) e Doutorado em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal de Pernambuco (2007). Atualmente é Professora associada 1 e Docente Permanente da Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Instituto de Ciências Biológicas e da Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da UFPA entre setembro de 2010 e agosto de 2012. Atualmente é vice-coordenadora da Pós-graduação em Oceanografia da UFPA. Desde setembro de 2016 integra a equipe de editores do Filo Nematoda no site WoRMS (<i>World Register of Marine Species</i>) e Nemys (<i>World Databases of free-living marine nematodes</i>). Atua principalmente nos temas: Ecologia de Meiofauna, Taxonomia e Ecologia de Nematoda aquáticos de vida livre.	A professora Adenina informou que começou a gostar de biologia, naturalmente, quando estava no segundo grau, assim, se apaixonou e, imediatamente, resolveu seguir a área da biologia. Ao procurar os cursos de graduação, em primeiro lugar, pensou em oceanografia, pois queria trabalhar com biologia marinha. Contudo, como sua graduação foi em Recife, e não tinha oceanografia lá, elegeu o Curso de Ciências Biológicas e seguiu para a área de biologia marinha.
Guanina	Graduou-se em Bacharelado em Ciências Biológicas pela UFPA (2002), fez Mestrado (2005) e Doutorado (2009) em Genética e Biologia Molecular pela mesma universidade. Atualmente é professora Adjunta da UFPA e atua nos Cursos de Ciências Biológicas e Medicina. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em	A professora Guanina informou que entrou na UFPA em 1998, no curso de Bacharelado em Ciências Biológicas. No ano de 1999 ingressou no Laboratório de Genética Humana e Médica, onde fez sua iniciação científica até se formar. Depois fez Mestrado e Doutorado em Genética Humana e Médica na mesma Universidade. Em 2009

	Genética de populações humanas e Genética médica. Atua principalmente em pesquisas genéticas e clínicas das hemoglobinopatias.	prestou concurso e foi aprovada para a cadeira de antropologia biológica. Foi nomeada em 2010.
Citosina	Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Lavras - UFLA (2007). Mestre em Ecologia Aplicada na mesma instituição (2010). Doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Desenvolve trabalhos em áreas voltadas à ecologia vegetal, com ênfase em ecologia de populações, ecologia funcional de plantas, ecofisiologia, ecologia isotópica e hidráulica de plantas.	A professora relata que sempre teve interesse por plantas e, por causa disso, escolheu o curso de Ciências Biológicas. No curso, acabou gostando de ecologia e, principalmente, ecologia vegetal. No final da graduação, Citosina decidiu que trabalharia com pesquisa e optou pelo mestrado em ecologia vegetal na Universidade Federal de Lavras. Durante o mestrado, houve a percepção de que para entender ecologia seria preciso entender como as plantas utilizavam recursos em geral. Por causa disso, a professora procurou outro lugar que tivesse programa de doutorado com o enfoque que ela gostaria de trabalhar. Encontrou um orientador que trabalhava com ecofisiologia, ecologia funcional, na Universidade Estadual de Campinas. Fez, então, o doutorado na Unicamp com esse professor. Durante o doutorado a professora deu-se conta de que, além da pesquisa, ela também gostava da parte de docência. Nesse sentido, Citosina teve certeza que gostaria de dar aula em universidade.
Timina	Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá, mestre em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de Goiás e doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá. Professora adjunta da Universidade Federal do Pará, coordenadora e docente	A professora Timina informou que sua escolha pela Biologia foi baseada na influência de sua mãe, que foi professora de Biologia no ensino fundamental e médio. Foi também a Biologia a área na qual a professora teve mais aptidão no ensino médio. Durante a graduação, na Universidade Estadual de Maringá, dedicou-se mais à área

	<p>do Programa de Pós-graduação em Ecologia (UFPA/Embrapa Oriental) e docente nos Programas de Pós-graduação de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (UEM) e em Ciências Biológicas - Botânica Tropical (UFRA/Museu Emílio Goeldi). Atua principalmente nos seguintes temas: ecologia de macrófitas aquáticas (com ênfase em espécies invasoras) e ecologia de ecossistemas aquáticos.</p>	<p>da ecologia e trabalhou com plantas aquáticas.</p>
Gene	<p>Graduado em Biologia (B.Sc.) pela <i>University of Southampton</i> (2000) e doutor em Biologia pela <i>University of Hull</i> (2004). Trabalha na Universidade Federal do Pará como Professor Adjunto. Trabalhou na Suécia (<i>Swedish Museum of Natural History</i>) no consórcio FISHBASE (www.fishbase.org) e depois no Projeto INCOFISH (www.incofish.org), coordenando pesquisas sobre previsão de distribuições de organismos marinhos e com desenvolvimento do sistema AquaMaps (www.aquamaps.org). Tem experiência na área de Biologia Geral, atuando principalmente nos seguintes temas: genética, morfologia, evolução e ecologia teórica.</p>	<p>Cresceu em um ambiente de perguntas científicas, principalmente perguntas do mundo biológico. Seu pai e sua mãe são cientistas. Nasceu no Brasil, porém, seus pais são ingleses. Estudou inicialmente na Inglaterra. Fez pós-doutorado na Suécia. Seu doutorado foi sobre a evolução da família dos peixes ciclídeos, na Amazônia. Focou em alguns eventos particulares para entender processos que estão acontecendo para diversificação de espécies. Trabalhou em diversas áreas ao longo de sua formação científica: genética, taxonomia, sistemática, modelagem ecológico-teorética. Entende que, com isso, ganhou experiência de aspectos diferentes da pesquisa biológica que ajudam a desenvolver uma visão mais global. Sua pesquisa atual ainda está um pouco misturada entre essas áreas. Parte ecológica e parte de biodiversidade, usando ferramentas moleculares.</p>
Plantae	<p>Bacharel em Ciências Biológicas, com ênfase em Ecologia, pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006), e mestrado (2008)</p>	<p>Formação toda em Minas Gerais, Belo Horizonte (UFMG). O professor é mineiro. No início do seu curso de Biologia, o</p>

	<p>e doutorado (2013) pelo Programa de Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ICB/UFMG). Entre 2011 e 2012 trabalhou como pesquisador visitante na <i>Oregon State University</i> e na Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (US-EPA) na cidade de Corvallis (Oregon, USA), enquanto bolsista de doutorado sanduíche CNPq. Atualmente é Professor Adjunto na Universidade Federal do Pará (Belém, PA) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia (UFPA/EMBRAPA). Tem experiência na área de ecologia, com ênfase em riachos tropicais.</p>	<p>professor entrou em um laboratório de ecologia aquática e de insetos aquáticos e gostou muito do assunto. Continuou nesse laboratório até o fim da graduação e fez mestrado e doutorado em ecologia aquática. No ensino médio o professor gostava de <i>natureza</i>, de <i>ir para o mato</i> e que entrou para a biologia devido a área ambiental.</p>
Clorofila	<p>Formado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Pará. Doutor em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Foi professor concursado da Seduc/Pa, atuando no Ensino Fundamental e Médio como professor de Ciências e Biologia. Atuou também como Professor Titular no Centro Universitário do Pará e no Programa de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas nas modalidades presencial e a distância, atuando principalmente na área de teoria e prática de ensino. É também professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da UFPA. Atua</p>	<p>O Professor informou que desde pequeno tinha o interesse pela licenciatura, queria ser professor. A escolha pela área da Biologia teria se dado em função de que quando o professor estava no então segundo grau, nos anos 1990, havia uma divisão de áreas: CB, CE e CH. Ele então, naquele momento, achou mais interessante optar por CB, a despeito de gostar também de outras áreas como história e geografia. O professor optou pela Licenciatura em Biologia não se deu, necessariamente, pelo desejo de ser biólogo, mas pelo propósito principal de se tornar professor. O professor informou que o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA, que foi o que ele cursou, inicialmente, foi para ele uma decepção, pois, segundo sua percepção, o Curso formava o <i>biólogo</i> e não o <i>professor</i>. Ele sentia falta da parte pedagógica e buscou essa complementação na pós-graduação. O professor Clorofila</p>

	<p>também no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência como professor coordenador de área.</p>	<p>fez parte da primeira turma de mestrado do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI). Freire começou a trabalhar como professor no início dos anos 2000, primeiro como professor temporário do antigo Núcleo Pedagógico Integrado (NPI), onde trabalhou por dois anos, e logo em seguida pela SEDUC, como professor efetivo. Conseguiu entrar na faculdade do Centro Universitário do Pará (CESUPA), como professor do eixo pedagógico do curso de Biologia, licenciatura, que, naquele momento, em 2003, estava começando a primeira turma. O professor fez Doutorado em Educação na PUC-Rio, que fechou uma parceria com as instituições superiores da região norte. Como ele estava no CESUPA, participou da seleção, sendo aprovado. O doutorado se deu parte no Rio e parte em Belém. Terminou o doutorado em 2010. O professor foi aprovado em um concurso público da Uepa, para o cargo de professor efetivo de lá, em 2009. Ficou lá de 2009 a 2010. E em 2011, passou em um novo concurso, da UFPA, para o cargo de professor efetivo. O professor trabalha na UFPA, então, desde 2011. Dedicar-se ao eixo pedagógico do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA. Trabalha no curso presencial e no curso à distância, que tem três polos.</p>
Célula	<p>Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (1980), mestrado em Ciências Biológicas (Biologia, Genética) pela Universidade de São Paulo (1984) e doutorado em Biologia</p>	<p>O professor Célula informou que é daquelas pessoas que sempre souberam o que queriam ser na vida: queria ser biólogo desde criança. Quando garoto o professor criava bichinhos, colecionava revistas e livros</p>

	<p>Celular e Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1995). Realizou Pós-Doutoramento na Universidade de Cambridge, Inglaterra, em citogenética molecular (2003-2004). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Pará. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Animal e Biologia Celular, atuando principalmente nos seguintes temas: citogenética, biodiversidade, filogenia, cromossomos, cultura celular, citotoxicidade e genotoxicidade. Publicou 120 artigos em revistas internacionais indexadas, 5 capítulos em livros e apresentou 365 trabalhos em congressos científicos nacionais ou internacionais. Concluiu a orientação de 17 dissertações de mestrado e 11 teses de doutorado. Foi Diretor Adjunto do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará no período de 2006 a 2009 e Diretor Geral do mesmo Instituto no período de 2010 a 2013. É coordenador do Centro de Estudos Avançados da Biodiversidade da Universidade Federal do Pará.</p>	<p>sobre Biologia. Sua primeira opção era a pesquisa, mas também se identificou com o magistério.</p>
<p>Sílvia Chaves</p>	<p>Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1986), Especialista em Ensino de Ciências e Matemática pela UFPA (1989) Mestre (1993) e Doutora (2000) em Educação pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Coordena o Grupo de Estudos e Pesquisa <i>Cultura e Subjetividade na Educação em Ciências</i> do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - PPGECEM/UFPA,</p>	

	<p>no qual é docente. Desenvolve pesquisas no campo dos Estudos Culturais, Formação Docente, Políticas de Subjetivação e das Narrativas (Auto)biográficas, com base nas quais tem publicado artigos, livros e capítulos de livros. Organizou os livros <i>Memórias de Formação e Docência: Histórias e Trajetórias de (trans)formação e Formação e Docência: Perspectivas da Pesquisa Narrativa e Autobiográfica</i>, resultante do Projeto <i>Memórias de Formação e Docências</i>, financiado pelo CNPq. Organizou, ainda, os livros <i>Cultura e Subjetividade: Perspectivas em debate e Formação, Ciência e Arte: Autobiografia, arte e cinema na docência</i>. Publicou o livro <i>Reeencantar a Ciência, Reinventar a Docência</i>. Atualmente é vice presidente da Associação Brasileira de Ensino de Biologia - SBEnBIO. É editora da Revista <i>Experimentart</i>, do grupo de estudos e Pesquisa <i>Cultura e Subjetividade na Educação em Ciências do PPGECEM/UFPA</i>. É associada à Universidade livre de Autobiografia de Anghiari - IT. Desenvolveu Estágio Sênior na Universidade de Estudos de Milão Bicocca, na Faculdade de Ciências da Formação, na qual foi professora visitante. Coordena o projeto de pesquisa <i>Tecendo composições entre autobiografia, Formação, Docência e Arte na Escola?</i>.</p>	
--	---	--

Fonte: Feio, 2020.

APÊNDICE E - Itens de inquirição dos discentes

- a. A trajetória escolar até a escolha do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.
- b. Definição do termo Ciência.
- c. Se o que os professores ensinam é compatível com a concepção de Ciência do discente.
- d. Relação entre Ciência e sociedade.

APÊNDICE F – Alunos entrevistados

Discente	História de vida relatada na entrevista
Guaraci	Guaraci tinha 19 anos por ocasião da entrevista. Informou ter estudado em escola pública tanto o ensino fundamental quanto o ensino médio. Destacou que gosta da área de Biologia desde o ensino fundamental, principalmente devido à construção do conhecimento científico. Acrescentou que teve muitos professores que o incentivaram e davam aulas excelentes. Apesar de todos os problemas e dificuldades que o discente observou na escola pública, ele afirmou que os professores da área de Biologia sempre procuravam passar o conteúdo de uma maneira didática de forma que o aluno pudesse aprender e construir o conhecimento. O discente também afirmou que sempre se interessou pelo mecanismo, estrutura e funcionamento dos seres vivos, principalmente devido a sua complexidade.
Jandir	Jandir tinha 18 anos por ocasião da entrevista. Relatou ter feito tanto o ensino fundamental quanto o médio em escola privada. Disse que sua trajetória até a escolha do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas foi bem indecisa. Segundo seu relato, quando ele era criança, queria ser professor de matemática. No ensino médio, desistiu dessa ideia e pensou em fazer engenharia química. Mudou de ideia mais uma vez e ficou em dúvida entre: Engenharia, Letras e Jornalismo. Chegou ao Convênio e tinha que decidir alguma coisa para colocar no ENEM e vestibular. Por fim, no dia da inscrição, optou por Biologia, por ser a sua matéria preferida.
Kauê	Kauê tinha 18 anos por ocasião da entrevista e informou que se identificou com as Ciências Biológicas desde a escola básica. Ele estudou todo o ensino fundamental e médio em escola privada. Biologia era a disciplina que o discente mais gostava. Ademais, Kauê relatou que teve bons professores de Biologia que o influenciaram no que se refere a escolha do Curso.
Kayke	Kayke tinha 18 anos por ocasião desta entrevista. Conforme seu relato, sua vida escolar deu-se principalmente em escola pública, com uma breve passagem por uma escola particular. Decidiu graduar-se em Licenciatura em Ciências Biológicas por influência de alguns professores. No ensino fundamental, por exemplo, teria tido vários professores que lhe ajudaram muito na área de ciências. Quando chegou no ensino médio, começou em uma escola particular, mas saiu da particular e foi para uma escola pública. Relatou que já entrou no ensino médio público com uma base boa em Biologia. No segundo ano do ensino médio, a professora de Biologia teria passado por algumas dificuldades e nem sempre dava aulas. Nesse contexto, Kayke ajudou seus colegas de classe a entender conteúdos curriculares dessa disciplina. Informou ainda que quando chegou o terceiro ano, mudou de colégio e foi aí que decidiu que faria Biologia, porque encontrou uma professora adjetivada pelo discente como espetacular. Kayke chegou a

	participar de um projeto elaborado pela professora. Toda essa trajetória teria sido muito importante para a escolha do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas
Maiara	Maiara tinha 20 anos por ocasião da entrevista. Informou ter estudado em escola pública o seu ensino médio. Por ocasião da entrevista era bolsista do PIBIC e desenvolvia atividades no Laboratório de helmintologia e biologia celular (ICB/UFPA). Relatou ter feito curso técnico de Design de Interiores e, por isso, pretendia fazer graduação em Arquitetura. Contudo, a discente teria levado em consideração o fato de não ser muito boa em matemática e ter tido uma experiência ruim com o estágio nesta área. Maiara disse, ademais, que a disciplina com a qual mais se identificou no cursinho preparatório para o ENEM foi Biologia. Informou também que este interesse aumentou com uma situação familiar: sua mãe teria ficado muito doente no ano de 2015. Segundo seu relato, os médicos não explicavam bem o problema de sua mãe, um aneurisma, e ela teve que pesquisar com a finalidade de explicar para as pessoas que perguntavam sobre a doença e poder ajudar melhor sua mãe. Essa trajetória teria sido decisiva para a discente de ter optado pela Licenciatura em Ciências Biológicas.
Moacir	Moacir tinha 18 anos por ocasião da entrevista. Fez ensino fundamental e médio em escola pública. Desde quando teve contato com a Biologia na 8ª série e fazia um cursinho preparatório para o IFPA, se identificou bastante com a disciplina, porque, diferentemente das outras, não lhe dava sono. Queria sempre saber mais. Destacou que a despeito dos nomes complicados que se estudam na Biologia, a disciplina o atraía bastante por ter a ver com animais e natureza de uma forma geral, temas que ele disse gostar muito. Sendo assim, a despeito de dúvidas que surgiram no momento da inscrição no vestibular, prevaleceu a sua paixão pelas Ciências Biológicas.
Nina	Nina tinha 18 anos por ocasião da entrevista e fez seu ensino médio em escola particular. O ensino fundamental foi feito, parte em escola pública e parte em escola particular. A discente informou que sempre gostou de Ciências Biológicas de uma forma geral. No ensino fundamental, por exemplo, tinha predileção pelos assuntos ligados às Ciências Naturais. Chegou a pensar em fazer algum curso na área de Ciências Exatas, mas em função de seu amor pela Biologia, manteve essa escolha. Por ocasião da entrevista, Nina fazia estágio no Laboratório de Neurociências do ICB/UFPA.
Raoni	Raoni tinha 19 anos quando esta entrevista foi realizada. Cursou o ensino médio público. Decidiu fazer Licenciatura em Ciência Biológicas no terceiro ano do ensino médio, pois antes disso queria fazer o curso de fisioterapia. Passou, primeiramente, na seleção para o curso de Licenciatura em Ciências Naturais da UEPA. Chegou a cursar até metade do terceiro semestre. Contudo, mediante sua aprovação na UFPA, para o curso pretendido, qual seja, Licenciatura em Ciências Biológicas, preferiu cursá-lo, desistindo do curso de Licenciatura em Ciências Naturais da UEPA. Alega que os conteúdos curriculares da área da Física, presentes na grade curricular da UEPA foram decisivos

	<p>para o discente preferir estudar na UFGA, já que a grade curricular do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas desta instituição não seria tão carregada com conteúdos da área da física. O discente disse gostar da natureza, de entender as relações no mundo interligado à Ciência.</p>
Ubirajara	<p>Ubirajara tinha 18 anos por ocasião da entrevista. Informou ter estudado em escola pública metade do ensino fundamental e a outra metade em escola particular, com bolsa. Fez o ensino médio, conforme relatou, em escola particular, também com bolsa. Disse que quando era pequeno, tinha curiosidade sobre muitas coisas. Gostava de ficar no quintal olhando os animais, principalmente os insetos, no início o que mais chamou a sua atenção foram os insetos. Ubirajara disse que eles são pequenos, fáceis de manipular. Informou, ainda, que gostava de assistir filmes com cientistas. Relatou que quando era criança, dizia a sua mãe que queria ser cientista. Acrescentou que, segundo se lembra, ele deveria ter uns 6 anos de idade quando pensou, pela primeira vez, que queria ser cientista. Uma vez Ubirajara teria perguntado, não lembra se para os seus pais ou para os seus professores, qual seria a profissão que chegaria mais perto daquilo que ele gostava. Alguém lhe respondeu que seria Biologia. Depois disso ele buscou conhecer mais sobre a Biologia e passou a gostar dessa área do conhecimento. Ele alegou que já no ensino fundamental, no sétimo ano, ele estava certo que queria fazer Biologia. Ele disse, contudo, que também tem um pé nas artes, também trabalha como ator e gosta muito de escrever. Ubirajara informou também que foi influenciado por alguns professores ao longo de sua formação escolar no que se refere à sua escolha pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Segundo seu relato, no seu ensino fundamental, os professores de Ciências o impressionavam muito. Parecia, segundo sua percepção, na época, que eles tinham todas as respostas. <i>A gente sabe agora que não</i> – acrescentou em um tom jocoso. Disse que era legal essa época de sua vida, porque ele perguntava e a professora <i>explicava tudo</i> (o entrevistado riu ao relatar isso). Relatou que no ensino médio, primeiro e segundo ano, não teve professores legais de Biologia. Os professores dessa área o teriam até desestimulado um pouco. Contudo, no último ano ele disse que teve dois professores muito bons da disciplina. Um, apesar de dar aulas, era mais da área da pesquisa e outra professora que se dedicava mais à licenciatura. Eles dois o teriam ajudaram muito porque eram bons professores, bons profissionais e lhe estimularam a fazer o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.</p>
Yara	<p>Yara tinha 18 anos por ocasião desta entrevista. Cursou tanto o ensino fundamental quanto o médio em escola particular. Informou que sua escolha do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas foi bem mais simples, pois teria surgido de seu contato com a vida, do seu entendimento sobre a vida, e da sua curiosidade em relação aos assuntos de natureza biológica. Tal curiosidade já estaria presente desde a época em que a discente cursava o ensino fundamental. Em suas próprias palavras: <i>eu olhava um bichinho e pensava: nossa! O que é isso? Eu preciso saber mais sobre isso e sobre o universo. Então, vir</i></p>

	<i>pra cá foi algo bem certo.</i>
--	-----------------------------------

Fonte: Feio, 2020.

APÊNDICE G – Excertos do PPCLCB

Itens do PPCLCB	Excertos	Aproximação teórica
Preâmbulo	<i>(...) a biologia é a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente e os mecanismos que regulam a vida. Portanto, o estudo da biologia possibilita a compreensão do surgimento da vida e sua organização através do tempo, sob a ação de processos evolutivos. (UFPA, 2001, p. 01).</i>	Ciência Normal
Perfil do profissional	<i>Esta formação deve propiciar o entendimento do processo histórico de construção do conhecimento na área biológica, no que diz respeito a conceitos, princípios e teorias, bem como a compreensão do significado das Ciências Biológicas para a sociedade, e da sua responsabilidade como educador nos vários contextos de sua atuação profissional, consciente do seu papel na formação de cidadãos. (UFPA, 2001, p. 02).(…) O biólogo professor deve estar comprometido com os resultados de sua atuação pautando a sua conduta profissional por critérios humanísticos e de rigor científico, bem como por referenciais éticos e legais. Deve ter consciência da realidade, na busca da melhoria da qualidade de vida da população humana, compreendendo a sua responsabilidade na preservação da biodiversidade como patrimônio da humanidade. (UFPA, 2001, p. 02). (...) Preocupação com o acúmulo de conhecimentos desarticulados da realidade regional: conhecimentos ministrados de forma fragmentada, através de disciplinas, que originam informações especializadas e ineficazes na busca de soluções para os problemas com os quais o profissional se defrontam diariamente. (UFPA, 2001, p. 1). (...)O perfil do biólogo professor-pesquisador que se quer formar deva ser o de professor-pesquisador reflexivo de sua própria prática, capaz de resolver problemas que ocorrem em zonas</i>	Razão Comunicativa

	<p><i>graduação e no exercício profissional. (UFPA, 2001, p. 02). Conduzir todas as suas atividades profissionais dentro do mais alto rigor científico, ético e moral; (UFPA, 2001, p. 03). Ser dotado de espírito crítico e responsabilidade que lhe permita uma atuação profissional consciente, dirigida para a melhoria da qualidade de vida da população humana sem agredir o meio ambiente; (UFPA, 2001, p. 03). (...) Empregar os conhecimentos biológicos para despertar o senso de responsabilidade social nos alunos da educação básica. (UFPA, 2001, p. 03).</i></p> <hr/> <p><i>Exercer, além das atividades técnicas pertinentes a profissão, o papel de educador, gerando e transmitindo novos conhecimentos para a formação de novos profissionais e para a sociedade como um todo; (UFPA, 2001, p. 03).</i></p>	<p>Razão Comunicativa</p> <hr/> <p>Razão Instrumental e Razão Comunicativa</p>
<p>Competências e habilidades que o egresso do curso deve possuir para resolver os problemas centrais apresentados.</p>	<p><i>Gerenciar e executar tarefas técnicas nas diferentes áreas do conhecimento biológico, no âmbito de sua formação; (UFPA, 2001, p. 03). (...) Elaborar e executar estudos, projeto ou pesquisa científica básica e aplicada nos setores da biologia ou a ela ligados, em educação em ciências e biologia, bem como naqueles que se relacionam à prestação de serviços, saneamento e melhoramento do ambiente, executando direta ou indiretamente as atividades resultantes desses trabalhos; Utilizar o conhecimento acumulado na produção de novos conhecimentos; Desenvolver ações estratégicas para diagnóstico de problemas, encaminhamento de soluções e tomada de decisões no âmbito da biologia e da educação; (UFPA, 2001, p. 03). (...) No âmbito de sua formação e competência, prestar consultorias e perícias, dar pareceres e atuar no sentido de que a legislação, relativa à área de Ciências Biológicas, seja cumprida; (UFPA, 2001, p. 04). (...) Adaptar-se à dinâmica do mercado de trabalho e desenvolver ideias inovadoras e ações estratégicas, capazes de ampliar e</i></p>	<p>Razão Instrumental</p>

	<p><i>aperfeiçoar sua área de atuação. (UFPA, 2001, p. 04). As competências e habilidades desenhadas neste documento seguiram três princípios básicos: a) garantia do perfil desejado para o biólogo, com flexibilidade para a inserção no mercado de trabalho de uma sociedade em constante transformação; b) atendimento às necessidades profissionais da região e das especificidades desta IES; (UFPA, 2001, p. 04).</i></p> <hr/> <p><i>Acompanhar a evolução do pensamento científico na sua área de atuação; (UFPA, 2001, p. 03).</i></p> <hr/> <p><i>Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade; (UFPA, 2001, p. 03).</i></p>	<hr/> <p>Ciência Normal</p> <hr/> <p>Razão Comunicativa</p>
<p>Atividades curriculares e complementares organizadas em torno da resolução dos problemas centrais, para fornecer ao estudante as competências e habilidades requeridas.</p>	<p><i>Ser interdisciplinar para resgatar a visão integrada da ciência; (UFPA, 2001, p. 05).</i></p> <hr/> <p><i>Oferecer oportunidades desafiadoras de questionamentos e resoluções de problemas (teoria x prática), (...); (UFPA, 2001, p. 05). (...) Propiciar a construção do conhecimento de esquemas de pensamentos para compreender a ciência dentro de um contexto econômico, social e político, vinculado com a realidade da região amazônica; (UFPA, 2001, p. 05). (...) Favorecer a visão crítica e ética da realidade. (UFPA, 2001, p. 05). (...) Partir do conhecimento pré-existente que o aluno dispõe; (UFPA, 2001, p. 05). (...) Estimular a autonomia, a crítica e a cooperação entre os alunos, com ênfase na vivência prática e reflexões de situações integradas e atualizadas dos problemas vividos; (UFPA, 2001, p. 05).</i></p> <hr/> <p><i>Ser dinâmico e flexível no desenvolvimento de suas habilidades; (UFPA, 2001, p. 05).</i></p>	<p>Ciência Normal</p> <hr/> <p>Razão Comunicativa</p> <hr/> <p>Razão Instrumental</p>

FONTE: Feio, 2020.

APÊNDICE H – Narrativas dos discentes sobre ECC

Discente	Narrativas
Guaraci	<i>Sim, participei de palestras e do Encontro de Biologia. Estas atividades são fundamentais porque com esses eventos nós podemos adquirir novos conhecimentos e também aprender com os Projetos dos professores. Normalmente, nesses eventos, os assuntos são muito relevantes para um profissional da biologia.</i>
Jandir	<i>Já participei de alguns eventos. São uma forma de ter mais conhecimento e ampliar o nosso currículo. Sem dúvida, complementa nossa formação.</i>
Kauê	<i>Fiz a disciplina optativa Crustáceos como modelo para estudos ecológicos. Eu acho muito importantes essas atividades sim, porque vão além da grade curricular do curso e muitas pessoas já têm, desde cedo, algo pelo que se interessam mais, então, se a universidade proporciona pra gente mais escolhas, como de outras disciplinas, de alguns minicursos, a gente pode se direcionar e ficar mais a par da parte que mais interessa, então, eu acho que é sempre bom abrir mais esse leque. A disciplina optativa que eu fiz acrescentou bastante a minha formação, descobri coisas que eu não sabia, não fazia ideia.</i>
Kayke	<i>Já participei inclusive da organização de um evento, o III Encontro de Biologia, que foi realizado em novembro do ano passado (2016). Eu acho que esses eventos são muito importantes tanto para a formação acadêmica, quanto científica. O Encontro que eu participei, em especial, foi importante porque promoveu uma interação do nosso Curso de biologia da UFGA com outros cursos de Biologia, bem como de cursos de outras áreas relacionadas às Ciências Biológicas. Participaram deste evento cursos de universidades particulares, cursos da UFGA, do IFPA, cursos de biomedicina e de outras áreas das Ciências Biológicas. Achei essa interação muito boa pelo compartilhamento do conhecimento. Teve apresentação de banners em que a gente conseguiu ver o que as pessoas estavam fazendo. Houve várias palestras, simpósios, tudo isso foi muito interessante, interativo, legal, além de vários minicursos. Além disso, fiz o Minicurso Redação Científica. Foi como um minicurso rápido, em que a professora deu aula durante toda a semana, direto, toda a noite. Esse curso me ajudou muito, não só para a formação científica, mas me ajudou no sentido de desenvolver melhor as atividades do curso mesmo, porque os professores cobram muitas coisas sem que a gente tenha base.</i>
Maiara	<i>Estou fazendo Ornitologia Básica, agora. Tento sempre participar de eventos. Eu inclusive participei da organização do III Encontro Regional de Estudantes de Biologia. Trabalhei nele e participei também. Estas atividades são muito interessantes porque permitem que a gente possa ter contato com outras áreas, ver algo diferente, por exemplo, eu trabalho no Laboratório de Ornitologia. Há pessoas que trabalham em laboratórios totalmente diferentes que fizeram a optativa para poder conhecer, ver se gostariam de trabalhar com outra coisa. Sobre os eventos, o interessante é que são abertos não apenas aos alunos da UFGA, mas também a alunos de outras faculdades que às vezes estão</i>

	<i>lá por não terem conseguido ingressar na UFPA. Então, essa é uma forma de eles estarem aqui, junto com a gente, vindo em que a gente trabalha, o que é desenvolvido na UFPA e isso é bem interessante.</i>
Moacir	<i>Estou fazendo a disciplina optativa Ornitologia Básica. Eu acho muito importantes essas atividades porque quando a gente estuda alguma disciplina da grade obrigatória do curso é muito conteúdo. A gente não pode adentrar muito assim em uma área específica do conhecimento porque o tempo não permite isso. As disciplinas optativas surgem justamente para isso, para estudarmos determinada área específica do conhecimento, como a disciplina Ornitologia. Na grade obrigatória você estuda as aves, mas é uma coisa bem rápida e, com essas matérias optativas a gente tem a oportunidade de saber mais, de conhecer as espécies, sua diversidade, distribuição, variabilidade, então, as disciplinas optativas ajudam. As palestras, simpósios, seminários, também são importantes porque eles podem tratar dos mais diversos assuntos que muitas vezes nem chegamos a ver dentro da grade obrigatória. São muito importantes porque todo o conhecimento é válido. O conhecimento que vier acrescentar é melhor ainda. Então. Acredito que essas atividades complementares são muito importantes e necessárias para a formação de nosso conhecimento.</i>
Nina	<i>Eu faço a disciplina Entomologia Básica. Vai me ajudar na parte da Animalia, com certeza. Quando eu comecei a estudar um pouquinho vi que tinha a ver com a área que eu pretendo seguir na biologia, que é a das neurociências. Eu tenho me interessado bastante e aprendido bastante. Já participei de palestras e simpósios. Essas atividades são muito importantes, principalmente porque elas acrescentam conhecimentos. Mesmo que já se conheça um pouco o assunto, que já se tenha estudado em sala de aula, como é outro professor que vai explorar o assunto, ele vai trazer de uma forma diferente, uma nova abordagem pra ti, então é um conhecimento somado.</i>
Raoni	<i>Eu Fiz de Redação Científica e estou fazendo de Entomologia. Essas atividades complementares ampliam nosso conhecimento aprendido na grade obrigatória. Podemos escolher uma área de interesse nosso. A grade curricular oferece uma base, mas a gente tem que procurar mais, a gente quer se especializar, a gente quer produzir, produzir ciência de qualidade. Então, são aprimoramentos de técnica, de conhecimento. Por exemplo, a disciplina Redação Científica me auxiliou na questão de produção de artigo, de quais são os erros recorrentes, afinal, nós somos iniciantes. Entomologia está me aprimorando com o que eu já trabalho.</i>
Ubirajara	<i>Estou fazendo Entomologia Básica. Eu acho que esse conhecimento complementar é muito importante porque só o que a gente vê nas disciplinas da grade obrigatória não é o suficiente. A Biologia é muito ampla. As disciplinas optativas, cursos, extensão, tudo isso é muito importante para formar a gente como profissional. Nem todas as atividades são proveitosas, algumas a gente fica: “nossa, que enrolação!” (risos). Algumas, por outro lado, ajudam a gente a pensar o que não tinha pensado enquanto estava fazendo a disciplina do curso correspondente ao mesmo assunto.</i>
Yara	<i>Estou fazendo Ornitologia. Eu acho que a disciplina optativa soma com um conhecimento um pouco mais específico para alguma coisa.</i>

	<p><i>Semestre passado eu fiz uma disciplina, Biogeografia. A gente não tem isso com força dentro do nosso currículo, deveria ter. É uma área importante dentro da biologia. Mas como é muita coisa para estudar, então, acaba não tendo tempo e tudo fica muito apressado para entender certas coisas e eu acho que essas atividades extracurriculares tem essa importância.</i></p>
--	---

Fonte: Feio, 2020.

APÊNDICE I – Concepções de Ciência dos professores entrevistados

Professores	CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA	CIÊNCIA E SOCIEDADE
Adenina	<p><i>Ciência é “descoberta”. Ciência é tentar entender como funcionam as coisas nas diferentes áreas. Há diferentes áreas, a biológica, a matemática, a física e a ideia geral seria entender como funcionam as coisas. O significado básico de Ciência seria “ter ciência de alguma coisa”.</i></p>	<p><i>Infelizmente, eu acho que, às vezes, Ciência e sociedade não conversam muito bem. Então, muita coisa que a gente faz, até quando produz novo conhecimento, demora muito pra chegar na sociedade, não deveria ser assim. Então, eu acredito que a educação é a melhor área, porque às vezes as pessoas têm dificuldade, inclusive, de entender o que é que está sendo produzido de novidade pela Ciência. Então, enquanto a gente não tiver um nível de educação razoável, vai ser difícil a população entender, mas eu acho que, quem sabe, não é? Espero que no futuro a gente consiga.</i></p>
Guanina	<p><i>Eu defino Ciência como a possibilidade de dividir conhecimento, crescimento pessoal e oportunidades para que a gente consiga, a partir da Ciência básica, trazer melhorias para a qualidade de vida da população. Eu costumo sempre falar em população porque eu trabalho com o humano. Mas eu acho que em todas as áreas a Ciência só tem a melhorar a qualidade de vida de qualquer ser vivo.</i></p> <p><i>Eu acredito que o aluno não tenha ainda uma percepção correta sobre Ciência. Eu acho inclusive que o aluno começa a ter essa percepção se ele fizer iniciação científica, o que é bom no currículo de vocês, porque agora vocês já têm a possibilidade do estágio rotativo que, na minha época,</i></p>	<p><i>A maioria das pessoas que fazem Ciência não consegue esclarecer a relação entre Ciência e sociedade. Essa relação é direta porque na medida em que eu sou paga pelo governo e, portanto, por todos os que pagam impostos, para trabalhar em prol de uma melhoria, de que forma eu faço isso? Fazendo Ciência, pesquisando sobre doenças, podendo ajudar. Isso vai ao encontro de necessidades da sociedade, seja por um diagnóstico melhor de uma doença genética (Estou falando, especificamente, daquilo com que eu trabalho), seja por uma resposta que eu possa dar sobre alguma dúvida de questões genéticas relacionadas a processos de doenças nas pessoas, seja por esclarecimentos sobre</i></p>

	<p><i>por exemplo, não existia. Mas, de fato, ele vai entender, vai se adequar à Ciência mesmo, eu acredito que só na pós-graduação. Antes disso, ele tem uma visão, mas eu acho que a maioria dos alunos pensa que a Ciência é algo meio que inatingível ainda, na época da graduação.</i></p>	<p><i>processos de conservação no caso da Biologia de forma geral, não é? Quando os alunos têm oportunidade de trabalhar com outros seres vivos, animais ou vegetais. Então, qualquer Ciência, bem direcionada, vai trazer melhoria para a sociedade, de forma geral.</i></p>
Citosina	<p><i>Ciência é qualquer forma de pesquisa, independentemente de ser básica ou aplicada, que se proponha a responder uma pergunta. Deve ter uma hipótese, de preferência, que seja testável. Nesse contexto, acho que é muito relevante tentar trazer coisas novas, que de fato sejam importantes e tenham relevância dentro da universidade e de preferência que isso possa ser estendido pra sociedade de um modo geral. O pensamento científico tem uma pergunta clara e um bom embasamento teórico.</i></p>	<p><i>Em muitas áreas, a Ciência ainda está muito desconectada da sociedade. Na Ciência, as pessoas pensam muito em publicar os artigos em revistas que sejam de fator de impacto alto e que vá ser citado muitas vezes. Mas a forma disso ser passado pra sociedade ainda está um pouco distante. Num contexto geral, parece que são patamares diferentes, mas não deveria ser. Assim, falta uma conexão melhor entre Ciência e sociedade. Quando eu cheguei aqui em Belém, o que foi algo recente, eu mudei pra cá no final de setembro (2016), eu vi que aqui é um lugar bom de se ter essa relação entre Ciência e sociedade. Você vê que a cidade é muito suja, é um pouco desorganizada, então, essa questão básica de Ciência, de educação ambiental, é uma coisa que eu acho que seria importante, seria um link muito importante nesse contexto. Mas eu acho que no geral, ainda é muito separado. Ainda não tem uma conexão muito boa. O que eu acho muito interessante é que há alguns programas de algumas agências, no Brasil a gente tem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que faz vídeos de divulgação científica, que são muito bons</i></p>

		<p>e vão tornando mais acessível esse conhecimento gerado pela pesquisa para a sociedade de um modo geral. Em algumas áreas isso é um pouco mais fácil, enquanto em outras, isso é um pouco mais complexo. Eu ainda não conheço métodos que sejam extremamente eficazes pra unir essas coisas, o que eu penso mais é em projetos de educação ambiental e de divulgação científica.</p>
Timina	<p>Ciência são coisas da vida que a gente consegue de uma maneira, simples ou não, testar, comprovar se ela existe... Se existem fatos que comprovem aquilo ou não, e é uma coisa que está em constante mudança. Então, a ideia que a gente tem do hoje, se alguém mostrar amanhã que é diferente, não funciona daquela forma, com base em dados ou em fatos reais que modifiquem, então eu vou acreditar. Então, pra mim é uma coisa que está em constante mudança e não tem problema nenhum em dizer que se eu fiz uma coisa e amanhã ela está errada, o outro provar, eu vou falar assim: parabéns! Ciência é uma parte do conhecimento que não é concreto, não é dois mais dois são quatro. Existem formas de você provar que outras coisas estão interagindo, que outras coisas estão acontecendo.</p>	<p>Tem dia que eu acho que ela é muito distante, tem dia que eu acho que ela é muito próxima. Depende da área. Quando você fala de Ciências Biológicas pra área celular, pra área médica, é mais próxima, porque as pessoas estão em busca de cura de doenças. A gente tem um interesse em não ficar doente, por exemplo. Mas, pra parte de Ecologia, eu acho ela um pouco distante ainda. Se você pensar que a gente não tem condição adequada de lixo, que as pessoas não tem noção de reciclagem, ainda, ou a consciência de que a gente deveria reciclar. E... a parte de desmatamento... claro, se a gente pensar no pequeno agricultor, na verdade, são os que mais sofrem com as leis que são impostas, porque para o grande produtor a lei nunca chega. Então, eu acho que o governo não favorece essa proximidade da sociedade com a ecologia. Eu participei de uma reunião com amigos do IBAMA, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Chico Mendes antes de eu vir pra cá e eles pediram pra gente viabilizar formas de</p>

		<p><i>acesso em português ao que produzimos na Universidade. Isso porque a gente produz Ciência e a língua da Ciência é o inglês. Então você publica o seu artigo e é muito, muito improvável que alguém, desses órgãos o leia em inglês. Então está tendo uma movimentação da Ciência, dos cientistas brasileiros em geral, pra desenvolver revistas que resumiriam o seu artigo em português, pra deixar a informação de seu trabalho mais acessível, pra que os órgãos possam ler e usar esses artigos como tomada de decisão. Então, isso eu já ouvi falar e conheço revista que está tentando fazer isso, pra aproximar mais o que a gente escreve, porque a forma que a gente escreve pra Ciência é bem diferente da forma que a gente tem que falar pra um órgão, como o IBAMA, o tipo de vocabulário é diferente, então, seria uma forma de “traduzir”, pra deixar mais compreensível pra ajudar eles. Então, essa é uma das medidas que eu sei que as pessoas estão tentando, os pesquisadores estão tentando fazer. Tem uma revista de Maringá que está fazendo isso. Não são artigos inéditos. São sínteses de artigos, você manda pra essa revista pras pessoas terem acesso e conseguirem essas informações. Então, talvez seja devagar, mas uma hora a gente consegue. O grande problema da ciência mesmo pra ecologia, pra tomada de decisão e pra sociedade, na relação política, é que, infelizmente, o meio ambiente</i></p>
--	--	--

		<p><i>pra eles é só uma maneira de conseguir dinheiro. Árvores, florestas, são formas de conseguir dinheiro. Desmatar pra vender a madeira, pra fazer pastagem ou plantio, então, acho que eles não tiveram ainda a visão ambiental. Por mais que a gente alerte, acho que, em relação à tomada de decisão, eles ainda não estão interessados em nos ajudar nessa parte de aproximar a ecologia da sociedade.</i></p>
Gene	<p><i>A Ciência é um conjunto de métodos de investigação do mundo ao nosso redor que tenta entender e aproveitar esse conhecimento de alguma forma útil. Existe muita ciência mal feita até entre profissionais da área, mas, a visão que eu tenho é que mesmo essas coisas mal feitas servem para aprimorar o que deve ser feito. Uma boa formação científica implica, dentre outras coisas, não confundir causalidade com função. Na formação científica há diferença entre o ensino meramente técnico e as alternativas críticas.</i></p>	<p><i>Há certa tendência no mundo de hoje de rejeição do conhecimento científico em razão das pessoas não o compreenderem dada a sua complexidade. A comunicação da Ciência é uma área crescente, conheço diversas pessoas que estão expandindo essa área, na Europa, principalmente. Essa é uma área fundamental para que as pessoas consigam entender o valor da Ciência. Há diversos esforços nesse sentido. A maioria deles vem mais da área da física, porque é uma área um pouco mais simples: física, mecânica, engenharia. Por exemplo, há uma série de sites sobre “como isso funciona?”. Há séries de tv, como MythBusters. Essas coisas são comunicação de Ciência para tentar relacionar a Ciência com as pessoas em geral da sociedade. Infelizmente, o número de pessoas que assistem essas séries ainda é relativamente pequeno. Haveria muitas distrações no mundo do entretenimento que ocupam mais o tempo das pessoas. Se a sociedade conhecer mais</i></p>

		<p>sobre Ciência, seria mais fácil a aceitação de informações que não são tão agradáveis, porém comprovadas.</p>
Plantae	<p><i>Ciência é a busca pelo entendimento da natureza e é ideal que esse entendimento da natureza leve à solução de problemas cotidianos, que são importantes pra sociedade. A Ciência tem estes dois aspectos: o da busca do conhecimento, do entendimento e também o da busca da solução dos problemas.</i></p>	<p><i>É importante que o conhecimento esteja agregado a alguma importância pra sociedade, a alguma necessidade da sociedade. A Ciência é um dos motores pro desenvolvimento da sociedade. As sociedades que tem maior desenvolvimento social, econômico, são aquelas sociedades que investem em conhecimento científico. É a Ciência que dá autonomia pra uma sociedade, que faz ela resolver os seus problemas e encarar seus desafios. Uma sociedade com uma Ciência fraca é uma sociedade dependente de conhecimento que vem de fora. Ainda existe muita desconexão entre ciência e sociedade, são os chamados “muros” da universidade. Às vezes, o cientista está só interessado no assunto da sua pesquisa e ignora toda a realidade ao seu redor. É complicado julgar o que é útil e o que é inútil, porque conhecimento é conhecimento, uma hora tudo é útil. Mas, é importante os pesquisadores tentarem aplicar seus conhecimentos na sociedade. A Ciência tem uma linguagem muito técnica e muitas vezes ela é desnecessária. Então, sempre que você está se comunicando com o público é importante você falar na língua dele. A maioria dos termos técnicos podem ser traduzidos em termos mais simples, que qualquer um entende. Ex.: “material alóctone” é o mesmo</i></p>

		que “material que vem de fora”.
Clorofila	<p><i>Ciência é um termo muito complexo. A gente sabe disso, porque depende muito da visão de cada filósofo, da cada momento histórico e da tendência filosófica. Ciência é “aquilo que um grupo de pessoas, reconhecidamente, dentro de uma área, considera ser ciência. Se tu estás considerando, por exemplo, a área de botânica, ou a área (...) de evolução, ecologia, citologia (...) quem vai definir o que é ciência são esses grupos, dentro de seus critérios particulares do que eles entendem por pesquisa, por ciência, (...) são eles que, na verdade, vão dizer, o que é ciência. Eu poderia dizer que ciência é um consenso, é uma conjectura, em um determinado momento, feito por um determinado grupo, que é então, pra sociedade, considerado, como sendo o conhecimento válido, o conhecimento científico válido.</i></p>	<p><i>Entre Ciência e Sociedade há uma relação complexa, de mão dupla. A Ciência vai modificando a forma como nós compreendemos o mundo, entendemos o mundo e lidamos, nos relacionamos com esse mundo. Por exemplo, as tecnologias de comunicação mudaram a nossa forma de nos comunicarmos uns com os outros. Mesmo aparelhos como eletrodomésticos, por exemplo, ou automóveis, refrigeradores, medicamentos, quer dizer, o modo como a gente lida conosco mesmo. Essa é uma coisa. A outra são as teorias científicas que também acabam mudando ou intervindo na nossa forma de enxergar o mundo. O grande exemplo disso é a teoria evolutiva de Darwin, por exemplo, a teoria microbiana, então, são teorias que acabaram modificando a nossa forma de enxergar o mundo, de ver o mundo, então essa é a influência que a Ciência tem sobre a sociedade. Também a sociedade interfere na própria Ciência, na medida em que questões éticas, questões morais, sobre o que pesquisar, por que pesquisar aquilo, acaba também sendo decidido pela sociedade, principalmente pelos órgãos que fazem investimento em pesquisa, que acabam também enviesando determinados tipos de pesquisa e outras consideradas menos importantes.</i></p>
Célula	Sua compreensão sobre o que	Há uma desconfiança mútua

	<p>seja ciência mudou ao longo do tempo, durante sua vida. Quando novo, Ciência significava a busca da verdade, conhecer o mundo além das aparências, além da religião. Hoje (Janeiro de 2017) Ciência significa um esforço humano de compreensão do mundo. A “descoberta” científica é relevante para além do “progresso” e da “tecnologia”. Ciência é “descoberta do mundo”, que pode, inclusive, trazer benefícios para a sociedade. Os “benefícios” da ciência não são fundamentais para a ciência em si, porém, fazer projetos e utilizar ciência de uma forma aplicada é uma exigência do mundo que a gente vive hoje em dia. “Humor ácido”: cientista é gente e faz um monte de safadeza como todo mundo faz. O rigor científico baseia-se em fatos. “Ciência não é técnica”: “às vezes os alunos, na minha área, na genética, estão automatizados, o estudante entra, aprende a apertar botão e sai do outro lado lá, formado, se achando cientista. Ciência é mais que mera técnica: não basta a obtenção de dados, em ciência deve-se entender o que se está fazendo.</p>	<p>(entre Ciência e sociedade) a despeito da “glamourização” da Ciência. Para o cientista a Ciência é algo fundamental e a sociedade pode ver o seu trabalho como um desperdício (sem utilidade). Imagem midiática da ciência: grandes cientistas e grandes descobertas. Imagens estereotipadas: o cientista é um “cara doidinho que vive isolado do mundo”. Em Cambridge há imensa conexão entre sociedade, universidade e Ciência. A cidade vive em função da Universidade. As empresas estão direto dentro da Universidade em contato com os pesquisadores, envolvendo tecnologia, desenvolvendo coisas aplicadas, financiando pesquisas básicas. Eu fui convocado pela coordenação do Parque de Ciência e Tecnologia (PCT) para fazer um plano de negócios, que é algo absolutamente fora da minha área. Eu sou um biólogo e professor. (...) E aí a Reitoria me chamou e convidou um professor da área de economia, que é um especialista nessa conexão de Ciência e sociedade. A gente sentou e com base nas tecnologias que o meu grupo domina ele desenvolveu uma série de coisas que poderiam ser feitas em prol da sociedade e eu fiquei besta de ver isso. Isso mudou muito a minha cabeça. Eu comecei a perceber, conectar com o que eu vi no exterior, que há uma possibilidade muito grande de interação das duas coisas. Porque o pesquisador olha o empresário e diz assim: esse</p>
--	---	--

		<p><i>cara só quer me explorar! Ele quer toda a minha tecnologia que eu levei a vida inteira estudando que nem um doido, ele quer lucrar em cima disso, ele está pouco se lixando... E o empresário olha o cientista e diz assim: esse cara é uma inutilidade para o país. Há essa dicotomia. Eu aprendi muito. Eu acho que seria fundamental pro Brasil se a Ciência e a sociedade andassem juntas, porque elas estão separadas. Eu vejo um esforço nesse sentido, pelo menos, não sei dizer na gestão atual, mas na gestão anterior, na medida em que, por exemplo, a CAPES, toda vez que ela financiava um projeto, a gente tem o “Projeto pró-Amazônia”, por exemplo, financiado agora, pra estudo daqui da região, ela obrigava que no projeto tinha que estar embutido uma retransmissão para a sociedade do que o cientista está fazendo (...).</i></p>
--	--	--

Fonte: Feio, 2020.

Apêndice J – Concepções de Ciência dos estudantes

Discente	Concepção de Ciência	Relação entre Ciência e sociedade
Guaraci	<p><i>Ciência é um termo que deriva do latim, que significa 'conhecimento', ou 'saber', então eu vejo que a ciência é a atividade humana voltada à construção do conhecimento, de uma maneira sistemática e metodológica. Ela difere de outros conhecimentos, a exemplo do senso comum, que não tem toda a metodologia... a ciência, por exemplo, formula hipóteses, teorias, que não são definitivas. Sempre o conhecimento está progredindo, na medida do desenvolvimento histórico da ciência.</i></p>	<p><i>É uma relação muito importante porque o conhecimento científico pode atingir de uma maneira positiva ou até mesmo negativa a sociedade. Na área da Biologia, posso citar como aspecto positivo a compreensão dos organismos, o desenvolvimento de medicamentos, formas de preservação da biodiversidade. Aspectos negativos se mostram porque alguns cientistas, infelizmente, ao construir o conhecimento científico acabam desrespeitando a ética e, assim, causam dano à sociedade.</i></p>
Jandir	<p><i>É aquilo que a gente estuda em relação a pesquisa, seres vivos, meio ambiente, planeta Terra. Ciência seria a busca pelo conhecimento, demonstrar empiricamente. Depende também da área, cada área tem algo particular que a define.</i></p>	<p><i>A sociedade precisa estar a par da Ciência. A Ciência é importante, para o desenvolvimento tanto dela quanto das pessoas. Hoje são poucas as pessoas que têm acesso a Ciência mais ampliada. Muitos têm apenas o básico, dado no fundamental, não ampliaram a sua visão para além daquilo. Na Biologia, por exemplo, há os projetos de pesquisa bem focados em algo específico. O que a gente descobre não é ampliado para a sociedade. Nem sempre é algo acessível. O pesquisador deve repassar o seu conhecimento para a sociedade e esse repasse pode ser feito por meio de projetos, ou cartilhas. O governo também tem um papel importante na articulação entre Ciência e sociedade na medida em que é responsável pelo repasse de verbas e pode, por exemplo, apoiar projetos que aproximem a pesquisa da sociedade. A UFPA, segundo a</i></p>

		<i>percepção do discente, parece isolada da sociedade que está ao seu redor, que é uma periferia, que muitas vezes não sabe o que está sendo feito nesta instituição.</i>
Kauê	<i>Ciência, eu acho que é algo que se constrói a partir de testes, experimentos. Seu objetivo é explicar os acontecimentos e os fenômenos da vida.</i>	<i>Eu acho que essa é uma pergunta bem ampla e eu acho que elas estão bem ligadas, mas há uma grande diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento que a gente vê na maioria da sociedade, porque nem todos têm essas informações e há um grande conflito entre o conhecimento científico e o conhecimento popular. Muita gente não tem a oportunidade de ter um estudo, mas eu acho que Ciência e sociedade estão totalmente juntas, caminham juntas, só que nem sempre o conhecimento científico é o mesmo que o conhecimento popular.</i>
Kayke	<i>É a busca do conhecimento de um modo lógico e metodológico.</i>	<i>A Ciência dá a base para a tecnologia da qual a sociedade depende.</i>
Maiara	<i>Eu vejo a Ciência como um tipo de estudo em que as pessoas que trabalham nessa área tentam descobrir tudo a cerca da natureza do mundo.</i>	<i>Pelo que eu vejo até agora eu acho que a sociedade deveria ter uma relação melhor com a Ciência, porque elas parecem muito separadas. Às vezes eu tento conversar com outras pessoas que não são da área de Biologia e mesmo pessoas que são da universidade, mas que são de cursos diferentes, e parece que têm dificuldade de entender, coisas que deveriam ser simples, digamos assim. Eu acho que talvez tanto por falta de projetos de extensão, quanto pela falta de base do colégio. O conhecimento que a gente recebe de Biologia, do colégio, é fraco. Além disso, o que a gente recebe é muito conceitual, a gente não recebe nada muito prático. A gente não sabe como aplicar essas coisas na nossa vida. É complicado. Por exemplo, uma</i>

		<i> pessoa que trabalha com saúde precisa valorizar mais as pessoas em geral, precisa explicar melhor, explicar detalhes para a pessoa que está atendendo.</i>
Moacir	<i> Ciência é um conhecimento que não é fixo. Acho que a ciência sempre está em movimento. Se hoje a gente descobre uma coisa, amanhã pode não ser tão real quanto a gente pensava que fosse. Sempre existem pessoas querendo mais de ciência, querendo descobrir, explicar a vida, explicar a origem do universo, explicar a formação, tudo. Eu acho que a ciência é algo que estimula a gente a pensar bastante e a querer saber mais sobre as coisas que nos cercam.</i>	<i> A Ciência pode estar a favor da sociedade se a sociedade como um todo procurar se beneficiar dela e não só se beneficiar, beneficiar outras pessoas. Então, é possível que a Ciência ande bem junto com a sociedade. A Ciência pode beneficiar as pessoas por meio da descoberta de medicamentos, de novas formas de energia, essas coisas. Então eu vejo que Ciência e sociedade andam juntas podem andar muito mais ainda para melhorar a nossa sociedade. Então eu acredito que uma colabora com a outra.</i>
Nina	<i> Para mim ciência seria tentar conhecer o mundo ao nosso redor, conhecer as especificidades de cada área do conhecimento, assim, de forma geral, 'ciências', esse é meu conceito.</i>	<i> Eu acredito que tudo o que estamos procurando, o que estamos buscando conhecer, de alguma forma vai influenciar na sociedade, por exemplo, tem uma parte da área de biológicas que vai estudar a questão de doenças e outra parte, a solução pra essas doenças, fisioterapias, terapias em geral, fármacos, etc. Isso vai ajudar a sociedade na questão de da saúde, de saber como a sociedade deve se comportar no seu dia a dia.</i>
Raoni	<i> Ciência eu defino como (...) testes de hipóteses, explicações mais próximas daquilo que a gente acha que é a realidade.</i>	<i> A Ciência produz conceitos básicos, busca explicações e isso tem que estar relacionado com a sociedade. Ela busca explicar o que a sociedade vive. Até mesmo existe essa preocupação: 'ciência, tecnologia e sociedade'. A Ciência produz tecnologia e isso é para a sociedade.</i>
Ubirajara	<i> Há várias formas de falar. Para mim mesmo, não há uma definição pronta, não está escrito aqui na minha cabeça o que é a ciência. É muito mais imagético. Eu</i>	<i> O que a gente faz aqui não é para ficar só no teórico, a gente faz alguma coisa para ser aplicada. Mesmo que a gente faça uma coisa que a princípio não pareça aplicável, depois ela será usada em</i>

	<i>vejo como uma busca pelo conhecimento, uma busca constante. A gente nunca sabe de tudo. Ciência para mim é nunca saber de tudo.</i>	<i>um sentido aplicado para a sociedade. A gente está aqui em uma instituição pública, que é financiada pela sociedade. Então a gente tem que saber que tudo que a gente está fazendo aqui não está em uma bolha separada da sociedade. Em certo sentido a gente trabalha para a sociedade.</i>
Yara	<i>Eu acho que Ciência é uma arte. Ela se baseia no princípio da dúvida. É olhar para uma coisa e pensar: será que é isso mesmo? Será que é isso que estão me dizendo? Ir lá, pesquisar, e saber se é realmente. Não só na Biologia, mas em todas as áreas do conhecimento. História, Filosofia, o que quer que seja. É tentar ir mais a fundo, eu acho que é isso.</i>	<i>Eu acho que essa relação começa no princípio da nossa sociedade. Nós só chegamos até aqui por causa da Ciência. Nós só temos as coisas que temos por causa da Ciência. Apesar de não existir uma divulgação tão forte, tão grande das novas descobertas, muita coisa já se conquistou por causa da Ciência, então, todo o nosso modelo de sociedade, as nossas divisões de classe, tudo, veio com base na tecnologia, na Ciência e na descoberta.</i>

Fonte: Feio, 2020.