

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
DOCTORADO EM QUÍMICA

Karine Gabrielle Fernandes

**A interdisciplinaridade no curso de Química: possibilidades e atravessamentos tecidos
pelo viés da questão animal**

Juiz de Fora
2023

Karine Gabrielle Fernandes

**A interdisciplinaridade no curso de Química: possibilidades e atravessamentos tecidos
pelo viés da questão animal**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química, área de concentração Educação em Química, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ivoni de Freitas Reis
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Arromba de Sousa

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fernandes, Karine Gabrielle.

A interdisciplinaridade no curso de Química : possibilidades e atravessamentos tecidos pelo viés da questão animal / Karine Gabrielle Fernandes. -- 2023.
277 f.

Orientadora: Ivoni de Freitas Reis

Coorientador: Rafael Arromba de Sousa

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2023.

1. Questão animal. 2. Educação química. 3. Interdisciplinaridade. 4. Química ambiental. 5. Bioquímica. I. Freitas Reis, Ivoni de , orient. II. Sousa, Rafael Arromba de, coorient. III. Título.

Karine Gabrielle Fernandes

A interdisciplinaridade no curso de química: possibilidades e atravessamentos tecidos pelo viés da questão animal

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Química. Área de concentração: Química.

Aprovada em 01 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ivoni de Freitas Reis - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Rafael Arromba de Sousa - Coorientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól

Universidade de Brasília

Profa. Dra. Maria Inês de Freitas Petrucci dos Santos Rosa

Universidade Estadual de Campinas

Profa. Dra. Rita de Cássia Reis

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes

Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 29/05/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ivoni de Freitas Reis, Professor(a)**, em 02/06/2023, às 09:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gerson de Souza Mol, Usuário Externo**, em 02/06/2023, às 13:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Reis, Professor(a)**, em 02/06/2023, às 14:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Arromba de Sousa, Professor(a)**, em 02/06/2023, às 17:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARIA INES DE FREITAS PETRUCCI SANTOS ROSA, Usuário Externo**, em 06/06/2023, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Guilherme da Silva Lopes, Professor(a)**, em 14/06/2023, às 08:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1304726** e o código CRC **A3337139**.

*Dedico esta tese aos mais de
112 milhões de bois, vacas e bezerros, 191 milhões de porcos,
22 bilhões, 368 milhões de frangos
e o dobro dessa somatória de peixes e demais animais não-humanos que,
apenas em território nacional, tiveram suas vidas tomadas
durante os quase quatro anos de pesquisa.*

GRATIDÃO

Aos meus orientadores Ivoni e Rafael por abraçarem a temática, pelas oportunidades e por contribuírem de forma tão marcante no meu crescimento acadêmico. Ivoni, muito obrigada também pelo carinho, paciência e compreensão durante todo esse tempo.

Aos colegas do GEEDUQ, em especial ao Kevin Pereira pelas trocas de ideias, ao Victor Ferraz por não deixar uma dúvida sem resposta e à Camila Delfino pela oportunidade de ser sua coorientadora, experiência extremamente gratificante.

À Mariana Toledo pela parceria na representação discente, dividindo os pepinos e compartilhando todas as fofocas. Também agradeço aos colegas do PPGQ pela confiança e aos membros do colegiado pelas experiências agregadoras.

À coordenação, técnicos administrativos e corpo docente do PPGQ, ICE e ICB pela assistência, e aos funcionários terceirizados por criarem um ambiente organizado e agradável, possibilitando seu funcionamento.

Aos queridos colegas, alunos e alunas da Paineira por me acolherem e me marcarem profunda e eternamente.

À Amanda Rocca pela presença constante, vital amparo e incontáveis conversas.

À minha família, amigas e amigos pelo auxílio, torcida e confiança.

Ao Gustavo, meu marido e amor, por tudo e por tanto, pelas aventuras passadas e futuras, pela amizade e companheirismo, e por me ensinar a usar a crase.

À UFJF e à Capes pelos fomentos que tornaram o caminho menos árduo.

Aos membros da banca de qualificação e defesa Gerson Mól, Marcelo Giordan, José Guilherme Lopes, Maria Inês Petrucci Rosa e Rita Reis pelas valiosas contribuições. Também aos e às docentes e discentes marcados nessas páginas pelas imprescindíveis participações durante a pesquisa.

A todos e todas que, de uma forma ou de outra, fizeram parte desse movimento.

“All that man ignores does not exist for him. Therefore, the universe of each, is summed up to the size of his knowledge.” (Albert Einstein)



RESUMO

A presente tese parte do pressuposto de que trabalhar interdisciplinarmente as relações entre o currículo da graduação em Química e a temática animal em sua complexidade pode, além de enriquecer e tornar as disciplinas mais interessantes ao olhar dos alunos, auxiliar seu entendimento e da realidade planetária. O objetivo que guiou a pesquisa foi investigar e aplicar meios de inserção, interdisciplinarmente aos saberes químicos, bioquímicos e ambientais, de temáticas voltadas à questão animal. O embasamento teórico para que se perfizesse esse propósito se baseou em princípios bioquímicos voltados à nutrição, (in)sustentabilidade no consumo de animais, ensino e interdisciplinaridade, motivações para inserir a questão animal em sala de aula e revisão sistemática em busca de conceber se e como a temática vem sendo trazida pelos trabalhos da área. As metodologias utilizadas foram de observação total, observação participante e análise do conteúdo, cuja coleta de dados se deu por meio de questionários. Por meio delas, foi possível: realizar levantamento em busca de compreender como professores de cursos de Química de instituições mineiras públicas de educação superior enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas; investigar, na prática, possíveis formas de inserir os assuntos propostos em disciplinas relacionadas à bioquímica e meio ambiente; aplicar as propostas resultantes da investigação a fim de contribuir com uma visão mais ampla do conhecimento; e verificar as percepções dos discentes contemplados quanto aos possíveis impactos da abordagem enquanto profissionais e cidadãos. Ao longo dos caminhos tecidos e percorridos, foi possível compreender que a sabida importância da interdisciplinaridade abre portas para a inclusão dos animais a fim de auxiliar na resolução de problemas, tornar a disciplina mais interessante e atraente, interligar os conhecimentos e contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. De forma geral, inserida a temática em sala de aula, os discentes consideram se beneficiar das intervenções, cujos proveitos influenciam tanto a vertente acadêmica-profissional quanto pessoal, se destacando o potencial em facilitar o entendimento da matéria por meio da contextualização e a apresentação de novas perspectivas na esfera tanto ética quanto moral.

Palavras-chave: Questão animal. Educação química. Interdisciplinaridade. Química ambiental. Bioquímica.

ABSTRACT

The present thesis is based on the assumption that working, through an interdisciplinary way, on the relationships between the undergraduate Chemistry curriculum and the animal theme can not only enrich and make the disciplines more interesting in the eyes of students, but also help in their understanding and that of the planetary reality. The aim that guided the research was to investigate and apply means of insertion, through interdisciplinarity between chemical, biochemical and environmental knowledges, of themes related to the animal issue. The theoretical basis for this purpose was grounded on biochemical principles focused on nutrition, (un)sustainability in the consumption of animals, teaching and interdisciplinarity, motivations for inserting the animal issue in the classroom and a systematic review to investigate if and how the theme has been brought up by works in the area. The methodologies used were total observation, participant observation and content analysis, whose data was collected through questionnaires. Through them, it was possible to: carry out a survey in order to understand how professors of Chemistry courses at public higher education institutions in Minas Gerais see contextualization and interdisciplinarity, which includes aspects of the animal issue, in their disciplines; investigate, in practice, possible ways of inserting the proposed subjects in disciplines related to biochemistry and the environment; apply the propositions resulting from the research in order to contribute to a broader view of knowledge; and verify the perceptions of the contemplated students regarding the possible impacts of the approach in them as professionals and citizens. Through the woven paths, it was possible to understand that the known importance of interdisciplinarity opens doors for the inclusion of animals as an aid in solving problems, making the discipline more interesting and attractive, interconnecting knowledge, and contributing to the teaching-learning process. As a general rule, when the subject is inserted in the classroom, the students consider that they benefit from the interventions, which influence both the academic-professional and personal aspects, highlighting the potential to facilitate the understanding of the subject through contextualization and the presentation of new perspectives in both ethical and moral spheres.

Keywords: Animal issue. Chemistry education. Interdisciplinarity. Environmental chemistry. Biochemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Construção de uma alimentação baseada em plantas	29
Figura 2	- Complexo ferro-protoporfirina IX	34
Figura 3	- Estrutura do mio-inositol-1,2,3,4,5,6-hexafosfato	37
Figura 4	- Pergunta, presente no questionário, a respeito da alimentação	97
Figura 5	- Representação aproximada das salas de aula acompanhadas durante a pesquisa	133
Figura 6	- Desenvolvimento da análise feita	139
Figura 7	- Recorte da apostila	185
Figura 8	- Introdução aos elementos tóxicos	186
Figura 9	- Intoxicação e cadeia trófica	187
Figura 10	- Desequilíbrio de nutrientes e eutrofização	188
Figura 11	- Ensaaios para avaliação de toxicidade	189
Figura 12	- Efeito da amônia no corpo d'água	189
Figura 13	- O papel da pecuária na poluição das águas	190
Figura 14	- Pegada hídrica e reflexão	191
Figura 15	- Potencial poluidor do beneficiamento do couro	192
Figura 16	- Desequilíbrio no ciclo do nitrogênio	194
Figura 17	- Metano enquanto gás do efeito estufa	195
Figura 18	- Queimadas e sua relação com a indústria pecuária	196
Figura 19	- Questão da avaliação relativa à química atmosférica	199
Figura 20	- Húmus e compostagem	201
Figura 21	- Dose letal 50 e testagem animal	202
Figura 22	- Contaminação do solo pelo descarte de lixo	202
Figura 23	- Pegada ecológica e reflexão	203
Figura 24	- Estrutura da leucina, indicados os grupos que formam os aminoácidos, e da ureia	227
Figura 25	- Slide sobre proteínas	231
Figura 26	- Conteúdo do texto a respeito da ingestão de proteínas	232
Figura 27	- Convite para participar da aula sobre ética em pesquisa com seres humanos.	236

Gráfico 1	- Consumo total de carne, em milhões de toneladas, em diferentes regiões e globalmente	46
Gráfico 2	- Número de trabalhos selecionados por grande tema	85
Gráfico 3	- Número e ano de publicação dos trabalhos por evento/periódico	86
Gráfico 4	- Formação acadêmica dos entrevistados	140
Gráfico 5	- Relação entre experiência no magistério e atuação na disciplina	141
Gráfico 6	- Respostas dos professores a respeito da importância da interdisciplinaridade	142
Gráfico 7	- Comparação a respeito da possibilidade de contextualização nas disciplinas	143
Gráfico 8	- Existência de estudos na área que mencionem os animais em suas vertentes	144
Gráfico 9	- Comparação a respeito da possibilidade de inserção do direito animal nas disciplinas	145
Quadro 1	- Produção de rações para 2022 por segmento	26
Quadro 2	- Microingredientes na produção de rações	27
Quadro 3	- Resumo de alguns dos principais antinutrientes	36
Quadro 4	- Mitos sobre a proteína vegetal	41
Quadro 5	- Focos e escopos dos eventos	87
Quadro 6	- Edições do Encontro Nacional de Ensino de Química	88
Quadro 7	- Edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	89
Quadro 8	- Edições da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química	90
Quadro 9	- Focos e escopos dos periódicos	92
Quadro 10	- Trabalhos incluídos na categoria “temáticas alimentares”	94
Quadro 11	- Trabalhos incluídos na categoria “apreciação animal”	98
Quadro 12	- Elementos para a proposta de ensino de tema desmatamento	100
Quadro 13	- Trabalhos incluídos na categoria “práticas pedagógicas e conscientização ambiental”	106
Quadro 14	- Trabalhos incluídos na categoria “percepções acerca dos conceitos de meio ambiente”	109
Quadro 15	- Etapas da pesquisa	114
Quadro 16	- Levantamento das Instituições e disciplinas selecionadas para	118

levantamento

Quadro 17 - Recorte das anotações de campo 130

Quadro 18 - Unidades de registro e frequência definidas durante a análise 180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Relação dos eventos e periódicos selecionados	80
Tabela 2	- Relação dos trabalhos encontrados	82
Tabela 3	- Relação dos trabalhos selecionados	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Aminoácidos
ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
AC	Análise de Conteúdo
ALA	Ácido alfa-linolênico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CFC	Clorofluorcarbono
CONCEA	Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal
CR	Taxa de concentração
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTS-EA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação Ambiental
DDGS	Coprodutos/gordura vegetal/grãos de destilaria
DHA	Ácido decosa-hexanoico
DIAAS	Pontuação de aminoácidos essenciais digestíveis
EA	Educação Ambiental
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPA	Ácido eicosapentaenoico
ERE	Ensino Remoto Emergencial
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FJP	Fundação João Pinheiro
GEE	Gases do Efeito Estufa
HFC	Hidrofluorcarbono
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
ICE	Instituto de Ciências Exatas
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências

IES	Instituições de Ensino Superior
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
IFNMG	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
IFSudesteMG	Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
IFSULDEMINAS	Instituto Federal do Sul de Minas Gerais
IFTM	Instituto Federal do Triângulo Mineiro
IMC	Índice de Massa Corporal
IVU	União Vegetariana Internacional
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PFC	Perfluorcarbono
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
POP	Poluente Orgânico Persistente
PPP	Projeto Político Pedagógico
RASBQ	Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
SVB	Sociedade Vegetariana Brasileira
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UEMG	Universidade Estadual de Minas Gerais
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFSJ	Universidade Federal de São João del-Rei
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFVJM	Universidade Federal dos Vales de Jequitinhona e Mucuri
UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
Unimontes	Universidade Estadual de Montes Claros

SUMÁRIO

1	PROVOCAÇÕES, PESQUISA E PESQUISADORA.....	20
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	23
2.1	O VEGANISMO E A QUESTÃO ANIMAL	23
2.1.1	Princípios bioquímicos voltados à nutrição.....	24
2.1.1.1	<i>Animais enquanto atravessadores de nutrientes</i>	<i>26</i>
2.1.1.2	<i>Micronutrientes</i>	<i>29</i>
2.1.1.3	<i>Macronutrientes.....</i>	<i>39</i>
2.1.2	Seria o consumo de animais ambientalmente sustentável?	43
2.1.2.1	<i>O preço virtual da carne na saúde pública</i>	<i>50</i>
2.2.1	Por que trazer a questão animal para a sala de aula?	71
2.3	REVISÃO SISTEMÁTICA	79
2.3.1	Discussão sobre os artigos selecionados.....	93
2.3.1.1	<i>Temáticas alimentares</i>	<i>94</i>
2.3.1.2	<i>Apreciação animal.....</i>	<i>98</i>
2.3.1.3	<i>Práticas pedagógicas e conscientização ambiental</i>	<i>105</i>
2.3.1.4	<i>Percepções acerca dos conceitos de meio ambiente</i>	<i>109</i>
2.3.2	Algumas considerações.....	112
3	CAMINHOS METODOLÓGICOS.....	114
3.1	INVESTIGAÇÃO JUNTO AOS PROFESSORES.....	115
3.2	OBSERVAÇÃO TOTAL E INTERVENÇÕES	125
4	INVESTIGAÇÃO JUNTO AOS PROFESSORES	134
4.1	VISÃO GERAL DOS PARTICIPANTES E PRIMEIRAS DISCUSSÕES	140
4.2	A QUESTÃO ANIMAL E SEU ATRAVESSAMENTO EM PESQUISAS.....	146
4.2.1	Alusão aos animais.....	146
4.2.2	Animais como sujeitos de direitos	155
4.3	PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM SALA DE AULA.....	163
4.3.1	Relação entre interdisciplinaridade, contexto e contextualização	164
4.3.2	Caráter inerente à disciplina	167
4.3.3	Entendimentos gerais	170
4.4	PERCEPÇÕES ACERCA DA CONTEXTUALIZAÇÃO E	172
	INTERDISCIPLINARIDADE	172
4.4.1	A interdisciplinaridade.....	172

4.4.2	A contextualização	176
5	OBSERVAÇÃO TOTAL, INTERVENÇÕES DIDÁTICAS E APRECIACÕES	183
5.1	QUÍMICA DO MEIO AMBIENTE	183
5.1.1	Hidrosfera.....	185
5.1.2	Atmosfera	193
5.1.3	Litosfera.....	201
5.2	QUÍMICA E SAÚDE.....	210
5.3	QUÍMICA BIOLÓGICA.....	218
5.3.1	Metabolismo e alimentação.....	219
5.3.2	Proteínas	225
5.3.3	Ética em pesquisas	234
6	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	247
	REFERÊNCIAS	256
	APÊNDICE A – Questionário piloto	263
	APÊNDICE B – E-mail enviado aos professores das instituições	266
	APÊNDICE C – Questionário aos professores das IES	267
	APÊNDICE D – Termo de compromisso livre e esclarecido	269
	APÊNDICE E – E-mail enviado como lembrete	270
	APÊNDICE F – E-mail de agradecimento	271
	APÊNDICE G – E-mail enviado aos participantes do piloto	272
	APÊNDICE H – Questionário aos discentes	273
	ANEXO A - Plano de ensino da disciplina química e saúde	274
	ANEXO B - Plano de ensino da disciplina química biológica	275
	ANEXO C - Plano de ensino da disciplina química do meio ambiente	276

1 PROVOCAÇÕES, PESQUISA E PESQUISADORA

Faço parte de uma família de professores. Além de mim, seis familiares paternos escolheram a docência: tia Renata, professora de matemática, tia Roseli, de história, tio Gildázio e seu filho Lucas, também historiadores, minha prima Wisla, formada em letras e sua irmã Whiara, licenciada em educação física. De tempos em tempos meu pai me diz, a respeito da decisão por seguir esse caminho, que ser professora está no meu sangue.

Não comungo com o conceito colonial de vocação, mas sim enxergo a afeição que desde pequena sinto por ensinar. Me recordo vagamente de visitar meu vizinho, um senhor que trabalhava com a venda de eletrodomésticos usados, para auxiliá-lo em seu aprendizado com a escrita. Em determinado período da minha adolescência, também uma tia ia até mim para que eu a ajudasse nos conteúdos de língua portuguesa a fim de que se formasse na Educação Básica. Para tanto, improvisávamos com um pedaço de espelho, que servia a nós como quadro. Dentre tantos outros exemplos que emergem a partir de minha memória, posso afirmar que sempre tive admiração pela profissão e carinho por meus professores.

Meu interesse pela Química não surgiu de imediato, mas após despertá-lo, passou a crescer exponencialmente. Aos meus 17 anos, acreditava que a Licenciatura em Química seria o único caminho possível. Hoje, compreendo que existem possibilidades outras, porém não apenas me encontro contente com a decisão tomada, como continuo minha busca incessante e sempre inacabada por me tornar uma profissional melhor.

Como conto ao introduzir minha dissertação (FERNANDES, 2019) no Programa de Pós-Graduação em Educação, a vontade por estudar a questão animal também veio como uma surpresa agradável. Minha proposta inicial para o mestrado foi escrever sobre as atratividades da carreira docente que tanto me movem, assunto que explorei na licenciatura (FERNANDES; MENDONÇA; MELO, 2020). Porém, minha orientadora me instigou a, caso eu quisesse, redefinir o tema de pesquisa. Mudar o projeto não era minha intenção a princípio e constantemente eu pensava: “se eu for trocar, precisa ser por algo que eu goste muito”. Assim foi, primeiramente por meio de um estudo situado na educação infantil, e segue até o presente.

O interesse pelo tema não se restringiu à Karine pesquisadora, me acompanhando também como educadora. Enquanto professora de Química, tive a oportunidade de explorar e conectar minha prática à questão animal, o que me permitiu observar bons resultados quanto ao aprendizado dos conteúdos químicos e seus papéis em nossas vidas. Dentre eles, posso

citar brevemente alguns, como é o caso dos ácidos e bases (como a produção de ácido úrico, ureia e suas problemáticas no contexto da criação intensiva de frangos), óxidos (trazendo os principais responsáveis pela chuva ácida e suas fontes emissoras, o que instiga demais temáticas voltadas à Química Ambiental, como veremos posteriormente), saponificação (e a utilização de gordura animal na fabricação de produtos de limpeza) e macronutrientes (o que abre espaço para aulas sobre leitura de embalagens e outros conteúdos aplicados à Química dos Alimentos). A sala de aula é um local extremamente fértil e sinto como meu dever construir um ensino mais inclusivo, compassivo, contextualizador e crítico.

Devido à mudança para o Programa de Pós-Graduação em Química, foi preciso adaptar o foco da pesquisa que eu seguia fazendo, ao mesmo tempo em que busquei não tratar os temas de forma reducionista. Dessa forma, comecei a falar sobre a questão animal como um tema multifacetado. Ao me tornar vegana (2017), não apenas mudei minha forma de alimentação, mas meu vestuário, formas de entretenimento e consumo em geral. Mais importante, por trás dessas escolhas, meu olhar para o mundo ao redor mudou, me tornando uma pessoa mais crítica e consciente. É assim, desejosa por fazer transparecer as inúmeras formas pelas quais os animais se relacionam com as pesquisas em Educação Química, que iniciei este trabalho.

A partir dessa aspiração, procurei, junto aos meus orientadores, assuntos presentes nas matrizes curriculares dos cursos superiores de Química que conversassem com a temática animal em sua complexidade. Além disso, partimos do pressuposto de que trabalhar suas relações interdisciplinarmente poderia não apenas enriquecer e tornar as disciplinas mais interessantes aos olhares dos alunos, mas auxiliar seu entendimento e da realidade planetária. Dessa forma, o objetivo geral traçado foi **investigar e aplicar meios de inserção, embasados interdisciplinarmente aos saberes químicos, das vertentes bioquímica e ambiental envolvidas com a questão animal, em disciplinas dos cursos superiores de Química, a fim de valorizar um ensino mais atraente, efetivo e voltado para a formação global discente**. Nos referimos, aqui, à criação de contextos que não se restrinjam ao conteúdo específico da disciplina, mas que abracem possibilidades outras, formando algo novo e ao mesmo tempo conectado à realidade e cultura daqueles envolvidos.

Buscando cumprir esse objetivo, os objetivos específicos que ditam as etapas da pesquisa passaram a ser:

- ✓ Compreender como professores de cursos de Química de Instituições mineiras públicas de educação superior enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas;

- ✓ Investigar, na prática, possíveis formas de inserir assuntos sobre as relações humanas com os animais em disciplinas relacionadas à bioquímica e meio ambiente nos cursos de Química da UFJF;
- ✓ Aplicar, nas disciplinas acompanhadas, as propostas resultantes da investigação a fim de contribuir para ampliar a forma de ver, trabalhar e construir o conhecimento;
- ✓ Verificar as percepções dos alunos participantes dessas disciplinas quanto aos possíveis impactos da abordagem enquanto profissionais e cidadãos.

Para isso, essa tese está organizada em 6 capítulos, conforme descrevemos a seguir: (i) no presente tópico, trazemos uma breve introdução, focando aqui na pesquisadora e as provocações que levaram aos objetivos propostos; (ii) em seguida, construímos um referencial teórico, tratando a questão animal (o que inclui seu papel dentro das temáticas ambientais e bioquímicas) e a interdisciplinaridade (pensando, através dela, o porquê de inserir a temática animal em sala de aula), concluindo com uma revisão na literatura voltada a *se e o que* há de discussões voltadas a esses tópicos; (iii) com a concepção desse embasamento, nos voltamos aos caminhos percorridos, divididos entre as metodologias utilizadas durante uma investigação com docentes do ensino superior e observações em sala de aula; (iv e v) passando aos resultados encontrados, discutimos e analisamos os dados obtidos durante a participação dos docentes, as observações e intervenções feitas nas disciplinas e as respectivas percepções dos discentes; (vi) finalizando com algumas considerações frente ao que foi apresentado nos capítulos anteriores.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

De forma resumida, dividimos esse referencial em três grandes seções: a primeira busca estabelecer um diálogo entre os pressupostos da questão animal e suas relações com a química ambiental e a bioquímica; na segunda, trazemos um panorama a respeito da interdisciplinaridade, concluindo com ponderações sobre razões para se trabalhar temáticas relacionadas aos animais em sala de aula; e, por fim, uma revisão na literatura norteada pelo questionamento a respeito da forma como os animais são abordados em pesquisas voltadas para a Licenciatura em Química.

2.1 O VEGANISMO E A QUESTÃO ANIMAL

Our task must be to free ourselves by widening our circle of compassion to embrace all living creatures and the whole of nature and its beauty.
Albert Einstein

Tratar a questão animal, ou seja, *a visão por meio da qual se considera o animal não-humano a partir de sua senciência e valor intrínseco* (FERNANDES, 2019)¹, tem se tornado cada vez mais complexo e pertinente. Ainda que as discussões acerca do bem-estar desses animais nos remetam à Pitágoras (570-495 a.C.), conhecido vegetariano de sua época, os avanços tecnológicos dos últimos anos, o que inclui a crescente facilidade do acesso à informação, têm sido em grande parte responsáveis pela popularização do tema.

Segundo pesquisa feita em fevereiro de 2021 pelo Inteligência em Pesquisa e Consultoria - IPEC, antigo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística - IBOPE Inteligência, 46% dos brasileiros deixam de comer carne ao menos uma vez por semana. Além disso, 32% da população escolhe opções veganas nos cardápios de restaurantes e lanchonetes (SVB, 2021). Em 2018, os dados tratados pela mesma instituição apontavam no sentido de que 14% da população, logo 30 milhões de brasileiros, declarava-se vegetariana, representando um crescimento de 75% em relação à última pesquisa, que ocorreu em 2012 (SVB, 2018).

¹ Em busca de um termo que exprimisse e significasse os animais como seres de uma vida, passei a adotar essa expressão durante o mestrado. Ao me referir à questão animal, aludo necessariamente a visão desses seres como indivíduos semoventes de direitos e com importância inerente, sendo contrária à ótica especista e utilitarista.

Em voga, a consideração pelos animais tem se estendido não apenas aos *pets* e se difunde nos mais diversos meios, sejam eles formais ou informais. Ao se tratar do ambiente escolar, iniciativas como a campanha *Segunda Sem Carne*² da Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) já se fazem presentes, tendo o estado e município de São Paulo implementado a ação no âmbito das escolas das redes. Ademais, também trazemos o exemplo da Escola Nativa, a primeira do Brasil a tomar a não exploração dos animais como guia. Considerando as instituições de educação como espaço de debates e disputas ideológicas como coloco em Fernandes (2019), as discussões que permeiam o tema vêm conquistando seu espaço.

No que concerne ao veganismo, podemos dizer que este é o meio por meio do qual a questão animal se materializa. Por definição,

veganism is a philosophy and way of living which seeks to exclude—as far as is possible and practicable—all forms of exploitation of, and cruelty to, animals for food, clothing or any other purpose; and by extension, promotes the development and use of animal-free alternatives for the benefit of animals, humans and the environment. In dietary terms it denotes the practice of dispensing with all products derived wholly or partly from animals. (VEGAN SOCIETY, 2023)

Criado em 1944, o termo busca fugir da concepção de mera dieta, conotando uma filosofia e forma de vida que procura excluir a exploração animal em suas mais variadas formas. Como decisão política, o veganismo se preocupa e está inserido em dimensões econômicas, sociais e antropológicas, ocupando espaços e criando sentidos muitas vezes inesperados. A partir dessa complexidade, somos capazes de tecer diálogos com a educação química, estes que serão explorados, a partir da química ambiental e bioquímica, durante a escrita das próximas sessões.

2.1.1 Princípios bioquímicos voltados à nutrição

Como informamos inicialmente, o veganismo se baseia em uma filosofia e estilo de vida que vai além da alimentação, englobando todos os aspectos cotidianos. Por outro lado, ao tratarmos o vegetarianismo, termo que remete à alimentação, podemos dividi-lo em subcategorias, sendo elas:

² A campanha propõe ao consumidor a substituição, na alimentação e durante um dia da semana, de produtos de origem animal por vegetal. Dessa forma, se busca conhecer novos sabores, podendo servir como incentivo à sua adoção por um período mais longo.

- ✓ Vegetarianismo estrito: tal termo conota a alimentação livre de qualquer produto de origem animal, podendo ser tratada em determinadas publicações como “dieta vegana”;
- ✓ Ovovegetarianismo, lactovegetarianismo, apivegetarianismo e termos derivados: compreende as alimentações livres de carnes animais (o que inclui gelatina e corantes animais, por exemplo), porém, a depender de sua classificação, pode incluir o consumo de derivados tais como leites (prefixo “lacto”), ovos (prefixo “ovo”) e mel (prefixo “api”).

Mais recentemente, vimos a popularização do termo *flexitarianismo*, que está relacionado à *frequência* com a qual se consome produtos de origem animal, logo o indivíduo que segue esse tipo de alimentação não pode ser considerado vegetariano. A partir dessas diferenciações, também é importante mencionar que a literatura internacional adota o termo *plant-based diet* para designar não apenas alimentações baseadas unicamente em plantas (o que inclui cogumelos, algas e sal, apesar de não estarem presentes no reino vegetal), mas também aquelas com consumo moderado de carnes, como a mediterrânea e a nórdica (tendo em comum a priorização pelo grupo vegetal). Sejam esses ou outros termos que não os citados aqui, suas definições podem variar a depender da fonte, fato que demanda cuidado e verificação.

Nesse capítulo, procuraremos ser breves ao discutir alguns dos principais pontos que envolvem uma alimentação vegetariana estrita *saudável*, embora o caráter de brevidade não seja uma tarefa fácil ao tratar temas tão complexos. Assim, nos preocuparemos em trazer pontos específicos em contrapartida à alimentação vegetariana como um todo, o que também nos leva à escolha pelo não enfoque na alimentação carnista³, embora possam ser feitas relações.

Construir essa base teórica se faz importante, ainda que não sejamos profissionais da área da saúde, devido a procurarmos transgredir as barreiras disciplinares, defendendo a importância da temática nos cursos de Química, especialmente ao tratarmos da bioquímica na formação discente (tais questões serão mais bem esclarecidas no capítulo que se segue).

³ O *carnismo*, termo criado pela psicóloga norte-americana Melanie Joy (JOY, 2014), designa o sistema de crenças que nos condiciona a comer certos animais, sendo, em essência, o oposto do veganismo. Embora sua utilização nas publicações da área não seja consensual, escolhi utilizar o termo e suas variações em contrapartida a “pessoas que consomem carnes” ou “alimentação onívora” uma vez que não desejo, nesse contexto, desassociar a alimentação da ideologia, além de sua univocidade, visto que onivorismo é uma condição biológica independente de crenças (embora o termo seja utilizado por fontes de consulta e seja visto em citações desse capítulo).

Demais aprofundamentos que se façam necessários serão apresentados oportunamente no decorrer desta tese.

Todas as informações contidas nesse capítulo, exceto quanto explicitamente indicadas, foram retiradas do Guia de Nutrição Vegana para Adultos da União Vegetariana Internacional (IVU) (SLYWITCH, 2022)⁴. O guia foi criado com o propósito de oferecer informações cientificamente embasadas, cujo rigor científico foi estruturado após análise de mais de 700 artigos científicos, sendo distribuído de forma gratuita. Sugerimos fortemente sua leitura para maior aprofundamento.

2.1.1.1 Animais enquanto atravessadores de nutrientes

Primeiramente, é importante compreender que a realidade da criação intensiva de animais, aquela voltada à produção industrial, se diferencia em vários aspectos de um cenário bucólico em que se exalta as belezas da vida campestre. Devido à elevada demanda por matéria-prima para alimentação dos animais, a garantia de saúde e máxima produção é, em grande parte, oriunda da indústria farmacêutica. Isso porque, além de elementos básicos como soja, milho e sorgo, a suplementação de vitaminas e minerais é importante para driblar os impactos das condições extremas às quais os animais são submetidos. No quadro 1 é possível observar os macroingredientes presentes nas rações de acordo com o segmento, bem como a quantidade para o ano de 2022.

Quadro 1 - Produção de rações para 2022 por segmento.

(continua)

Macroingredientes	Segmento	Quantidade (toneladas)
Milho, farelo de soja, trigo e coprodutos, farinhas/gorduras de origem animal, sorgo, farelo/caroço de algodão, calcário, farelo de glúten de milho 60%, fosfato mono/dicálcico, sal, sulfato e carbonato de cálcio, ureia pecuária,	Frangos (corte e postura)	44.170.000
	Suínos	20.400.000
	Bovinos (leiteiro e corte)	12.370.000
	Equinos	643.000
	Aquacultura	1.521.600
	Cães e gatos	3.665.000

⁴ Reforçamos que, por não sermos profissionais de saúde, além da falta de familiaridade com os estudos conduzidos na área, não é nosso objetivo realizar uma análise da literatura, mas sim voltar os olhares para dados tratados por especialistas que se debruçam especificamente na alimentação vegetariana. Isso inclui não apenas romper tabus, mas trazer informações pouco difundidas e reconhecer limitações.

(continuação)

Macroingredientes	Segmento	Quantidade (toneladas)
coprodutos/gordura vegetal/grãos de destilaria (DDGS), aminoácidos essenciais lisina hidrocloreídrica e metionina, coprodutos lácteos, plasma e premixes (misturas de micronutrientes)	Outros	870.000

Fonte: Adaptado de Sindirações (2022).

Considerando essas questões, é prática comum a suplementação nutricional de “macrominerais (cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, cloro e enxofre), [...] microminerais (cromo, cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, molibdênio, níquel, selênio e zinco)” (SLYWITCH, 2022, p. 75), vitaminas, aminoácidos e aditivos. A oferta varia, por exemplo, entre a forma de pó, líquida, em blocos, em cápsulas implantadas (bolus intrarruminais), na forma injetável e pelo método *in ovo* na indústria avícola (administração contendo aminoácidos, hormônios, vitaminas, minerais, prebióticos, probióticos, vacinas e nanopartículas). Para a porção de ração produzida (quadro 1), abaixo podemos visualizar a quantidade de suplementos:

Quadro 2 - Microingredientes na produção de rações.

(continua)

Premixes		Quantidade (toneladas)
Vitaminas	Vitamina A, Vitamina D3, Vitamina E, Vitamina K3, Vitamina B12, Riboflavina B2, Tiamina (B1), Piridoxina (B6), Biotina (B7), Vitamina C, Ácido Nicotínico, Ácido Pantotênico (B5), Ácido Fólico (98%), Cloreto Colina	67.503
	Vitamina D3 (500.000 UI/kg)	274
	Vitamina B12 (0,1%)	1227
Microminerais	Ferro, Cobalto, Cobre, Iodo, Manganês, Zinco, Selênio e Magnésio	72.444
	Ferro	15.367
	Zinco	21.501
	Magnésio	86
Aminoácidos	Treonina, Triptofano/Valina e Betaína	126.656
	Treonina	112.360

(continuação)

Premixes		Quantidade (toneladas)
Aminoácidos	Triptofano/Valina	14.280
Aditivos zootécnicos	Enzimas e Melhoradores de Desempenho/Pré e Probióticos	31.104
Aditivos tecnológicos	Conservantes/Antioxidantes/Aglutinantes e Adsorventes de Toxinas/Antifúngicos	90.101

Fonte: Adaptado de Sindirações (2022).

Ao analisar os quadros, nos chama a atenção a presença de alguns elementos-base: a presença de ureia (utilizada como substituto nitrogenado da proteína verdadeira, sendo o principal substrato para que as bactérias do rúmen aumentem a produção proteica), enxofre (para a produção de aminoácidos sulfurados), aminoácidos (voltados para melhorar a proteína do leite e a massa do ovo, por exemplo), vitamina B12 (destinada a todos os animais de consumo, seja na forma de cianocobalamina ou de cobalto, utilizado na síntese microbiana da vitamina) e cálcio (sendo ofertadas doses elevadas, o que garante o cálcio do leite, por exemplo). Já o ômega-3, embora não esteja representado nos quadros, também é amplamente suplementado, visto que peixes criados em cativeiro possuem seu teor drasticamente menor em comparação aos peixes marinhos que comem algas com riqueza desses ácidos graxos.

É natural, portanto, que, quando estudos na área de saúde e nutrição mostram ingestão mais baixa de selênio, iodo ou qualquer outro nutriente em algumas populações vegetarianas, comparadas às onívoras, isso não ocorre pelas características da dieta vegetariana, mas porque **estamos comparando uma dieta onívora suplementada** com esses nutrientes (sem que o consumidor saiba) **com uma dieta vegetariana sem a mesma suplementação**. (SLYWITCH, 2022, p. 85, grifo do autor)

Essas inclusões corroboram o papel dos animais para consumo como atravessadores de nutrientes, algo preocupante uma vez que “geram uma cadeia de desperdício de recursos, pois grande parte dos nutrientes ofertados são descartados na natureza (por urina e fezes) ou utilizados por processos metabólicos intrínsecos (como a formação óssea, por exemplo)” (SLYWITCH, 2022, p. 85). Seria economicamente mais eficiente, portanto, o consumo direto pela população humana, algo também vantajoso do ponto de vista da escolha do veículo associado (por exemplo, a ingestão de cálcio não estaria atrelada à quantidade significativa de

gorduras saturadas e lactose). A seguir falaremos um pouco mais sobre alguns desses nutrientes, amplamente visados na adequação nutricional da dieta vegetariana.

2.1.1.2 Micronutrientes

Ao pensar uma alimentação vegetariana estrita, a vitamina B12 é o único nutriente não disponível em sua forma bioativa. Nos demais casos, são necessários ajustes específicos para sua estruturação (seja para quem se alimenta ou não de produtos de origem animal, já que erros alimentares podem ocorrer em qualquer dieta não planejada).

Existem, há mais de quarenta anos, publicações com indicações de porções de diferentes grupos alimentares, o que inclui cereais e amiláceos, leguminosas e oleaginosas (alimentos mais ricos em proteína), hortaliças e frutas, sendo enfatizada a escolha por fontes com maiores quantidades de cálcio e ômega-3⁵. Slywitch (2022) traz a imagem abaixo para representar o que seria, visualmente, a construção de uma refeição vegana e as proporções dos grupos alimentares. Além disso, ele também coloca a ingestão de suplementos ou alimentos fortificados (para a vitamina B12 e, caso necessário, iodo, vitamina D e cálcio), exposição ao sol, atividade física, sono adequado e controle do estresse.

Figura 1 - Construção de uma alimentação baseada em plantas.



Fonte: Adaptado de Slywitch (2022).

⁵ Alguns guias podem ser encontrados em Slywitch (2022, p. 91-95) e U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services (2010, p. 82).

Nos próximos tópicos trataremos alguns dos principais nutrientes envolvidos em uma alimentação vegetariana estrita. Com essa base, é possível construir um nível satisfatório de entendimento tanto nutricional quanto bioquimicamente visando as discussões que serão tecidas nessa tese.

Vitamina B12

Como colocamos anteriormente, a vitamina B12 não é encontrada de forma segura em alimentos de origem vegetal, o que ocorre uma vez que as plantas não necessitam dela para seu desenvolvimento. Sua síntese é feita exclusivamente por bactérias e micro-organismos dos animais, sendo algo complexo e dependente de trinta etapas. Sua importância para o ser humano está ligada, por exemplo, à síntese de DNA e RNA, na formação da bainha de mielina, na síntese de hemoglobina, em manter o folato em sua forma ativa no meio intracelular e no metabolismo de aminoácidos.

Manifestações clássicas da deficiência de B12 são incomuns, tendo maior prevalência níveis séricos baixos ou marginais. Ainda assim, ela pode afetar a pele e os sistemas neurológico, hematológico e gastrointestinal. Dentre as manifestações iniciais estão a redução de concentração, memória, atenção e cognição, fraqueza e irritabilidade. Na evolução da deficiência, há quadros psiquiátricos, podendo também causar problemas na visão e audição. Já na manifestação hematológica, há o risco de anemia megaloblástica.

Ao tratarmos os alimentos, existe grande dificuldade em distinguir a B12 verdadeira de suas formas análogas, sendo a quantidade de estudos em seres humanos ainda pequena para fazer essa diferenciação e recomendar fontes não animais da vitamina. Por exemplo, as algas Nori e Chlorella são as que contêm maiores quantidades de B12, porém de uma versão análoga metabolicamente inativa, já que não é eficaz no cumprimento da sua função. No caso da espirulina, uma cianobactéria, 83% do teor de B12 é dosado como pseudo-B12 (adenil cobamida). Cogumelos, por sua vez, podem possuir a vitamina pela biossíntese bacteriana nos locais onde são plantados, embora a falta de informações sobre sua função biológica e a baixíssima quantidade presente por massa tornem seu consumo inviável como fonte da vitamina. Outras origens não confiáveis são os fermentados, como é o caso de folhas de chá, missô, tempê e shoyu. Slywitch (2022, p. 185) ainda traz outros exemplos, porém conclui que “as únicas fontes confiáveis de B12 são: carnes, ovos, leite, queijos, alimentos enriquecidos e suplementos”.

Sua suplementação pode ser encontrada como metil e adenosilcobalamina (formas ativas), ciano e hidroxilcobalamina (formas que necessitam de conversão *in vivo*), sendo obtidas pela cultura de bactérias em laboratório. Pode haver diferença, entre as formas, na retenção tecidual, utilização bioquímica e estabilidade. Entretanto, todas funcionam bem, tendo biodisponibilidade e ação similares. Já em relação aos animais, além de a suplementação ser prática comum através da oferta de cobalto ou cianocobalamina, os ruminantes possuem a capacidade de síntese por meio da microbiota a partir do cobalto.

A ingestão dessa vitamina, assim, é maior por pessoas que comem carne, seguida das ovolactovegetarianas e, por fim, veganas, cuja ingestão é praticamente ausente quando não há a inclusão de alimentos enriquecidos ou suplementos. Já no que tange a deficiência por B12 nesses grupos, determinar o número real na população mundial é um desafio, já que os estudos estabelecem taxas de referência diferentes nos exames. Isso é problemático ao passo que os valores geralmente são determinados pela quantidade mínima necessária ao organismo, e não para manter a melhor condição metabólica.

De uma forma geral, porém, pode-se dizer que a deficiência acomete 40% da população consumidora de carnes e outros produtos animais, sendo estimado que até 86,5% dos vegetarianos apresentem o nível sérico baixo (há risco elevado de deficiência também em quem consome derivados animais, mas não as carnes). Esses números podem se justificar pela quantidade ingerida ser inadequada à boa manutenção metabólica e pela má absorção, vistas as tantas etapas para o processo absorptivo e suas possíveis falhas.

Cálcio

O cálcio é um dos elementos mais abundantes do corpo humano, sendo o maior componente na constituição da massa óssea, onde se encontra 99% do macromineral. O restante do cálcio se desloca para o sangue e tecidos em busca de atender demandas metabólicas relacionadas à contração muscular e vascular, coagulação sanguínea e condução de impulsos nervosos, atuando como mensageiro no nível intracelular.

Os tecidos mineralizados (ossos e dentes) são formados 95% por hidroxiapatita, formada em maior parte por cálcio e fósforo organizados em cristais com íons como de sódio, magnésio, flúor e estrôncio. É importante compreender que a massa óssea depende não apenas da disponibilidade de minerais, mas de fatores

como genética (pico de massa óssea atingido na idade adulta jovem), IMC, tipo e intensidade de atividade física, nível hormonal (hormônios sexuais),

uso de medicamentos (como corticosteroides), consumo adequado de cálcio e nível adequado de vitamina D, com influência do nível de magnésio, vitamina K e, possivelmente, da microbiota e do consumo de frutas e hortaliças (pelo teor de cinzas ácidas e fitoquímicos). (SLYWITCH, 2022, p. 230)

O Índice de Massa Corporal – IMC – é um dos fatores a se considerar visto que o efeito da sobrecarga sobre a estrutura óssea favorece sua maior densidade. Além dele, há o nível adequado de hormônios sexuais, cuja redução, por exemplo durante a menopausa e andropausa, diminui a densidade mineral óssea. Outros fatores importantes são o tipo/intensidade da atividade física, tendo efeito semelhante ao IMC, e a genética, considerada responsável por 80% da constituição da massa óssea.

O maior consumo de alimentos vegetais também é indicado por alguns autores, conforme coloca Slywitch (2022). Esses grupos auxiliariam no grau de alcalinidade ofertado ao organismo, já que a acidez remove o cálcio dos ossos no processo de tamponamento. Uma dieta mais alcalina (além de rica em potássio e magnésio), assim, reduziria sua perda urinária. A alcalinidade apontada pelos estudos não diz respeito ao pH do alimento, mas ao seu potencial em modificar o pH do organismo. Os cálculos dessa carga podem levar em conta o teor de nutrientes do alimento (proteínas, fósforo, potássio, magnésio e cálcio) ou a ação das proteínas acidificantes (de maior teor de sulfato) com o efeito contrário do potássio. Independentemente do método, alimentos de origem animal são postos como mais acidificantes, enquanto frutas e vegetais seriam alcalinizantes.

Devido a todos esses fatores, além de vieses de amostragem e “dificuldade em recrutar voluntários, impossibilidade de fazer um estudo duplo-cego e custo de conduzir um estudo desse porte durante décadas, pois o desenvolvimento ósseo é moldado ao longo da vida e depende de fatores nutricionais e não nutricionais” (SLYWITCH, 2022, p. 239), é difícil desenhar estudos sobre a massa óssea em grupos vegetarianos. As publicações mostram resultados diferentes, embora os dados existentes mostrem segurança da alimentação vegana se houver ajuste na ingestão de vitamina D e cálcio, aumentando a atividade física resistida em pessoas com menor IMC.

Quanto à ingestão de cálcio, o baixo consumo é comum em muitos países e está associado à pré-eclâmpsia e hipertensão arterial, enquanto o emprego de quantidades adequadas reduz o risco de diversas doenças e desordens. No outro extremo, o uso excessivo aumenta a possibilidade de insuficiência renal, hipercalemia e síndrome leite-álcali, por exemplo. Comparada a ovolactovegetarianos e pessoas que consomem carnes (grupos que ingerem quantidades similares de cálcio), a ingestão por veganos tende a ser mais baixa,

correção que deve ser contemplada na estruturação da dieta. Quando bem planejada, a quantidade almejada pode ser ultrapassada por meio da alimentação *in natura*, com ou sem o uso de suplementos ou alimentos enriquecidos.

Histórica e mundialmente, o uso de produtos lácteos como fonte principal de cálcio passou a ocorrer em 1984 nos Estados Unidos. Nessa época, laticínios representavam 70% da ingestão de cálcio, caindo para 40% atualmente. Lá, a suplementação do mineral é utilizada por 40% dos adultos e 70% dos idosos. Seu enriquecimento obrigatório é praticado apenas no Reino Unido, fornecendo 13-14% das necessidades diárias por meio da farinha de trigo.

Fora as políticas públicas, as bebidas vegetais têm ganhado espaço. Em comparação ao leite de vaca, elas representam bons substitutos do ponto de vista culinário, lipídico e de certos nutrientes (a depender do alimento originário). Porém, com exceção ao leite de gergelim, o teor de cálcio dessas bebidas é baixo, se tornando interessante a busca, para consumo diário, por aquelas que são enriquecidas. Nesse sentido, consideramos importante colocar que os enriquecimentos não desqualificam o poder nutritivo da alimentação livre de produtos animais, uma vez da intensa suplementação nutricional de bovinos, o que inclui o cálcio em vacas leiteiras.

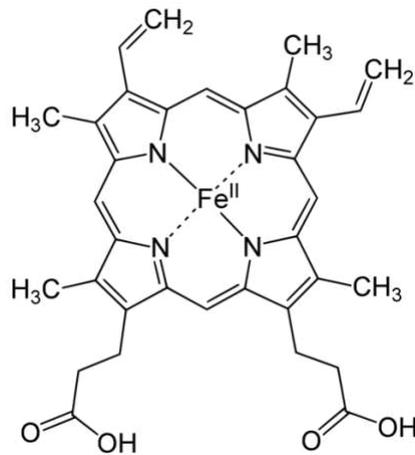
A biodisponibilidade do mineral, quando o alimento é enriquecido com carbonato de cálcio, é similar à do leite de vaca (20-40%), podendo variar as absorções relacionadas ao fosfato tricálcico, malato de citrato de cálcio, fosfato tricálcico e lactato de cálcio. Sua capacidade de absorção é modificada pelo nível sérico de vitamina D, fatores nutricionais e fase da vida. “Por exemplo, 80% do cálcio do leite materno pode ser absorvido. O teor de cálcio de um copo de leite tem absorção diferente de acordo com a faixa etária: 40% para uma adolescente, 30% para uma mulher jovem, 25% para uma mulher de meia-idade e apenas 5% na idosa” (SLYWITCH, 2022, p. 247).

Em alimentos vegetais, a biodisponibilidade pode chegar a 61,3%, como é o caso do brócolis. Algumas fontes com bons teores do mineral são a soja (*in natura*, na forma de extrato ou proteína texturizada, por exemplo), tofu preparado com coagulantes de sais de cálcio, feijões, tremoço, alfavaca, caruru, taioba, agrião, couve, rúcula, folhas de uva, algas, amaranto, amêndoa, castanha-do-Brasil, gergelim, semente de mostarda, chia, linhaça, coentro, manjeriço, salsa, cominho, anis, curry em pó, dentre outras. A alimentação vegetariana estrita é compatível com a boa saúde óssea, devendo as quantidades adequadas de cálcio serem acompanhadas por bons níveis de vitamina D e atividade física.

No organismo, o ferro é incorporado a proteínas (como hemoglobina e mioglobina), grupos de ferro sulfurados (como complexos da cadeia respiratória, coenzima Q10 e DNA primase) e outros grupos funcionais. Em um indivíduo saudável, 80% do total absorvido (seja na forma inorgânica, heme ou ferritina) é usado na produção de hemoglobina. O ferro inorgânico (Fe^{3+}) deve passar por um processo de oxirredução (Fe^{2+}) para a absorção intestinal, que é feita por ferroredutases e facilitada na presença de um ambiente ácido. Já o ferro heme (aquele de origem animal) e a ferritina possuem processos de absorção menos conhecidos, seguindo vias similares ao não heme após absorção.

Devido à presença do anel porfirínico (figura 2), o ferro heme é protegido do ambiente externo, o que possibilita a absorção constante no trato gastrointestinal. Embora haja desacordo, visto que características nutricionais e do próprio organismo do indivíduo são consideráveis, o ferro heme teria biodisponibilidade entre 15 e 35% e o não heme de 2 a 20%. Para as *Dietary Reference Intakes* (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006⁶ apud SLIWITCH, 2022), a biodisponibilidade média de ferro na dieta vegetariana é de 5 a 12% (sendo entre 14 e 18% na inclusão de carnes animais).

Figura 2 - Complexo ferro-protoporfirina IX.



Fonte: Química Nova Interativa.

Dentre as condições do organismo que afetam a absorção do ferro está o estado inflamatório. Esse é um fator de grande importância, visto que os níveis de ferritina podem

⁶ OTTEN, Jennifer J.; HELLWIG, Jennifer Pitzzi; MEYERS, Linda D. (orgs.). **Dietary Reference Intakes: the essential guide to nutrient requirements**. Washington: The National Academies Press, 2006, 1329 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7222741/mod_resource/content/1/DRI2006.pdf. Acesso em fevereiro de 2023.

estar dentro do parâmetro de normalidade mesmo com baixa reserva de ferro no caso de processo inflamatório ou infeccioso, o que dificulta comparações do estado nutricional de diferentes grupos.

A partir dos dados presentes na literatura, Slywitch (2022) coloca que, ao excluir indivíduos cuja ferritina estaria elevada por elementos como IMC e resistência à insulina, vegetarianos têm maior prevalência de deficiência de ferro apenas no caso de perda de sangue menstrual. Não há, ainda, estudos que avaliem todos os marcadores para uma comparação definitiva, já que “para o entendimento correto do ferro do ponto de vista nutricional, é necessário não só conhecer as fontes alimentares e a biodisponibilidade desse nutriente como os aspectos metabólicos, pois a sua avaliação laboratorial está condicionada a diversas variantes” (SLYWITCH, 2022, p. 257).

No quadro de deficiência de ferro (ainda que sem anemia), funções orgânicas são impactadas, o que se associa a maior risco de mortalidade materno-infantil, redução do desempenho físico, declínio da função cognitiva em idosos, fadiga, letargia, redução da concentração, palidez, cefaleia, alopecia, pele e cabelos secos, pica (compulsão por alimentos não nutritivos como terra, argila, gelo e arroz cru), dentre outros fatores. O excesso também traz impactos negativos uma vez que, pelo número menor de transportadores em relação à quantidade de ferro circulante, ele pode se depositar em alguns órgãos, promovendo danos teciduais por oxidação. As principais causas que levam à deficiência de ferro são a má absorção por razões diversas como doença celíaca, aumento da sua necessidade como na gestação e perda de sangue como pela menstruação e doações de sangue (causas mais comuns em indivíduos saudáveis).

Casos de deficiência comprovada devem ser tratados com a prescrição de suplementação, visto que o consumo de carnes não é capaz de corrigir deficiências (mesmo em uma dieta com derivados animais, a maior parte do ferro vem do reino vegetal). Alguns desses alimentos são farinha de centeio, aveia em flocos, farelo de arroz e trigo, amaranto, germe de trigo, quinoa, feijões, lentilha, ervilha, soja, grão-de-bico, caruru, broto de bambu, brócolis, alcachofra, aspargo, chia, semente de abóbora e girassol, gergelim, linhaça, amêndoa, castanha-do-Brasil, castanha-de-caju, coentro, azeitona preta em conserva, pimentada-Jamaica, semente de cominho e mandioca. No tópico seguinte serão discutidos fatores que auxiliam ou atrapalham na sua absorção, bem como na de outros nutrientes.

Fatores de absorção e antinutricionais

Ao tratarmos a absorção dos nutrientes, existem componentes no reino animal capazes de trazer tanto impactos positivos quanto negativos. No caso da ingestão de cálcio, por exemplo, sua retenção é interferida por fitato, oxalato, fosfato, sal, cafeína e proteína, seja pela absorção ou por aumentar a excreção urinária. Por outro lado, vitaminas D, K e magnésio são de grande importância para seu metabolismo. Outro exemplo é o uso de alho e cebola que, por apresentarem compostos sulfurados em sua constituição, aumentam a biodisponibilidade de minerais como zinco, ferro, cobre e manganês.

Já a inibição do ferro heme ocorre pelo cálcio como único fator. Ao tratarmos o ferro não heme, além do cálcio e produtos lácteos, temos os taninos, polifenóis (englobam, além dos taninos, catequinas), fitatos, algumas proteínas animais (como fosfopeptídeos de caseína em leites e ovos), micronutrientes como zinco e cobre, redução da acidez gástrica e estado inflamatório aumentado. O ferro não heme, entretanto, é influenciado pela vitamina C e ácidos orgânicos (cítrico, málico, tartárico) como principais fatores de absorção, sendo possível também considerar os aminoácidos sulfurados (encontrados em feijões e carnes), álcool, métodos de cozimento, germinação, fermentação e maltagem. Alguns dos alimentos ricos em vitamina C são os pimentões amarelo e verde, couve-manteiga, agrião, salsa, brócolis, couve-flor, couve-de-bruxelas, mostarda, cebolinha, repolho-roxo, acerola, caju, mexerica, goiaba, laranja, mamão, kiwi, manga, morango, carambola, lichia, caqui, pomelo e limão.

Falaremos mais especificamente de alguns dos principais antinutrientes⁷ na sequência desse tópico, sendo eles as lectinas, os oxalatos, o fitato e os taninos. Para fins de organização, disponibilizamos um resumo abaixo, expondo suas principais fontes, implicações clínicas e formas de reduzir seus teores nos alimentos.

Quadro 3 - Resumo de alguns dos principais antinutrientes.

(continua)

Antinutriente	Fonte alimentar	Implicação clínica	Preparações que reduzem seu teor
Lectinas	Leguminosas, grãos de cereais, sementes, nozes, frutas e vegetais	Alteração da função intestinal e inflamação	Demolho, fervura, autoclavagem, germinação, fermentação

⁷ Como o nome sugere, são compostos naturalmente encontrados em animais e plantas – nestas últimas como forma de proteção – capazes de bloquear a absorção de nutrientes.

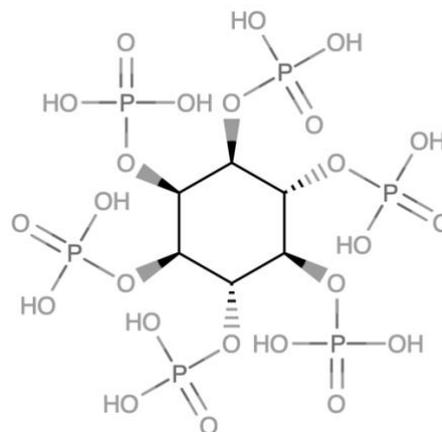
(continuação)

Antinutriente	Fonte alimentar	Implicação clínica	Preparações que reduzem seu teor
Oxalatos	Espinafre, acelga, azedinha, folhas e raiz de beterraba, ruibarbo, nozes, leguminosas, grãos de cereais, batata doce e batata inglesa	Pode inibir a absorção de cálcio e aumentar a formação de cálculo renal	Demolho, fervura, cozimento a vapor, uso com alimentos ricos em cálcio
Fitato	Leguminosas, grãos de cereais, pseudocereais (amaranto, quinoa, painço), nozes, sementes	Pode inibir a absorção de ferro, zinco e cálcio. Tem ação antioxidante e efeito antineoplásico	Demolho, fervura, germinação, fermentação
Taninos	Chá, cacau, uvas, frutas vermelhas, maçãs, frutas de caroço, nozes, feijão, cereais integrais	Inibição da absorção de ferro, impactando nos estoques	Cozinhar, descascar frutas e nozes

Fonte: Adaptado de Slywitch (2022).

Fitato, ácido fítico, hexafosfato de mioinositol ou IP6 é a principal forma de armazenamento (cerca de 80% do teor total) de fósforo em cereais, leguminosas e oleaginosas. Sua estrutura química é composta por 6 grupos fosfatos ligados a um anel inositol (figura 3), o que confere grande atividade antioxidante, a ponto de ser usada como conservante pela indústria alimentícia e de sua ação imunológica e protetora contra doenças como câncer ser estudada.

Figura 3 - Estrutura do mio-inositol-1,2,3,4,5,6-hexafosfato.



Fonte: Drugbank.

Outro fato é seu potencial de quelação, tendo grande afinidade por cátions polivalentes na sequência $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Ca}^{2+}$. Por formar complexos insolúveis com minerais, proteínas, enzimas e amidos, pode afetar a biodisponibilidade dessas espécies, especialmente em pessoas com maiores necessidades nutricionais, consumo inadequado ou deficiências. A inibição da absorção intestinal dos metais, porém, pode ser neutralizada por compostos alimentares como ácidos orgânicos, ácido ascórbico, agentes complexantes e fermentação de alimentos que competem com o IP6 nas ligações. Além disso, durante o estoque, fermentação, germinação e digestão dos cereais, o fitato pode ser desfosforilado pela ação da enzima fitase (SILVA; BRACARENSE, 2016). Um outro fator interessante é o demolho e posterior descarte da água utilizada, visto que boa parte do fitato é hidrossolúvel (além de estimular a germinação).

As *lectinas* ou hemaglutininas são proteínas capazes de fazer ligações com carboidratos, podendo aglutinar hemácias, e com receptores na superfície de enterócitos, causando lesão celular. São encontradas em vários organismos e possuem a função de defesa contra insetos, fungos e doenças. No quesito dos alimentos, são encontradas principalmente em sementes, oleaginosas e leguminosas, sendo as principais soja, feijão, lentilhas, ervilhas, favas e grão-de-bico, motivo pelo qual não devem ser consumidas cruas ou pouco cozidas. Sua remoção é feita por meios culinários, especialmente por desnaturação através do demolho, autoclavagem e fervura.

Já o *ácido oxálico*, ácido etanodioico ou oxalato é capaz de formar sais de sódio, potássio, cálcio, ferro e magnésio. Sua função nas plantas está ligada ao metabolismo do cálcio, proteção e detoxificação de metais pesados. Nelas, ele pode se apresentar nas formas insolúvel (oxalato de cálcio) e hidrossolúvel (ácido oxálico e oxalatos de sódio, potássio e amônia), sendo estas últimas capazes de quelar minerais (o que dificulta sua absorção), e ser absorvidas, contribuindo para a formação de cálculos renais. Ele está presente, em maiores e menores quantidades, no espinafre, acelga, ruibarbo, amaranto, inhame, batata doce, azedinha, folhas de beterraba e cacau, leguminosas cruas, cereais integrais, cacau e chás. Seu teor pode ser reduzido pelo cozimento em água e, em menor grau, no vapor. No caso das leguminosas, recomenda-se o demolho seguido de cozimento, também sendo útil o uso de micro-ondas e técnicas de conserva.

Por fim, os *taninos* são uma classe de compostos responsáveis pelo sabor adstringente de frutas e bebidas. No organismo humano, têm efeito cardioprotetor, atuando também como antioxidantes, anticarcinogênicos e imunomoduladores. Como antinutriente, possui efeito

inibitório da adsorção de ferro, cobre e zinco. Nas plantas, como sementes de cacau, chá, vinho, frutas, oleaginosas, cereais integrais e leguminosas, atua na defesa. Seu teor pode ser reduzido no cozimento, no processamento e remoção da pele das oleaginosas. Além disso, o teor de vitamina C desses alimentos pode ser um fator neutralizante na redução da absorção de ferro, não interferindo no seu estado nutricional.

2.1.1.3 *Macronutrientes*

Devido à composição dos alimentos de origem vegetal e animal, uma transição entre dietas tende a alterar a proporção dos seus macronutrientes. A recomendação de ingestão das diretrizes das *Dietary Reference Intakes* (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006⁸ *apud* SLIWITCH, 2022) é de 45-65% da porcentagem de calorias de carboidratos, 25-35% de gorduras e 10-35% de proteínas.

Na prática, ainda que o reino vegetal seja composto por mais carboidratos que o animal, uma dieta vegetariana comumente adotada costuma possuir 51-62,7% desse macronutriente. Por outro lado, considerando que alimentos de origem animal possuem mais lipídios, estudos populacionais demonstram a ingestão de 23-34% de gorduras no caso de vegetarianos. A real diferença, assim, se volta à ingestão menor de gorduras saturadas e maior de poli-insaturadas. Já em relação ao teor de proteínas, mesmo vegetarianos estritos ingerem mais proteínas que o necessário (entre 12 e 13,8% das calorias totais), não correndo risco de deficiência associada. Nesse tópico, nos adentraremos um pouco mais em alguns temas de grande relevância para o contexto, deixando maiores aprofundamentos para quando se fizerem necessários no decorrer da tese.

Proteínas e aminoácidos

Bioquimicamente, sabemos que as proteínas são formadas por conjuntos de aminoácidos (aa), estes que podem ser divididos em não-essenciais (aqueles que corpo humano é capaz de produzir) e essenciais (devem ser inseridos por meio da alimentação). O aproveitamento das proteínas ocorre a partir da sua quebra nos respectivos aa, estes que exercerão suas variadas funções. Visto que, dentre os macronutrientes, as proteínas são os

⁸ OTTEN, Jennifer J.; HELLWIG, Jennifer Pitz; MEYERS, Linda D. (orgs.). **Dietary Reference Intakes: the essential guide to nutrient requirements**. Washington: The National Academies Press, 2006, 1329 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7222741/mod_resource/content/1/DRI2006.pdf. Acesso em fevereiro de 2023.

únicos a conter nitrogênio em sua constituição, esse elemento se torna um marcador proteico do ponto de vista nutricional, algo que será melhor explorado adiante.

As principais fontes proteicas de origem vegetal são a soja e seus derivados (como o tofu e a proteína texturizada) e o restante do grupo das leguminosas (onde entram todos os feijões, grão-de-bico, lentilha, ervilha e tremoço), também havendo boas concentrações em outros grupos alimentares. Como um todo, proteínas vegetais possuem todos os aminoácidos essenciais e não essenciais, sendo importante, do ponto de vista nutricional, que se atinja a recomendação diária dos aa. Tal meta é facilmente alcançada com uma dieta orientada, por exemplo através da combinação de leguminosas e cereais (como no caso do arroz com feijão).

Ao tratar da qualidade das proteínas, de forma geral, elas devem ter níveis adequados de todos os aminoácidos essenciais e ser prontamente digeridas e absorvidas. Há uma lista de parâmetros que intentam fazer essa definição, dentre as quais falaremos de alguns:

- ✓ O fator “digestibilidade”, por exemplo, trata da diferença entre o nitrogênio ingerido e excretado pelas fezes. Dessa forma, ele poderia avaliar, indiretamente, a quantidade absorvida, logo a disponibilidade no fornecimento de nitrogênio. Essa propriedade indica, na maior parte, ser menor a digestibilidade das proteínas vegetais comparadas às animais. Para Slywitch (2022), no entanto, o parâmetro seria mais fidedigno se a determinação fosse feita no íleo terminal, já que parte do nitrogênio fecal pode ser oriundo de outras fontes, como bactérias colônicas e secreções digestivas, o que computa falsamente um resultado;
- ✓ O “valor biológico” é considerado a diferença entre o nitrogênio absorvido e excretado pela urina, avaliando indiretamente a retenção de aa pelos tecidos. Segundo Slywitch (2022), essa não é uma medida adequada ao se tratar de dietas em que há mistura de grupos alimentares, uma vez que avalia alimentos ingeridos separadamente. Na prática, porém, deveria ser considerado o valor biológico da soma das refeições, uma vez que sua interação pode alterar a quantidade utilizada pelo corpo.

Métodos de avaliação de proteínas que utilizam a clara do ovo como referência também são criticados, sendo uma das razões o fato de se comparar um alimento a outro e não a necessidade humana de aminoácidos. Outro ponto passível de julgamento é o teste de digestibilidade ser medido pela excreção fecal de ratos, visto a distinta necessidade de aa e quantidade de pelo em comparação aos humanos.

Desde 2011, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) utiliza a metodologia DIAAS (pontuação de aminoácidos essenciais digestíveis), método que revisa, em comparação ao anteriormente utilizado, a necessidade humana real e troca a

avaliação pela presença de nitrogênio nas fezes pela captação no íleo terminal, ainda que a técnica não se adapte à alimentação mista. Dos resultados, as proteínas vegetais ainda apresentam qualidade inferior às animais.

Na prática, “os estudos de avaliação de necessidades proteicas não sustentam a recomendação de quantidade diferente de ingestão de proteínas em vegetarianos e não vegetarianos” (SLYWITCH, 2022, p. 141), logo não há evidências da necessidade de maior ingestão de proteínas por vegetarianos. Em busca de sanar dúvidas comuns quanto a esse tema, o Guia da União Vegetariana Internacional disponibilizou um quadro onde são contrapostos alguns dos principais mitos relacionados às proteínas vegetais:

Quadro 4 - Mitos sobre a proteína vegetal.

(continua)

Mitos	Respostas
A proteínas vegetais são incompletas (carentes de aminoácidos)	Alguns alimentos podem apresentar teor baixo de um ou mais aminoácidos específicos. A combinação de alimentos de grupos diferentes fornece todos os aminoácidos em quantidade ótima
As proteínas provenientes de fontes vegetais não são “tão boas” quanto as provenientes de fontes animais	A qualidade depende da fonte da proteína vegetal ou da sua combinação. As proteínas vegetais podem ser iguais ou melhores do que as proteínas animais
As proteínas de diferentes alimentos vegetais devem ser consumidas juntas na mesma refeição para atingir um alto valor nutricional	Os aminoácidos não precisam ser consumidos todos na mesma refeição. A maior importância está em consumi-los ao longo do dia
Os métodos baseados em animais para determinar os valores de necessidade nutricionais de proteína são adequados para humanos	Esses métodos costumam subestimar a qualidade nutricional das proteínas, já que as necessidades de proteínas e a velocidade de sua utilização é muito diferente entre os animais e os seres humanos
As proteínas vegetais não são bem digeridas	A digestibilidade varia de acordo com a fonte e o preparo da proteína vegetal. A digestibilidade da proteína vegetal pode ser tão alta quanto a animal para alguns alimentos
Sem carne, ovo ou derivados do leite, a proteína vegetal não é suficiente para suprir a necessidade humana de aminoácidos	A ingestão de aminoácidos essenciais pode ser atingida tranquilamente apenas com as proteínas vegetais ou uma combinação delas com as animais (ovos, leite e queijo)

(continuação)

Mitos	Respostas
As proteínas vegetais contêm aminoácidos desequilibrados e isso limita o valor nutricional	Não há nenhuma evidência de que esse equilíbrio seja importante. O que importa é que todos os aminoácidos atinjam o valor recomendado de ingestão ao longo do dia. Pode ocorrer desequilíbrio por uma suplementação inadequada de aminoácidos, mas esse não costuma ser um problema prático comum

Fonte: Slywitch (2022, p. 140).

Ômega-3

Ao tratarmos os ácidos graxos, devemos partir da compreensão de que o ácido alfa-linolênico (ALA), da família do ômega-3, não é produzido pelo organismo humano, podendo ser considerado essencial. Uma vez ingerido através da alimentação ou suplementação, ele é transformado em EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (ácido decosa-hexanoico), formas que desempenham funções fundamentais no organismo. A importância das gorduras poli-insaturadas está relacionada à função das membranas celulares, no desenvolvimento e funcionamento do cérebro e sistema nervoso central, além da produção de derivados que modulam a resposta inflamatória e imune e regulam as secreções hormonais, a agregação plaquetária e coagulação, a contração e dilatação vascular e muscular, dentre outros benefícios.

Dentro do reino vegetal, o ALA é encontrado principalmente nos óleos de linhaça, canola, soja, nozes e cânhamo, nas sementes de linhaça, chia e cânhamo, em grãos de soja e nozes, enquanto o DHA é oriundo de microalgas. Uma vez da limitada taxa de conversão em EPA e DHA, tendo em vista também que a quantidade desses dois ácidos consumida por veganos muitas vezes é baixa ou nula, a recomendação da ingestão de ALA é maior, podendo essa população ter níveis 30-40% mais baixos de DHA, quanto comparados àqueles que fazem uso de produtos do mar, o índice é 60% mais baixo nos vegetarianos.

Ainda assim, tal redução não tem implicado em sintomas de deficiência, posto também que não há evidências conclusivas do nível adequado de ingestão para manter a função fisiológica. Outro fator posto por Slywitch (2022, p. 105) é o de que “os veganos têm mais proteção e menos mortalidade cardiovascular, mostrando que o nível de DHA não é o principal elemento a modular a proteção e a mortalidade cardiovascular”. Quanto à atividade cerebral, as taxas de doenças neurológicas não são mais altas em vegetarianos, logo o teor de DHA formado pela ingestão de ALA se mostra suficiente. O autor defende que a

suplementação é, por segurança, recomendada em vegetarianas gestantes, lactantes, crianças e indivíduos com questões metabólicas específicas. Fora esses grupos, ainda não há evidências dessa necessidade.

Fibras

As fibras são carboidratos não digeríveis geralmente originados de plantas, o que leva à quantidade apreciável em dietas vegetarianas bem elaboradas. Seus benefícios se baseiam principalmente no aumento da saciedade e da excreção de colesterol fecal, no controle glicêmico (o que melhora a sensibilidade insulínica, o perfil lipídico, o peso corporal, etc.), na modulação da microbiota, na formação de bolo fecal mais volumoso e macio, bem como na redução do risco de doença cardiovascular, coronariana e todos os tipos de câncer. Ainda assim, seu consumo no mundo inteiro está abaixo do nível recomendado.

Além das fibras, outros elementos ricamente presentes em uma dieta vegetal são os antioxidantes, fitoquímicos e fitoesteróis. Eles estão relacionados à proteção contra oxidação e lipoproteínas, maior estabilidade genômica, modulação da ação anti-inflamatória, combate a vírus (como é o caso do coronavírus SARS-CoV-2), fungos e bactérias.

Slywitch (2022, p. 54-58), em busca de uma visão mais abrangente dos efeitos da alimentação vegetariana sobre a saúde, reuniu as últimas metanálises publicadas. Dentre as conclusões apresentadas, foram evidenciados benefícios no sentido da melhora do perfil lipídico (inclusive como método não farmacológico no manejo da dislipidemia, especialmente da hipercolesterolemia), melhora dos padrões inflamatórios relacionados à obesidade, redução do risco de diabetes, câncer, doença cardiovascular isquêmica e cerebrovascular, além de menor risco de mortalidade por todas as causas, fator associado à redução da mortalidade.

2.1.2 Seria o consumo de animais ambientalmente sustentável?

A produção de alimentos afeta todos os sistemas do planeta. Por exemplo, a perda de habitat e ameaça à biodiversidade estão principalmente ligadas à conversão de terras para agricultura e pecuária, sendo a maior parte do desmatamento tropical nos últimos 40 anos devido à expansão das plantações e ranchos. Além disso, 80% dos recursos de água doce apropriados para uso humano são reivindicados pela agricultura; ao menos 1/5 das emissões de efeito estufa são atribuídos a este sistema; e os mares costeiros estão criticamente ameaçados principalmente como resultado da sobrepesca e dos arrastões. Grandes animais

marinhos estão em risco de extinção e há declínios populacionais acentuados de pequenos peixes, grandes herbívoros e carnívoros (Crist *et al.*, 2017).

É sabido que o sistema alimentar é um dos principais impulsionadores de problemas ambientais. Crist *et al.* (2017) são exemplos de pesquisadores que exploram as relações entre população humana, produção de alimentos e proteção da biodiversidade, conjecturando sobre propostas de abordagens para se manter a biodiversidade em um mundo com uma população global em rápido crescimento (como a redução do desperdício de alimentos e mudanças na dieta). Em sua revisão, os autores argumentam sobre como o crescimento populacional contínuo está relacionado à destruição da biodiversidade, bem como “se alimentar o mundo e manter a biodiversidade são objetivos compatíveis” (Crist *et al.*, 2017, p. 260, tradução nossa).

Já Tilman e Clark (2014) vinculam as dietas globais à saúde ambiental e humana. Segundo os autores, a agricultura global e a produção de alimentos liberam mais de 25% de todos os gases de efeito estufa (GEE), usam cerca de metade da área de terra livre de gelo da Terra como terras agrícolas ou pastagens e poluem as águas doces e marinhas com agroquímicos. Tal poluição contribui nos “processos de eutrofização [...], criação de zonas oceânicas mortas, degradação de recifes de coral e problemas de saúde pública”, sendo as principais fontes de poluição “o grande volume de dejetos produzidos em fazendas industriais e abatedouros e o escoamento de fertilizantes, pesticidas e outros aditivos usados nos cultivos destinados à produção de ração” (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 24). Soluções significativas, assim, dependem dos esforços de nutricionistas, agricultores, profissionais de saúde pública, educadores, formuladores de políticas e indústrias de alimentos.

Tilman e Clark (2014) conjecturam que, se não forem controladas, as dietas ricas em açúcares refinados, gorduras refinadas, óleos e carnes seriam os principais contribuintes para um aumento estimado de 80% nas emissões agrícolas globais de gases de efeito estufa provenientes da produção de alimentos e do desmatamento global até 2050. Dietas alternativas como a mediterrânea, a pescetariana e a vegetariana podem não apenas trazer benefícios substanciais para a saúde, mas, se amplamente adotadas, reduzem o desmatamento, a extinção de espécies e os GEE agrícolas globais, uma vez que não haveria aumento líquido nas emissões da produção de alimentos (Tilman; Clark, 2014).

A partir da Revolução Industrial, iniciamos uma nova era, o Antropoceno, na qual as atividades humanas passaram a ser a principal força a atuar sobre as mudanças ambientais globais. Hoje, mais de 70% da superfície terrestre têm, de alguma forma, a nossa marca. Alteramos florestas, savanas, solos, rios,

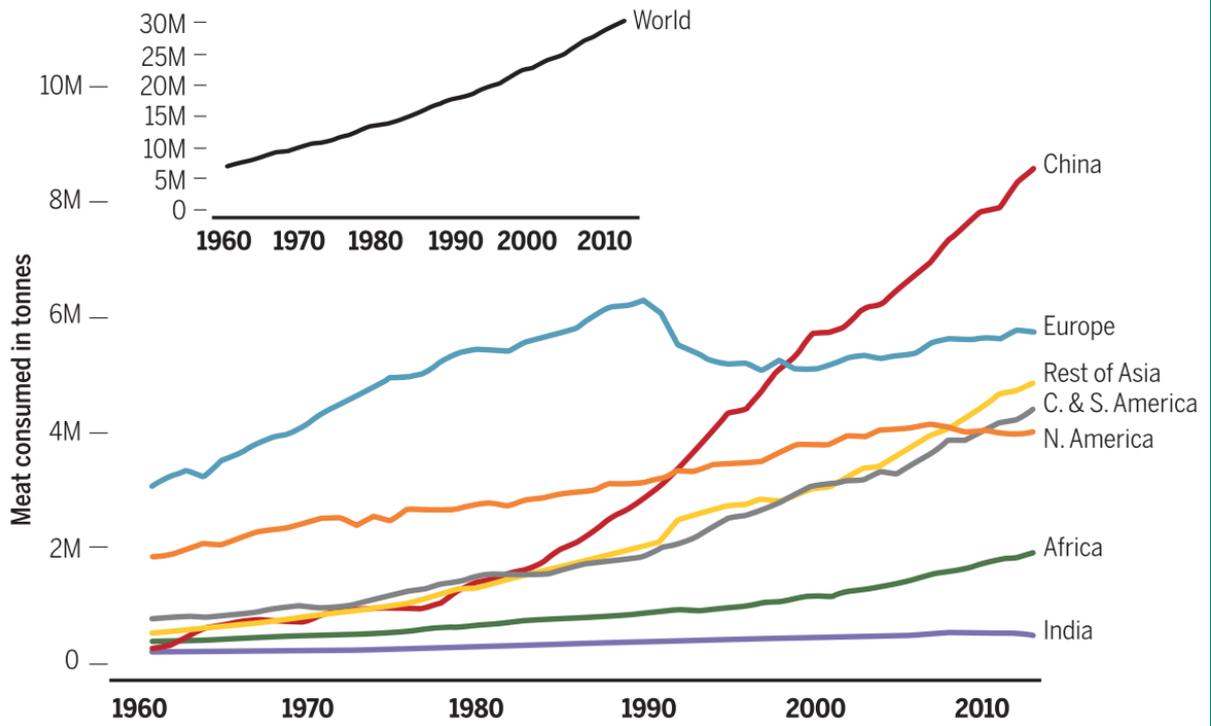
oceanos e até a atmosfera do planeta. [...] Entramos na sexta extinção em massa desde o início da vida no planeta, pela primeira vez causada pelo impacto de uma única espécie sobre o ambiente. (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 5-6)

Notícias associadas já circulam de forma mais ampla na mídia. Por exemplo, em outubro de 2021, o Jornal Nacional abriu a programação com o relatório da Organização Mundial de Saúde, divulgado na mesma data, que foi taxativo ao informar que as mudanças climáticas são a maior ameaça à saúde da humanidade. O documento também cobra ações decisivas para limitar o aquecimento global, como a mudança para dietas mais nutritivas a base de plantas, o que pode reduzir as emissões globais significativamente e evitar cerca de 5,1 milhões de mortes por ano relacionadas à poluição atmosférica.⁹

Godfray *et al.* (2018) também associam o consumo de carne à saúde e ao meio ambiente. Eles começam ligando o crescimento populacional e o aumento da renda individual ao aumento da quantidade total de carne consumida. Em seguida, apresentam o crescimento histórico do consumo mundial de carne de 7 para 30 milhões de toneladas entre 1960 e 2010, bem como uma forte tendência geral de que o consumo seja estático ou decrescente em países de renda alta e crescente em países de renda média ou baixa. Uma estimativa sugere que o consumo global médio de todas as carnes é de 122 gramas por dia, distribuído principalmente entre suínos, aves, bovinos, ovinos e caprinos. Além disso, a previsão é de um aumento de 62% a 144% até meados do século. Embora varie de estudo para estudo, há um consenso sobre o aumento substancial.

⁹ JORNAL DE NOTÍCIAS. **Jornal Nacional**: Rede Globo, 11 de outubro de 2021. Programa de TV. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/9939467/programa/>. Acesso em fevereiro de 2023.

Gráfico 1 - Consumo total de carne, em milhões de toneladas, em diferentes regiões e globalmente.



Fonte: Godfray *et al.* (2018, p. 1).

Diversas variáveis devem ser consideradas ao analisar as projeções, que incluem mudanças socioeconômicas, crescimento da produtividade e fatores climáticos. Os autores consideram que, em um ponto da história, o desejo por alimentos ricos em energia e nutrientes era fundamental para promover a sobrevivência, mas hoje, para a maioria das pessoas, pode levar a doenças pelo consumo excessivo. É importante dizer que os autores têm o cuidado de mencionar casos em que não há alternativa a dietas ricas em carne, como pastores nômades em ambientes desérticos e comunidades tradicionais no Ártico. Por outro lado, foi possível dizer, em 2018, que “muitas pessoas são pobres demais para comprar mais do que pequenas quantidades de carne. Mas para uma grande proporção da população global, o preço da carne hoje, em relação à sua renda média, é menor do que nunca na história” (Godfray *et al.*, 2018, p. 2, tradução nossa). À medida que a renda anual aumentou de 1961 a 2009, a demanda diária per capita por proteína de carne demonstrou a mesma tendência.

Segundo Tilman e Clark (2014), em 2009, em comparação às 24 nações mais pobres, as 15 mais ricas tinham uma demanda per capita 750% maior por carne de ruminantes, frutos do mar, aves e suínos. Em oposição, a demanda de proteína de leguminosas diminuiu, sendo a

Índia, devido às suas baixas taxas de consumo de carne, uma exceção (Tilman; Clark, 2014; Godfray *et al.*, 2018). Eles estimam que, em 2050, a

média global da dieta dependente da renda per capita teria 15% mais calorias totais e 11% mais proteínas totais, com a composição da dieta mudando para 61% mais calorias vazias, 18% menos porções de frutas e vegetais, 2,7% menos proteína vegetal, 23% mais carne suína e de aves, 31% mais carne de ruminantes, 58% mais laticínios e ovos e 82% mais peixes e frutos do mar. (Tilman; Clark, 2014, p. 519, tradução nossa)

O problema reside no fato de que a carne produz mais emissões por unidade de energia do que os alimentos de origem vegetal, uma vez que a energia é perdida em cada nível trófico. A produção de carne também é a maior fonte de metano, bem como uma importante fonte de poluentes como CO₂, N₂O e fósforo, afetando a biodiversidade. Além disso, conforme já mencionamos, essa indústria é conhecida por converter terras florestais em pastagens e culturas aráveis e é responsável por quase 1/3 do uso de água doce mundial relacionado à agricultura (esta última que utiliza mais água doce do que qualquer outra atividade humana). Em resumo, a produção de carne é uma das formas mais importantes através das quais os seres humanos afetam o meio ambiente (Godfray *et al.*, 2018).

Com relação direta aos recursos hídricos, o desmatamento para a transformação das áreas pela agropecuária também altera o regime de chuvas (e conseqüente abastecimento de água), especialmente se tratando da floresta amazônica. Isso porque grande parte da precipitação do Centro-Sul do país está relacionada aos chamados “rios aéreos” (vapor d’água transferido para a atmosfera pela transpiração das árvores e evaporação dos afluentes) carregados pelas correntes de ar (SCHUCK; RIBEIRO, 2018).

No Brasil, maior potência hídrica mundial, concentrando cerca de 12% do estoque global de água em seus rios e reservatórios subterrâneos, o setor pecuário é responsável por uma parcela substancial do consumo de água, devido ao grande volume de exportações do setor (entre carnes e cultivos destinados à ração). [...] A exportação de produtos agropecuários ainda nos torna o quarto maior exportador de água virtual do mundo, com um total de 112 trilhões de litros exportados por ano, o que equivale a mais de cem vezes o volume máximo do sistema de represas Cantareira. Exportar grãos ou carne significa, em última instância, exportar água – a um custo muito baixo. (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 20-21)

As pesquisas também convergem para indicar que a produção de alimentos precisará aumentar em 70% até 2050 e dobrar ou triplicar até 2100. A importância desses números reside no fato de que a produção de alimentos intersecciona profundamente os mundos

humano e ecológico, uma vez que os crescentes estressores humanos levam às extinções, ao declínio da população de espécies selvagens e à destruição do habitat. A estimativa de aumento de 55% na demanda por água até 2050, o crescimento no uso global de pesticidas e o aumento constante de gases do efeito estufa prenunciam um crescente impacto ecológico com a agricultura como um dos principais contribuintes no reflexo do aumento do consumo de carne (Crist *et al.*, 2017).

Especificamente quanto às emissões, a atual cadeia de abastecimento alimentar produz cerca de 13,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono, correspondendo a 26% das emissões antrópicas de gases do efeito de estufa. Para contrastar a origem desses alimentos, os autores complementam suas afirmações apontando que os impactos dos produtos de origem animal superam em muito os de seus substitutos vegetais. Carne, aquicultura, ovos e laticínios usam cerca de 83% da área cultivada do mundo e contribuem com 56%-58% de diferentes emissões relacionadas a alimentos, apesar de fornecerem apenas 37% da proteína e 18% das calorias consumidas por nós (POORE; NEMECEK, 2018). No Brasil, o setor agropecuário contribuiu diretamente com ~30% das emissões do país em 2013, sendo 84% desse percentual diretamente da pecuária. Se contabilizadas as ações indiretas como o desmatamento para expansão agrícola e o uso de combustíveis fósseis para esses fins, o número sobe para 60% do total das emissões (SCHUCK; RIBEIRO, 2018).

Da mesma forma, as emissões relacionadas à produção de ração superam as da produção de proteínas vegetais, o que ocorre porque as taxas de conversão de ração em proteína comestível são superiores a 2 para a maioria dos animais. Isso se deve a vários fatores, como o fato de 67% do desmatamento para agricultura ser direcionado para a produção de ração, emissões de processamento (principalmente de efluentes de abatedouros) e emissões adicionais de GEE por fermentação entérica, esterco e lagoas de aquicultura (Poore; Nemecek, 2018). Schuck e Ribeiro (2018) colocam que, em média, se usam dez vezes mais calorias do que o disponível na carne, o que representa um desperdício de ~90% dos cultivos vegetais usados na alimentação dos animais. A depender do sistema, é possível o uso de 30.000 kcal de ração para a produção de 1.000 kcal, o que se justifica pela maior parte do que é consumido pelo animal se converter em energia para os processos metabólicos, dejetos e subprodutos.

Quanto à quantidade de terra utilizada, para cada caloria de carne produzida, são necessárias de 6 a dezenas de vezes a área de cultivo necessária para a produção de vegetais como batata, milho e arroz. Na produção de leite, se considera o uso de 8 vezes mais terra, sendo 3 o número para ovos. A ocupação pecuária está associada também a degradações

como a compactação do solo por pisoteamento (o que favorece processos erosivos e atrapalha a absorção de água, trocas gasosas e de nutrientes), o desequilíbrio do ciclo dos nutrientes pela remoção da cobertura vegetal e a alteração do microclima, aumentando a temperatura das áreas (SCHUCK; RIBEIRO, 2018).

Tilman e Clark (2014) apresentam estimativas detalhadas para 2050 das emissões anuais de GEE e mudança na área de cultivo entre diferentes tipos de alimentação. Eles comparam as dietas vegetariana, pescetariana e mediterrânea, bem como a dieta “onívora” global e dependente da renda projetada para 2050. Esta última produzirá um aumento de 32% nas emissões e uma média de 600 milhões de hectares a mais de terras agrícolas em comparação à dieta global em 2009. Por outro lado, dietas alternativas poderiam produzir uma redução significativa nas emissões de GEE, com redução per capita de 45% para dietas vegetarianas, por exemplo, além de não requerer, em média, aumento de área de cultivo¹⁰.

Os autores também examinam o ciclo de vida das emissões de GEE de 22 tipos diferentes de alimentos por quilocaloria, por porção (definido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) e por grama de proteína, e indicam que “como é bem conhecido, em relação aos alimentos de origem animal, alimentos à base de plantas têm emissões de GEE mais baixas. Essa diferença pode ser grande; o maior que encontramos foi que as carnes de ruminantes (bovina e ovina) têm emissões por grama de proteína cerca de 250 vezes maiores que as leguminosas [...]”. Eles apontam, no entanto, que “quando pastoreado de forma sustentável em terras impróprias para cultivo e alimentado com resíduos de cultivo” (Tilman; Clark, 2014, p. 518), essa produção pode trazer benefícios. Outro caso que exemplifica a diferença entre os modelos de produção é o dos frutos do mar capturados por arrasto, cujas emissões são cerca de 3 vezes maiores que as dos frutos do mar não arrastados.

Em meio a pouca fiscalização do setor pecuário e aos incentivos e subsídios dados pelo governo, o preço de produtos derivados de animais seria inacessível para a maioria se embutisse o esgotamento e degradação de recursos naturais, o custo energético e os danos ambientais gerados (SCHUCK; RIBEIRO, 2018). Abordagens como aumentar a eficiência no uso de água doce, aplicar fertilizantes e pesticidas com mais cautela e reduzir o consumo de

¹⁰ Nesta previsão, se considera a “dieta vegetariana” como baseada em vegetais, ovos, laticínios e geralmente não mais do que uma porção por mês de carne ou frutos do mar; a dieta pescetariana, além da vegetariana, inclui frutos do mar; já a dieta mediterrânea é rica em vegetais, frutas e frutos do mar, inclui grãos, açúcares, óleos, ovos, laticínios e quantidades moderadas de aves, porco, cordeiro e boi; finalmente, eles consideram que as “dietas onívoras” (que abrangem a dieta média global de 2009 e a dieta dependente da renda de 2050) incluem todos os grupos de alimentos.

carne no mundo desenvolvido, uma vez que a produção de produtos de origem animal é ecologicamente cara, são valiosas. No entanto, as tendências apontam para um consumo crescente de carne, peixe, laticínios e ovos. Outro alerta é de que a pecuária sem uso vasto de terras não é uma solução, uma vez que a vulnerabilidade a doenças e epidemias, a poluição, as formas eticamente injustas de tratar os animais de fazenda e a demanda por terras agrícolas e água não mudarão (Crist *et al.*, 2017).

Hoje, a mudança para uma dieta que exclui produtos de origem animal tem potencial transformador, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa relacionadas a alimentos em 49% e o uso da terra em 76%. Além dessa mitigação, essas áreas, uma vez não mais utilizadas para esse fim, podem retirar da atmosfera cerca de 8,1 bilhões de toneladas de CO₂ por ano por mais de 100 anos, uma vez que a vegetação natural seja restabelecida e o carbono reacumulado pelo solo. O que vemos, em meio a desastres ambientais, climáticos e de saúde pública, são possibilidades tangíveis para contornarmos importantes impactos ambientais relacionados ao uso da terra, escassez de água, emissões de GEE, acidificação e eutrofização (Poore; Nemecek, 2018).

2.1.2.1 O preço virtual da carne na saúde pública

Schuck e Ribeiro (2018) defendem que um dos maiores riscos da pecuária para a saúde pública é a contribuição no surgimento de linhagens de bactérias resistentes a antibióticos. Isso porque os animais de criação recebem doses rotineiras desses e outros compostos como profilaxia e no crescimento e ganho de peso. Uma das evidências encontradas é a presença de cepas resistentes em dejetos, cursos d'água e cultivos próximos às fazendas, sendo identificados resíduos dos medicamentos nesses dois últimos (SCHUCK; RIBEIRO, 2018; GODFRAY *et al.*, 2018). “De acordo com a Organização Mundial de Saúde, se ações urgentes não forem implementadas, em breve entraremos numa “era pós-antibiótico” na qual perderemos o poder de cura desses fármacos” (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 33). Nesse tópico, porém, nos voltaremos a doenças zoonóticas dada a relevância do período de pandemia, cujo fim ainda não foi decretado pela Organização Mundial de Saúde.

Schuck e Ribeiro (2018) reconhecem que a maior parte das zoonoses da atualidade está conectada ao consumo de animais de criação. Nos países em desenvolvimento, apenas treze delas (provenientes de porcos, galinhas e bois) infectam ~2,4 bilhões de pessoas e matam 2 milhões por ano. Por questões de manejo e qualidade de vida precária, tais animais são particularmente suscetíveis ao desenvolvimento de doenças, o que agrava o fato de

propiciarem transmissão rápida, seja por contato direto, dos dejetos ou pelo consumo da carne e derivados. Slywitch (2022) traz a perspectiva de que as epidemias com potencial pandêmico e as pandemias propriamente ditas se originam nos animais silvestres abatidos para consumo também de forma predominante.

Embora as origens do Sars-CoV-2 ainda sejam controversas, sua genética mostra um rearranjo de cepas de morcego e pangolim que se sintonizaram com o sistema imunológico humano. O papel da agricultura se faz claro ao considerarmos que o vírus era um dos muitos circulantes em espécies de morcegos na China central em direção a Wuhan. Espécimes de Sars não humanos foram isolados já em 2004, em Wuhan, em morcegos e civetas reproduzidas em fazendas. A principal fonte de animais silvestres utilizados na alimentação dessa população advém de agricultores e caçadores, cujo controle de qualidade é falho. É possível, assim, que o Sars-CoV-2 tenha emergido ou sido amplificado nos alimentos vendidos, logo o rearranjo de cepas, o comércio e a logística com o interior do país provavelmente contribuíram para o surgimento do surto (WALLACE, 2020). Esse circuito de produção se reproduz em todo o mundo, nos dando estrutura para analisar outros surtos:

Sars-CoV-1 e Sars-CoV-2, ebola, zika, febre amarela, peste suína africana, gripes aviária e suína, vírus Nipah, febre Q, entre outros, assim como historicamente o hiv, todos se originaram ou reemergiram em algum lugar ao longo desses circuitos de produção em expansão. Seja na floresta, seja ao redor do novo contínuo periurbano, seja em fazendas industriais, seja em fábricas de processamento próximas das cidades ou dentro delas. [...] Claramente, doenças infecciosas não dizem respeito apenas ao próprio vírus, mas também ao contexto do qual emergem. (WALLACE, 2020, p. 545)

Dados epidemiológicos mostram que doenças zoonóticas epidêmicas estão não apenas aumentando em número e se espalhando por um número crescente de países, mas cada vez mais se tornando pandêmicas. A crise na biodiversidade e extinção de espécies selvagens modifica intimamente as inter-relações tão essenciais para o funcionamento próprio do ecossistema. Sua simplificação pela agricultura e pecuária industriais neutraliza o potencial regulador de transmissão de doenças, o que resulta no transbordamento de agentes microbianos que circulam na fauna silvestre para animais domésticos e humanos. “Habitats cuja diversidade foi simplificada perdem sua resiliência ecológica, bem como sua resiliência a epidemias” (MORAND, 2020, p. 2, tradução nossa).

Os surtos são sintomas de ligações fundamentalmente disfuncionais, o que vai além da “interação entre indivíduos suscetíveis, infectados e recuperados, sejam animais ou humanos” (WALLACE, 2020, p. 535). Devemos evidenciar as ações do capital e poder estatal, o que

envolve os interesses do agronegócio, como fundamentais para o surgimento e evoluções das novas cepas. A monocultura de capital intensivo tanto agrícola quanto pecuarista causa declínio da biodiversidade, impulsiona o desflorestamento e aumenta o número de animais para consumo, o que descarta a gestão natural pelo benefício do comercial. Conseqüentemente, ocorre o alastramento dos patógenos entre animais selvagens, da pecuária e humanos. Nesse processo, a supressão imunológica contribui com a seleção de variantes de maior mortalidade, exportando as cepas recém-desenvolvidas para o globo (MORAND, 2020; WALLACE, 2020).

De uma forma geral, a complexidade natural que revolve florestas é capaz de encerrar patógenos, podendo ser drasticamente simplificada por explorações madeireiras, mineração e agricultura intensiva. Embora alguns agentes possam morrer pelo desaparecimento de espécies, infecções que seriam interrompidas nas florestas se propagam com maior amplitude entre populações suscetíveis, o que mostra a vulnerabilidade dos seres humanos. Mesmo com vacinas eficazes, surtos se estendem progressivamente geograficamente, cronologicamente e com maior força. O que antes se encerraria localmente, de repente se torna uma epidemia, por vezes global (WALLACE, 2020).

Wallace (2020) traz uma gama de fatores determinantes para a transmissão de patógenos, como a exportação de suínos do Canadá e Estados Unidos para o México (gripe suína em 2009), mudanças no uso do solo de uma floresta repentinamente mercantilizada e posterior migração de trabalhadores na África Ocidental (ebola Makona entre 2013 e 2015), e o desmatamento que ajudou a impulsionar o surgimento de um nicho de zika em centros urbanos no Brasil. No caso da Covid-19, pode-se considerar a urbanização de áreas rurais e crescente densidade populacional (o que também reduz a complexidade ambiental e a capacidade das florestas em interromper a transmissão de vírus), além da produção em expansão de alimentos silvestres, resultando em reservatórios de morcegos.

Após os surtos, seus resultados são moldados pelas reações dos governos quanto às suas causas e conseqüências, que se resumem apenas a medidas de biossegurança e falta de ações quanto ao reconhecimento das suas causas sociais e ecológicas (MORAND, 2020). É necessário que se proteja a complexidade da floresta (que atua desde o surgimento do patógeno até a transmissão global), reintroduzindo a diversidade de animais e lavouras e reintegrando rebanhos e culturas agrícolas, além de permitir a reprodução dos animais no local, “reiniciando o processo de seleção natural que permite à evolução imunológica rastrear patógenos em tempo real” (WALLACE, 2020, p. 547).

Uma nova abordagem [...] requer que as fronteiras disciplinares e setoriais (medicina, medicina veterinária, ecologia, economia, política) sejam claramente identificadas para desenvolver políticas de saúde colaborativas e construídas em conjunto envolvendo comunidades de cidadãos, cientistas, órgãos administrativos e de saúde no marco de uma nova governança sócio ecológica da saúde. Nossa capacidade de evitar futuras crises sanitárias e sociais ligadas a zoonoses dependerá da implementação dessa nova abordagem sanitária e ambiental. (MORAND, 2020, p. 3, tradução nossa)

Podemos estar diante de uma nova ciência que se preocupa em controlar patógenos com potencial pandêmico. Para tanto, o foco não se localiza unicamente nos vírus, “mas na natureza fundamentalmente política do equilíbrio de poder que determina se” continuaremos “a liberar epidemias uma após a outra, como dados rolando em uma mesa de cassino” (WALLACE, 2020, p. 537).

Ao trazermos, nesses últimos tópicos, algumas das ideias que perpassam a temática animal, damos destaque à sua complexidade, visto que inerentemente engloba diferentes conhecimentos – biológicos, bioquímicos, geográficos, econômicos, sociais e éticos, por exemplo. Esse aspecto, assim, caracteriza seu potencial intrínseco de abordagem por meio da interdisciplinaridade, como veremos a seguir.

2.2 O ENSINO E A INTERDISCIPLINARIDADE

O povo, contudo, dizia-me que a orelha grande era não só um homem, mas um grande homem, um gênio. Eu, porém, nunca acreditei no povo quando ele me falava de grandes homens, e sustento a minha ideia de que era um aleijado às avessas que tinha pouquíssimo de tudo e uma coisa em demasia.
Friedrich Nietzsche

A interdisciplinaridade não apenas é tida como uma concepção polissêmica, como a tentativa de enquadrá-la em um único conceito ou método é considerada contraproducente e impossível, como pondera Gatti (2018, p. 31), “pois me parece incoerente que uma teoria com vistas na ampliação do pensamento seja reduzida a poucas linhas definitivas”, sendo mais frutífero multiplicar concepções e elaborar possibilidades. É a partir dessa ideia que adiantamos que o tema desta tese se volta não ao disciplinar, mas à busca de transcender as disciplinas escolares, fazendo não apenas com que elas interajam entre si *per se*, mas também com outros campos do saber.

Para o momento, exploraremos as visões de pensadores como Edgar Morin, Ivani Fazenda, Hilton Japiassu e Basarab Nicolescu, complementados por discussões de demais autores. Esperamos que, com isso, não se amarrem conceitos ou transpareçam preferências,

mas que se teçam perspectivas e possibilidades a partir de um breve arcabouço com algumas das principais ideias e teorias sobre a interdisciplinaridade e o pensamento complexo.

Começaremos, então, pelo advento interdisciplinar. Segundo Fazenda (2012b), seu surgimento se deu em meio a movimentos estudantis na Europa em meados de 1960, sobretudo na Itália e França, com a pauta de reivindicação de um novo estatuto para a educação. O contexto da época era de oposição a todo e qualquer conhecimento que porventura privilegiasse “o capitalismo epistemológico de certas ciências, como oposição à alienação da Academia às questões da cotidianidade, às organizações curriculares que evidenciavam a excessiva especialização e a toda e qualquer proposta de conhecimento que incitava o olhar do aluno numa única, restrita e limitada direção, a uma *patologia do saber*” (FAZENDA, 2012b, p. 18, grifo da autora).

Seu aparecimento ocorreu como uma forma de elucidar certas propostas educacionais insurgentes de autoria de professores universitários que buscavam o que Fazenda (2012b, p. 18) coloca como o “rompimento de uma educação por migalhas”, uma vez que, segundo Morin (2015), era próprio da ciência da época eliminar a contradição, a ambiguidade e a precisão. Um dos principais precursores do movimento foi Georges Gusdorf:

Gusdorf apresentou em 1961 à Unesco um projeto de pesquisa interdisciplinar para as ciências humanas – a ideia central do projeto seria reunir um grupo de cientistas de notório saber para realizar um projeto de pesquisa interdisciplinar nas ciências humanas. A intenção desse projeto seria orientar as ciências humanas para a *convergência*, trabalhar pela unidade humana. (FAZENDA, 2012b, p. 19, grifo da autora)

Fazenda (2012) coloca que tal dilema passou a ser proposto ao final da Segunda Guerra Mundial, cuja característica é a de que as ciências não mais encontravam pátria nas atuais subjetividades. A partir da fala de Gusdorf, foram surgindo estudos, congressos, comitês e mesmo a distinção conceitual entre multi, pluri, inter e transdisciplinaridade. Dentre seus propósitos estava o de possibilitar compreender e confrontar a vida cotidiana, influenciado pela crise estudantil no final dos anos 1960. Já na época era previsto que a ciência multipartida, logo do distanciamento do conhecimento em totalidade, estaria destinada a falir o conhecimento e o humano, sendo a “*agonia de nossa civilização*” (FAZENDA, 2012b, p. 19, grifo da autora).

No começo da história humana, a ciência e a cultura eram inseparáveis. Elas eram animadas pelas mesmas questões a respeito do sentido do Universo e da vida. No Renascimento, a ligação ainda não estava rompida. A primeira

Universidade, como seu nome indica, estava voltada ao estudo do *universal*. O universal estava encarnado naqueles que marcaram com o selo de sua obra a história do conhecimento. Cardan, o inventor dos números imaginários e do sistema de suspensão que leva seu nome (o “cardan”), era ao mesmo tempo matemático, médico e astrólogo. Aquele que estabeleceu o horóscopo de Cristo foi ao mesmo tempo autor da primeira análise sistemática do cálculo de probabilidades. Kepler era astrônomo e astrólogo. Newton era ao mesmo tempo físico, teólogo e alquimista. Ele era igualmente apaixonado pela Trindade e pela geometria e passou mais tempo em seu laboratório de alquimia que na elaboração da *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Os fundadores da ciência moderna nada têm em comum com a imagem estereotipada que temos de um homem de ciência. Também nesse campo, nos dias de hoje, a Realidade tem que se adequar à imagem. Devido a esta paradoxal inversão, o homem de ciência se vê forçado, contra sua vontade, a transformar-se no sumo-sacerdote da verdade, encarnação do rigor e da objetividade. A complexidade do nascimento da ciência moderna e da modernidade nos ajuda a compreender a complexidade subsequente de nosso próprio tempo. (NICOLESCU, 1999, p. 107-108)

Outrora, os grandes espíritos eram universais. O próprio Pascal passava da geometria aos tratados sobre a graça divina e do equilíbrio dos líquidos à máquina de calcular analógica. Diderot e Condorcet de certa forma já praticavam a multidisciplinaridade. Até Kant, praticamente todos os filósofos dominavam a física. Tratava-se de ver um problema sob todos os seus ângulos e em todas as suas dimensões. (JAPIASSU, 2006, p. 21)

Nicolescu (1999, p. 108) expõe que “o germe da ruptura entre a ciência e o sentido, entre o Sujeito e o Objeto, estava de fato presente no século XVII, quando a metodologia da ciência moderna foi formulada”, tornando-se visível apenas no século XIX, com a formação das universidades modernas e o nascimento da especialização *stricto sensu*, a expansão do big bang disciplinar, a aceleração dos conhecimentos e a sofisticação das novas tecnologias (MORIN, 2017; JAPIASSU, 2006; NICOLESCU, 1999). Rapidamente, a hiperespecialização se impôs na segunda metade do século XX, multiplicando disciplinas e subdisciplinas com objetos de estudo reduzidos. “As disciplinas se tornam fechadas e estanques, fontes de ciúme, glória, arrogância, poder e atitudes dogmáticas” (JAPIASSU, 2006, p. 21).

O horizonte epistemológico foi sofrendo uma crescente fragmentação devido à especialização sem limites. Em Morin (2017), a inadequação relacionada aos saberes fragmentados em disciplinas se torna cada vez mais ampla à medida que os problemas mostram sua crescente dependência ao polidisciplinar, transversal, multidimensional, transacional, global e planetário. O autor informa que tal inadequação acaba por tornar invisíveis os conjuntos complexos, as interações e retroações entre o todo, as entidades multidimensionais e os problemas essenciais. A responsável, por sua vez, seria a hiperespecialização que se fecha em si e não permite a interação com o global, o conjunto e,

portanto, o essencial. Dividir os saberes em disciplinas seria retalhar o saber. Isso porque, no contexto planetário, os problemas globais não apenas não são parceláveis, como cada vez mais essenciais. A complexidade que forma o todo é inseparável, uma vez que suas partes são intrínsecas umas às outras.

Para Japiassu (2006), este foi o último principal momento da história da Universidade, caracterizado por seu declínio através da divisão extrema do ensino e da ultra especialização da pesquisa e das disciplinas. As tentativas de reformas dos movimentos emancipatórios de 1968 que visavam a unificação confrontavam o fato de que a Universidade não é mais capaz de “fornecer uma imagem coerente e unitária do saber nem desempenhar satisfatoriamente o papel crítico com o qual sonhou” (JAPIASSU, 2006, p. 24). Assim, o impulso dado à pesquisa científica no século XX tratou do desenvolvimento disciplinar:

isto significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento etc.; essa história está inscrita na [história] da Universidade, que, por sua vez, está inscrita na história da sociedade; daí resulta que as disciplinas nascem da sociologia das ciências e da sociologia do conhecimento. Portanto, a disciplina nasce não apenas de um conhecimento e de uma reflexão interna sobre si mesma, mas também de um conhecimento externo. Não basta, pois, estar por dentro de uma disciplina para conhecer todos os problemas aferentes a ela. (MORIN, 2017, p. 105)

Na visão de Nicolescu (1999), a percepção da complexidade assustadora e fascinante que se instala ao longo do século XX representa um desafio e fagocita tanto a nossa existência quanto seu sentido de ser. Ainda para o pensador, o big bang disciplinar também apresenta consequências positivas, uma vez que aprofunda o conhecimento do universo exterior como nunca “e assim contribuí *volens nolens* para a instauração de uma nova visão do mundo” (NICOLESCU, 1999, p. 44, grifo do autor).

A esse respeito, Morin (2017) também é um dos que reconhecem a fecundidade da disciplina ao passo que esta circunscreve e torna tangível o conhecimento de uma área de competência. Todavia, mesmo que existam vantagens provenientes da divisão do trabalho no desenvolvimento disciplinar das ciências, também existem as desvantagens da superespecialização e do que ele chama de despedaçamento do saber.

As disciplinas são intelectualmente justificáveis desde que reconheçam e preservem as ligações, solidariedades e não ocultem realidades globais. “Por exemplo, a noção de homem está fragmentada entre diversas disciplinas das ciências biológicas e entre todas as disciplinas das ciências humanas: a física é estudada por um lado, o cérebro, por outro, e o organismo,

por um terceiro, os genes, a cultura etc.” (MORIN, 2015, p. 114). Os múltiplos aspectos da realidade humana ganharão sentido se forem religados à complexa multiplicidade do que é humano (MORIN, 2017).

Desde a educação básica aprendemos a isolar os objetos e separar as disciplinas, logo reduzir o complexo em simples ao decompor, ao invés de integrar. O que preocupa Morin (2017) é o fato de que tais condições auxiliam na atrofiação da nossa capacidade em contextualizar e integrar os saberes em seus conjuntos. Assim, a disciplinaridade pode acarretar a hiperespecialização do pesquisador e a objetificação do estudado, sendo percebido como autossuficiente e livre de ligações com demais objetos e disciplinas. Estes últimos, bem como o universo onde estão presentes, acabam negligenciados e isolados pela fronteira disciplinar, sua linguagem e conceitos próprios.

É dessa forma que a abertura disciplinar se torna necessária e por tal razão o eco das discussões chegou ao Brasil ainda na década de 1960. Porém, veio acompanhado de sérias distorções, tais quais quando se aventura ao novo sem que se reflita sobre suas consequências. A interdisciplinaridade se tornou a semente e o produto das reformas educacionais da época, sendo a ampliação das reflexões vista em autores como Hilton Japiassu e Ivani Fazenda a partir da década de 1970. Fazenda (2012b) conta que a primeira grande produção brasileira conhecida a respeito da interdisciplinaridade foi cunhada por Japiassu, onde exprime as questões sobre o assunto e os pressupostos para sua metodologia. Suas indicações detalhadas são essenciais para toda tarefa interdisciplinar.

Ao final do século XX, Fazenda (2012b) fala sobre uma mudança de paradigma nas ciências, sendo a acentuação dos grupos interdisciplinares um dos indicadores da mudança de ciclo: “[...] nova forma de pensar, nova concepção de ensino, nova concepção de escola – passagem da forma *disciplinar* para a *interdisciplinar*, e isso, no dizer de Jung, acontecendo *sincronicamente*, em diferentes partes do mundo, e em diferentes ‘ditas especializações’. A palavra de ordem deste final de século é *interdisciplinaridade* na educação” (FAZENDA, 2012b, p. 42, grifo da autora).

Como informamos inicialmente, a interdisciplinaridade é um termo envolvido pela polissemia e imprecisão (FAZENDA, 2012a; MORIN, 2017). Ainda assim, para Fazenda (2012b), uma característica presente em todas as principais teorias da interdisciplinaridade é a necessária superação da chamada crise das ciências. De fato, as falas encontradas se unem ao ponderar a realidade disciplinar da educação em contrapartida ao universo complexo:

Efetivamente, a inteligência que só sabe separar fragmenta o complexo do mundo em pedaços separados, fraciona os problemas, unidimensionaliza o multidimensional. Atrofia as possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando assim as oportunidades de um julgamento corretivo ou de uma visão a longo prazo. Sua insuficiência para tratar nossos problemas mais graves constitui um dos mais graves problemas que enfrentamos. De modo que, quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, maior a incapacidade de pensar sua multidimensionalidade; quanto mais a crise progride, mais progride a incapacidade de pensar a crise; quanto mais planetários tornam-se os problemas, mais impensáveis eles se tornam. Uma inteligência incapaz de perceber o contexto e o complexo planetário fica cega, inconsciente e irresponsável. (MORIN, 2017, p. 14-15)

Para Japiassu (2006), somos espectadores de um incrível crescimento dos saberes que, ao mesmo tempo, se fazem aos pedaços e se dispersam. Nesse ponto, cada disciplina é subdividida em subdomínios de uma infinidade de campos especializados medianamente justapostos. O autor diz que o pesquisador que se declara economista, por exemplo, deve precisar que é um microeconomista especialista em comércio internacional ou bolsa de valores. A partir de tais posições, se constroem pontos de vista voltados ao global, mas para que se crie a interdisciplinaridade é necessário não apenas que se coloquem cientistas de disciplinas diferentes em contato, mas que se criem estruturas de pesquisa adequadas e que eles se conscientizem da preocupante possibilidade de coabitação harmoniosa sem interação.

Já no início do século XXI, o grande desafio lançado é a contradição entre problemas cada vez mais globais, interdependentes, complexos, e a persistência do modo de conhecimento privilegiando a disciplinarização, fragmentação, parcelamento e compartimentação (JAPIASSU, 2006). Morin (2015) indica que o paradigma simplificador ordena o universo, ordem esta que se reduz a uma lei *ou* múltipla, mas não uma *e* múltipla. Assim, temos ou disjunção do ligado ou a redução do diverso:

Tomemos o homem como exemplo. O homem é um ser evidentemente biológico. É ao mesmo tempo um ser evidentemente cultural, metabiológico e que vive num universo de linguagem, de ideias e de consciência. Ora, estas duas realidades, a realidade biológica e a realidade cultural, o paradigma de simplificação nos obriga a disjuntá-las ou a reduzir o mais complexo ao menos complexo. Vamos, pois, estudar o homem biológico no departamento de biologia, como um ser anatômico, fisiológico, etc. e vamos estudar o homem cultural nos departamentos das ciências humanas e sociais. Vamos estudar o cérebro como órgão biológico e vamos estudar a mente, *the mind*, como função ou realidade psicológica. Esquecemos que um não existe sem a outra, ainda mais que um é a outra ao mesmo tempo, embora sejam tratados por termos e conceitos diferentes. (MORIN, 2015, p. 59)

Dessa forma, Morin (2017) parte da formulação de Montaigne de que mais vale uma cabeça bem-feita a uma bem cheia, logo uma aptidão para colocar e ligar saberes, lhes dar sentido e tratar problemas em alternativa a acumular, empilhar e não dispor de princípios para seleção e organização que dê sentido ao saber. O conhecimento, para que se torne pertinente e voltado não apenas para usos técnicos, não basta estar presente em abundância, mas necessita “alimentar um pensamento capaz de considerar a situação humana no âmago da vida, na terra, no mundo” (MORIN, 2017, p. 17) e “enfrentar os grandes desafios de nossa época” (MORIN, 2017, p. 17).

Para tanto, é preciso estimular ou despertar a curiosidade, instigando a aptidão interrogativa e voltando-a para os problemas fundamentais. Para fins da abertura de um dos capítulos, o autor utiliza uma frase de Juan de Mairena, em que “A finalidade de nossa escolha é ensinar a repensar o pensamento, a ‘des-saber’ o sabido e a duvidar de sua própria dúvida; esta é a única maneira de começar a acreditar em alguma coisa” (MORIN, 2017, p. 21). Dessa forma, a dúvida que instiga a pesquisa, a lógica, a dedução e a indução são essenciais.

Nicolescu (1999), por sua vez, também explora as formações demasiadamente especializadas ao constatar que dois especialistas, ainda que na mesma disciplina, atualmente possuem dificuldades em compreender seus resultados recíprocos. Ao mesmo tempo, ele compreende a impossibilidade de um único cérebro conhecer todos os resultados, sendo a inteligência coletiva ligada ao progresso. Porém, uma vez que existem centenas de disciplinas,

Como poderia um físico teórico de partículas dialogar com um poeta, um biólogo com um economista, um político com um especialista em informática, exceto sobre generalidades mais ou menos banais? E no entanto, um verdadeiro *líder* deveria poder dialogar com todos ao mesmo tempo. A linguagem disciplinar é uma barreira aparentemente intransponível para um neófito. E todos somos neófitos uns dos outros. Seria a Torre de Babel inevitável?

[...]

Este processo de babelização não pode continuar sem colocar em perigo nossa própria existência, pois faz com que qualquer líder se torne, queira ou não, cada vez mais incompetente. Um dos maiores desafios de nossa época, como por exemplo os desafios de ordem ética, exigem competências cada vez maiores. Mas a soma dos melhores especialistas em suas especialidades não consegue gerar senão uma incompetência generalizada, pois a soma das competências não é a competência: no plano teórico, a intercessão entre os diferentes campos do saber é um conjunto vazio. (NICOLESCU, 1999, p. 51, grifo do autor)

Ainda de acordo com o autor, o universo parcelado está em plena expansão. Inevitavelmente, as disciplinas se estreitam, a comunicação entre elas se torna cada vez mais inviável e o que substitui a realidade unidimensional do pensamento clássico é uma realidade multiesquizofrênica. Japiassu (2006) complementa essa perspectiva ao dizer que se formam círculos de poder pelo saber, lugares sagrados onde se “monopolizam a avaliação das pesquisas, orientam a atribuição de créditos, geram as cátedras e se repartem o poder e os postos” (JAPIASSU, 2006, p. 24).

Novikoff e Cavalcanti (2016) entendem que o que compreendemos por compartimentação do conhecimento foi promovido pelo paradigma mecanicista de René Descartes (1596-1650), sendo o conteúdo desenvolvido de forma fragmentada e separada da complexidade da realidade. Para Japiassu (2006), parte do fracasso das reformas se deveu ao peso do aparelho administrativo, burocrático e conservador da instituição.

Já Fazenda (2012a) considera que, diante da configuração universitária, o debate será iniciado nesse mesmo local a partir da necessária e inexorável inclusão do ser humano. Ele se expande, então, pela preocupação em rever as exigências da sociedade em que o cotidiano profissional se desloca para o complexo, situações para as quais as disciplinas convencionais não nos prepararam adequadamente. As disciplinas, nesse sentido, devem ser analisadas para fora do lugar ocupado na grade, mas nos saberes, conceitos e movimentos que tais saberes engendram.

Foi, então, a partir da indispensável necessidade de laços entre as disciplinas que surgiu, na metade do século XX, a interdisciplinaridade (NICOLESCU, 1999). Para nos adentrarmos no conceito interdisciplinar, cientes de que ele se encontra diretamente ligado e interpenetrado na disciplina (FAZENDA, 2012a), primeiramente Morin a define, no sentido de cadeira escolar e universitária, como

[...] uma categoria organizadora dentro do conhecimento científico; ela institui a divisão e a especialização do trabalho e responde à diversidade das áreas que as ciências abrangem. Embora inserida em um conjunto mais amplo, uma disciplina tende naturalmente à autonomia pela delimitação das fronteiras, da linguagem em que ela se constitui, das técnicas que é levada a elaborar e a utilizar e, eventualmente, pelas teorias que lhes são próprias. (MORIN, 2017, p. 105)

Para Japiassu, o conceito de disciplina vai ao encontro ao posto por Morin (2017) no sentido de ser uma categoria organizadora que institui a divisão e especialização do saber:

Disciplina: como categoria organizacional no interior do conhecimento científico, é um ramo autodeterminado do saber coincidindo com uma “ciência ensinada”; trata-se de um conjunto específico de conhecimentos possuindo suas características próprias do campo do ensino, da formação, dos métodos, dos mecanismos e dos materiais, numa palavra, do *monodisciplinar*; no saber científico, ela institui a divisão e a especialização do trabalho; suas fronteiras, sua linguagem e seus conceitos próprios tendem a isolá-la das demais disciplinas. Assim, o espírito monodisciplinar se converte num espírito de proprietário proibindo toda incursão estrangeira em seu território, quer dizer, em sua parcela de saber e poder. (JAPIASSU, 2006, p. 38, grifo do autor)

A partir disso, reiterando que não buscamos um sentido uno para o termo, mas sim dialogar com a sua polissemia, entendemos que, de forma abrangente, a interdisciplinaridade envolve interação entre disciplinas. Para Fazenda (2012a), esse estabelecimento é a marca fundamental das relações interdisciplinares, a partir das quais se abrem possibilidades a diversas interpretações. A autora ainda reforça (FAZENDA, 2012b) que estudiosos empreenderam diversas tentativas em busca de uma metodologia madura e inquestionável com o propósito de sustentar projetos nascentes. Tais tentativas, porém, apenas elucidaram equívocos.

Servindo-nos, por exemplo, de uma definição clássica produzida em 1970 pelo CERI – Centro para Pesquisa e Inovação do Ensino – órgão da OCDE (Documento CERI / HE / SP / 7009) onde Interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos-chaves da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino, relacionando-os. Tal definição como se pode constatar é muito ampla, portanto não é suficiente nem para fundamentar práticas interdisciplinares e nem para pensar-se uma formação interdisciplinar de professores. (FAZENDA, 2012a, p. 34-35)

Começando por Fazenda (2012b, p. 82), a autora define e faz interdisciplinaridade a partir do que chama de atitude interdisciplinar:

[Essa é aquela] que se concretiza diante das alternativas para conhecer mais e melhor; de reciprocidade que impele troca e diálogo; de humildade diante da limitação do saber; de perplexidade ao desvendar saberes; de desafio perante o novo e em redimensionar o velho; de envolvimento e compromisso em construir da melhor forma, de alegria, revelação, desencontro e vida. Para que se construa uma metodologia interdisciplinar, é requerida uma atitude diferenciada em que se reconheça as competências, incompetências, possibilidades e limites da disciplina, bem como exige o conhecimento e valorização das demais disciplinas. Ademais, partiremos da liberdade científica, do diálogo e colaboração, do desejo de criar e ir além caminhando

junto ao pesquisar para que se desenvolva a capacidade criativa de transformar a educação em seu sentido humanizante e libertador. (FERNANDES; FREITAS-REIS, 2023, p. 5)

Nessa perspectiva, ganha particular importância não o tentar explicar as ações sob uma situação de vida, mas compreender de que forma elas ocorreram. A proposição de interdisciplinaridade permite a observação do fenômeno por uma lente grande-angular, bem como, a partir de sua mobilidade, aproximações e distanciamentos do fenômeno. Esse tipo de investigação instiga o gosto pela dúvida e pela pesquisa, culminando na criação de múltiplas teorizações e novos caminhos para a explicitação do real. A partir disso, é possível consolidar uma nova forma de conceber e fazer escola, transformando profundamente a perspectiva ética e estética ainda não contemplada nos atuais estudos (FAZENDA, 2012b).

Tal prática não significa isolar ou anular a atitude disciplinar, mas enfatizar seu caráter provisório devido à complexidade dos fenômenos aos quais a sala de aula se envolve. “A atitude interdisciplinar visa, nesse sentido, uma transgressão aos paradigmas rígidos da ciência escolar atual, na forma como vem se configurando, *disciplinarmente*.” (FAZENDA, 2012b, p. 63, grifo da autora). Nesse sentido, Fazenda (2012b) traz em seu livro seis fundamentos para a compreensão de uma prática docente interdisciplinar:

- ✓ O primeiro é o movimento dialético que existe no “rever o velho para torná-lo novo ou tornar novo o velho” (FAZENDA, 2012b, p. 82), logo extrair novos indicadores e pressupostos ainda não revelados. Para tanto, é importante que se considere o caráter teórico e prático de uma produção interdisciplinar, podendo se desdobrar a partir desse movimento;
- ✓ Em complementação a esse fundamento, o segundo está ligado à memória, esta em forma de registros formais como em livros, artigos e anotações de aula, e em forma de experiência vivida e refeita no diálogo com os registros. Ao viver criticamente o hoje e o passado, existe a perspectiva do amanhã, logo de releituras;
- ✓ Por sua vez, o terceiro fundamento é a parceria, seja com os alunos, outros educadores ou teóricos lidos. Isso porque existe a necessidade da troca, do diálogo com formas outras de conhecimento que não as nossas, da consolidação da intersubjetividade e, assim, de complementação;
- ✓ O quarto fundamento é o perfil de uma sala de aula interdisciplinar. Dentre suas características está uma nova ordem e um novo rigor, de autoridade conquistada e não outorgada, de satisfação no lugar da obrigação, de humildade, cooperação, do

heterogêneo, da produção do conhecimento e da parceria, onde se percebe interdisciplinar;

- ✓ Como quinto fundamento, a autora salienta aspectos a partir dos quais os projetos interdisciplinares se alicerçam. Dentre eles estão o respeito ao modo de ser de cada um, bem como o caminho que empregam na busca de suas autonomias, “portanto, concluímos que a interdisciplinaridade decorre mais do encontro entre indivíduos do que entre disciplinas” (FAZENDA, 2012b, p. 86). Outra constatação é a de que o projeto pressupõe a pessoalidade dos projetos de vida, bem como a clareza, a espera adequada, coerência, rigor, e detalhamento a fim de que quem está envolvido sinta vontade de fazer parte;
- ✓ Com o último fundamento se encontra a possibilidade de efetivação da pesquisa. É preciso que ela se volte não apenas para a pós-graduação, mas também às salas dos demais níveis de ensino, devendo superar a dicotomia pesquisa/ensino. Uma possibilidade é existirem pesquisas coletivas e individuais, visando abarcar as preocupações de diferentes pesquisadores e para que se possa ter um pensar individual e solitário. É buscar coletivamente novos conhecimentos para os problemas da educação, portanto não existe uma única e absoluta teoria da interdisciplinaridade, mas construções pessoais de cada pesquisador.

Em um dos relatos de Fazenda (2012b), primeiramente foi necessário partir da disciplinaridade para se “determinar a especificidade e o valor” (FAZENDA, 2012b, p. 99) das disciplinas envolvidas. A interdisciplinaridade é mais do que a simples integração de conteúdos. Após essa etapa, foi o momento de investigar as “inter-relações existentes entre as estruturas básicas das disciplinas” (FAZENDA, 2012b, p. 99). Os recursos utilizados foram “aulas expositivas, palestras, mesas-redondas, técnicas de sensibilização e mobilização, organização de seminários – tudo isso tendo como palco, as relações entre ‘interdisciplinaridade e prática pedagógica’” (FAZENDA, 2012b, p. 100).

Utilizando-nos do ensejo, adiantamos que nesta pesquisa não nos propomos a criar uma sala de aula interdisciplinar, mas selecionar aspectos interdisciplinares possíveis e voltados para as características da pesquisa. Por este, dentre tantos outros motivos que caracterizarão o nosso trabalho de campo, concordamos com a autora ao dizer sobre formas próprias de se fazer interdisciplinaridade e que são moldadas pelos seus contextos de pesquisa.

Ao nos voltarmos à Japiassu, percebemos como suas referências se assemelham às de Fazenda, ambos com formação influenciada pela experiência e viés europeu. Para ele

(JAPIASSU, 2006), a pesquisa interdisciplinar ocorre nas fronteiras entre as ciências, podendo culminar da fusão em uma nova “disciplina interdisciplinar”. Nela, não apenas se promove convergência e complementaridade de disciplinas visando um objetivo comum, mas busca sintetizar métodos, leis e aplicações, se colocando como antídoto à rigidez disciplinar sem que se desapegue de uma lógica analítica.

Japiassu (1994) reconhece que o interdisciplinar propriamente dito pressupõe explorar a interação entre duas ou mais disciplinas já constituídas. Isso pode significar tanto uma comunicação das ideias e recursos quanto a integração mútua dos conceitos, da epistemologia, metodologia, procedimentos, dados e organização da pesquisa, levando a uma representação adequada de uma situação. Para ele, o conhecimento interdisciplinar aparece como uma panaceia que vence o estreito e míope conhecimento disciplinar, recusando seu caráter territorial do poder pelo saber. Se busca, assim, superar o sistema clássico que separa a universidade da sociedade, a universidade da vida, o saber da realidade e que “institui um saber pasteurizado e mofado, com um sistema puramente hierárquico e monárquico [...]. Ademais, instauraria uma nova relação entre educadores e educandos” (JAPIASSU, 1994, p. 3).

Ligada a esse aspecto, a aprendizagem voltada a empreender abordagens interdisciplinares, para Japiassu (2006), deve ter papel central na formação dos jovens. Isso porque promove a formação cultural geral, levando a se tornarem cientificamente alfabetizados. A partir do conhecimento derivado de várias disciplinas, esses sujeitos terão condições para pensar, tratar e resolver questões complexas, decidindo como e quando consultar experts sem que se tornem totalmente dependentes.

Para tanto, o que o autor propõe não é a busca por uma superdisciplina, já que mesmo ela não seria totalmente capaz de abranger a complexidade dos problemas,

mas creio ser ilusória a atitude pretendendo que uma abordagem interdisciplinar constituirá uma nova representação do problema que seria muito mais adequada no absoluto, vale dizer, independentemente de todo critério particular ou contextualizado. Por exemplo, não é verdade que a pura associação de abordagens da biologia, da psicologia, da sociologia etc. pode fornecer-nos uma “ciência” interdisciplinar da saúde e que seria mais adequada, objetiva, englobante e universal, pois examinaria mais aspectos do problema. Tal abordagem interdisciplinar não cria uma espécie de *superciência* mais objetiva que as outras ou a elas superior. Simplesmente produz uma nova abordagem, um novo paradigma disciplinar: conjunto dos pressupostos, normas, valores, crenças, métodos, instrumentos de medida etc. definindo uma disciplina. Portanto, ao tentarmos criar uma superabordagem, simplesmente estamos recriando uma nova abordagem particular. É assim que nascem e evoluem as novas disciplinas. Por isso,

precisamos abandonar a idéia do interdisciplinar como uma espécie de super- ou metaciência (novo discurso capaz de transcender às disciplinas particulares) para considera-lo como uma *prática* específica tendo em vista encontrar soluções para os problemas reais que nos afetam diretamente. (JAPIASSU, 2006, p. 42, grifo do autor)

A interdisciplinaridade, assim, somente construirá uma nova abordagem e um novo paradigma. Sua busca é por produzir discursos e representações práticos a respeito de problemas concretos e desafiantes, sendo confrontados por nós a partir da interação e conversão de pontos de vista ou de discursos da sociologia, medicina, antropologia e psicologia, por exemplo. O objetivo, reitera Japiassu (2006), não é criar um discurso universal, mas buscar resolver problemas em suas múltiplas dimensões. Assim, a interdisciplinaridade deve considerar as negociações entre os pontos de vista diferentes, mas convergentes, promovendo as circunstâncias para o progresso das ciências e quebrando o isolamento disciplinar “a) pela circulação dos conceitos e esquemas cognitivos; b) pela emergência de novos esquemas cognitivos e hipóteses explicativas; c) pelas interferências, interfecundações e fusões; d) pela constituição de concepções organizadoras permitindo se articularem domínios disciplinares num sistema teórico comum etc.” (JAPIASSU, 2006, p. 43).

Como é posto por Gatti (2018), a proposta interdisciplinar não vem negar o papel benéfico do disciplinar na construção do que dispomos hoje, mas sim questionar o que se deseja da formação daqueles submetidos à lógica desse sistema. Da mesma forma, não é objetivo acabar com as disciplinas, mas sim romper com sua supervalorização ao deslocar o centro em direção às fronteiras (JAPIASSU, 2006).

Partindo para Edgar Morin, notamos o mesmo movimento de reconhecer um conceito base que se abre a possibilidades. É nessas aberturas que podemos conceber as diferentes contribuições dos autores para o campo interdisciplinar:

[...] a interdisciplinaridade pode significar, pura e simplesmente, que diferentes disciplinas são colocadas em volta de uma mesma mesa, como diferentes nações se posicionam na ONU, sem fazerem nada além de afirmar, cada qual, seus próprios direitos nacionais e suas próprias soberanias em relação às invasões do vizinho. Mas interdisciplinaridade pode significar também troca e cooperação, o que faz com que a interdisciplinaridade possa vir a ser uma coisa orgânica. (MORIN, 2017, p. 115)

Para tanto, o autor dá ênfase ao pensamento complexo e ao paradigma da simplificação. Esse último designa o conjunto dos princípios de disjunção, redução e

abstração, sendo este paradigma formulado por Descartes a fim de separar o sujeito pensante da coisa entendida, ou seja, filosofia e ciência, e de definir como princípio de verdades ideias claras e distintas, logo o pensamento disjuntivo. Tal paradigma, que controla o pensamento ocidental desde o século XVII, permitiu os maiores progressos científicos e filosóficos, entretanto sua natureza nociva veio a se revelar no século XX.

O pensamento complexo não apenas resolve problemas, mas engloba a estratégia para resolvê-los consciente da natureza mutante da realidade. Para Morin (2015), a complexidade se encontra no ponto de partida para uma ação menos mutiladora do pensamento e dos humanos, estando “no coração da relação entre o simples e o complexo, porque uma tal relação é ao mesmo tempo antagonica e complementar” (MORIN, 2015, p. 103).

A educação voltada ao pensamento complexo e a uma cabeça bem-feita possibilita “responder aos formidáveis desafios da globalidade e da complexidade na vida quotidiana, social, política, nacional e mundial” (MORIN, 2017, p. 33). A partir da complexidade podemos compreender fenômenos que vão da baixa complexidade até a hipercomplexidade (MORIN, 2015). Desenvolver a aptidão para contextualizar produz a emergência de um pensamento que não separe o acontecimento, a informação e o conhecimento do cultural, social, econômico, político e natural. Além de situar o acontecimento e seu contexto, tal perspectiva explica de outras formas e estimula a perceber como se modifica, se tornando um pensamento *do* complexo ao passo que não o limita a um quadro ou perspectiva (MORIN, 2017).

Em continuação, se trata de procurar relações entre o todo e as partes, reconhecendo a unidade dentro do diverso ao mesmo tempo que o diverso dentro da unidade. Nesse sentido, se engana quem atribui à Morin uma visão holista, uma vez que ele diz que, como um dentre os princípios para se pensar a complexidade, o hologramático vai além do reducionismo que só vê a parte, bem como do holismo que só vê o todo. Afinal, como disse Pascal, não podemos conceber o todo sem as partes e vice-versa. Assim, “um pensamento unificador abre-se de si mesmo para o contexto dos contextos: o contexto planetário” (MORIN, 2017, p. 25), sendo o problema não abrir as fronteiras entre as disciplinas, mas transformar os princípios organizadores do pensamento que geram tais fronteiras.

Michel Cassé, em um banquete no Castelo de Beychevelle, quando um enólogo lhe perguntou o que um astrônomo via em seu copo de vinho *bordeaux*, respondeu assim: “Vejo o nascimento do Universo, pois vejo partículas que se formaram nele nos primeiros segundos. Vejo um Sol anterior ao nosso, pois nossos átomos de carbono foram gerados no seio desse grande astro que explodiu. Depois, esse carbono ligou-se a outros

átomos nessa espécie de lixeira cósmica em que os detritos, ao se agregarem, vão formar a Terra. Vejo a composição das macromoléculas que se uniram para dar nascimento à vida. Vejo as primeiras células vivas, o desenvolvimento do mundo vegetal, a domesticação da vinha nos países mediterrâneos. Vejo as bacanais e os festins. Vejo a seleção das castas, um cuidado milenar em torno dos vinhedos. Vejo, enfim, o desenvolvimento da técnica moderna que hoje permite controlar eletronicamente a temperatura de fermentação nas tinas. Vejo toda a história cósmica e humana nesse copo de vinho, e também, é claro, toda a história específica dos bordelês. (MORIN, 2017, p. 36-37)

A respeito dessa cabeça bem-feita, Morin apresenta pontos essenciais à missão de ensinar. Dentre eles estão ensinar sobre a história e cultura do seu país e continente; sobre a cidadania e humanidade em seu local, contexto histórico e diversidades tanto individuais quanto culturais; preparar para responder aos desafios e problemas cada vez mais complexos que se impõem; fornecer uma cultura que distingue, contextualize e globalize tais problemas multidimensionais, globais e fundamentais; e preparar para enfrentar as crescentes incertezas, imersas em uma história incerta e aleatória, promovendo a aposta por um mundo melhor (MORIN, 2017).

Para que isso ocorra, é necessária uma reforma do pensamento, cujo caráter paradigmático concerne nossa aptidão para organizar tanto o conhecimento da cultura das humanidades quanto da cultura científica, permitindo o pleno emprego da inteligência na resolução dos desafios globais. A reforma, então, se baseia na necessidade de formar para enfrentar os problemas da época e frear a expansão das autoridades e experts de toda ordem. Estes restringem a competência dos cidadãos condenados à aceitação pela ignorância em relação às decisões dos de inteligência míope e fracionária. O desenvolvimento da democracia, por sua vez, só é possível mediante a reorganização do saber que permita tanto isolar para conhecer quanto ligar o isolado, renascendo as noções ora pulverizadas do ser humano, da natureza, do cosmo e da realidade (MORIN, 2017, p. 103).

A crítica de Fazenda (2012b) à visão não apenas de Morin, mas também à de autores como Gusdorf, precursor do movimento interdisciplinar mencionado no início desse texto, é a de que eles acabam por relativizar, com pretensões de universalidade, as disciplinas. Para ela, ao apontarem as infinitas possibilidades de inter-relações, eles acabam por se limitar. A polêmica que envolve as comparações entre disciplina e interdisciplinar leva a uma nova inteligibilidade que cria distintas abordagens a respeito das noções entre parte e todo. “Essa nova abordagem é possibilitada ao submetê-la a um tratamento eminentemente pragmático, em que a ação passa a ser o ponto de convergência e partida entre o fazer e o pensar da interdisciplinaridade” (FAZENDA, 2012b, p. 67).

Ainda que polissêmica, a literatura tem mostrado que, de forma geral, há uma posição de consenso, envolta ao sentido da interdisciplinaridade, de superar a visão fragmentada do conhecimento ao caminhar para novas formas de organização e produção de saberes (VAZ, 2015). Ao contrastar as ideias de Edgar Morin, Ivani Fazenda e Hilton Japiassu, percebemos que, de certa forma, esses dois últimos tendem a convergir mais, enquanto as ideias de Morin, ao nosso ver, parecem se assemelhar mais às de Basarab Nicolescu, sendo também base para um movimento transdisciplinar.

Nicolescu, dentre os três últimos autores, se volta principalmente ao transdisciplinar, sendo interessante trazê-lo, ainda que aqui nos proponhamos a uma pesquisa de caráter interdisciplinar, particularmente para confrontarmos e delimitarmos demais conceitos também estudados ao se tratar da interdisciplinaridade. Como coloca Fazenda (2012a), quem habita o território da interdisciplinaridade não pode prescindir dos estudos transdisciplinares.

Ao trazermos seu conceito, “o prefixo ‘trans’ [...] diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de qualquer disciplina. Seu objetivo é a *compreensão do mundo presente*, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p. 53, grifo do autor):

As palavras *três* e *trans* tem a mesma raiz etimológica: ‘três’ significa a ‘transgressão do dois, o que vai além do dois’. A transdisciplinaridade é a transgressão da dualidade que opõe os pares binários: sujeito/objeto, subjetividade/objetividade, matéria/consciência, natureza/divino, simplicidade/complexidade, reducionismo/holismo, diversidade/unidade. Esta dualidade é transgredida pela unidade aberta que engloba tanto o Universo como o ser humano. (NICOLESCU, 1999, p. 64, grifo do autor)

Pesquisa transdisciplinar é a que se afirma no nível dos esquemas cognitivos podendo atravessar as disciplinas e visando à criação de um novo campo de conhecimento onde seja possível a existência de um novo paradigma ou de um novo modo de coexistência e diálogo entre os filósofos e os cientistas, os esquemas nocionais devendo circular da filosofia às ciências naturais e humanas, sem que haja nenhuma hierarquia entre esses diversos modos de problematização e experimentação. As noções mais fundamentais implicadas nesse tipo de pesquisa são as de cooperação, articulação, objeto e projeto comuns. [...] Diferentemente da pesquisa monodisciplinar, ela se interessa pela dinâmica gerada pela ação de vários níveis de Realidade. Não constituindo uma nova disciplina, passa pelo conhecimento disciplinar e dele se alimenta. [...] Creio que esse novo paradigma a ser criado, tendo por objetivo utópico a *compreensão do mundo presente*, embora reconhecendo a interdependência das disciplinas, promove sua comunicação sem ter que recorrer a nenhuma forma de redução: por exemplo, do biológico ao físico-químico ou do antropológico ao biológico. Donde seu caráter enciclopédico, no sentido grego de *Enkyklios Paidéia* pondo em ciclo (círculo) pedagógico todas as esferas do saber (disciplinas) até então incomunicáveis mediante uma articulação teórica das atividades

dos especialistas em torno da tentativa de resolução de um problema comum. Trata-se de um paradigma mais atento à legitimação epistemológica dos conhecimentos permitindo produzir, ensinar e praticar. Define-se pela concepção de representações ricas dos contextos considerados sobre os quais podemos raciocinar de modo ao mesmo tempo engenhoso e comunicável com o objetivo de elaborar propostas para a ação, procurando lançar mão do principal instrumento de que dispõe o espírito para representar e raciocinar: a conjunção, a capacidade de religar, contextualizar e globalizar. (JAPIASSU, 2006, p. 39-40, grifo do autor)

Para Nicolescu (1999), enquanto a pesquisa disciplinar diz respeito a um único nível de Realidade ou a seus fragmentos, a transdisciplinaridade se volta a dinâmica entre vários níveis da Realidade ao mesmo tempo. A ruptura do conhecimento se consumou e quem tenta atravessar as fronteiras percebe os riscos da aventura.

Além da falta de pontos comuns entre ciência e cultura, por exemplo, em que uma não acessa a nobreza ou prestígio da outra, vemos tal movimento mesmo no interior das ciências. Nos nossos dias, separamos as ciências exatas das ciências humanas, como se a primeira fosse desumana ou super-humana e a segunda inexata. A terminologia anglo-saxônica vai além ao falar de *hard sciences* e *soft sciences*. Nos últimos tempos, porém, estão se multiplicando os sinais de reaproximação entre as duas culturas (NICOLESCU, 1999).

O crescimento contemporâneo dos saberes não tem precedentes na história humana. Exploramos escalas outrora inimagináveis: do infinitamente pequeno ao infinitamente grande, do infinitamente curto ao infinitamente longo. A soma dos conhecimentos sobre o Universo e os sistemas naturais, acumulados durante o século XX, ultrapassa em muito tudo aquilo que pôde ser conhecido durante todos os outros séculos reunidos. Como se explica que quanto mais sabemos do que somos feitos, menos compreendemos *quem* somos? Como se explica que quanto mais conheçamos o universo exterior, mais o sentido de nossa vida e de nossa morte seja deixado de lado como insignificante e até absurdo? A atrofia do ser interior seria o preço a ser pago pelo conhecimento científico? A felicidade individual e social, que o cientificismo nos prometia, afasta-se indefinidamente como uma miragem. (NICOLESCU, 1999, p. 16, grifo do autor)

Japiassu (2006) concorda que, em um mundo onde não é possível entender o outro e em contrapartida às falsas seguranças das quais as disciplinas isoladas se vangloriam, é necessário se aventurar transdisciplinarmente para que compensem as lacunas de um pensamento científico mutilado e exijamos a restauração do pensamento globalizante, ainda que possa parecer utópico. A transdisciplinaridade, complementa Nicolescu (1999), não possui um objeto, mas preenche os vazios entre e através das disciplinas. Não é uma nova disciplina ou hiperdisciplina, mas se alimenta da pesquisa disciplinar.

Da mesma forma, a pesquisa transdisciplinar pode corresponder a diferentes graus, sendo capaz de se aproximar da interdisciplinaridade, por exemplo. Uma crítica feita por Nicolescu (1999), porém, é a de que, diferentemente da transdisciplinaridade, a interdisciplinaridade tem como finalidade a pesquisa disciplinar, sendo sua ambição a transferência de métodos de uma para outra. Para o pesquisador, existem três graus de interdisciplinaridade: o de aplicação, como na transferência de métodos da física nuclear para a medicina e a descoberta de novos tratamentos para o câncer; o epistemológico, em que, por exemplo, são produzidas análises interessantes na epistemologia do direito ao transferir para o campo métodos da lógica formal; e o de geração de novas disciplinas, como a física-matemática, a cosmologia quântica, a teoria do caos e a arte informática, chegando a contribuir para o big bang interdisciplinar. Nesse sentido, é impossível compreender o mundo presente se esse estiver inscrito na pesquisa disciplinar.

Entretanto, a transdisciplinaridade vem sendo confundida com a interdisciplinaridade e a pluridisciplinaridade. O termo surgiu há três décadas nos trabalhos de pesquisadores como Edgar Morin, “para traduzir a necessidade de uma jubilosa transgressão das fronteiras entre as disciplinas, sobretudo no campo do ensino e de ir além da pluri e da interdisciplinaridade” (NICOLESCU, 1999, p. 11). A interdisciplinaridade desloca o centro às fronteiras, enquanto o transdisciplinar que neutraliza a oposição dentre eles (JAPIASSU, 2006).

Além da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade, demais possibilidades de interações entre as disciplinas são a multidisciplinaridade e a pluridisciplinaridade, as quais resolvemos tratar e tecer comparações entre as abordagens aqui examinadas em momento mais oportuno (FERNANDES; FREITAS-REIS, 2023). Nas palavras de Nicolescu (1999, p. 55, grifo do autor), “*A disciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são as quatro flechas de um único e mesmo arco: o do conhecimento*”.

Em Morin (2017), são os complexos inter-multi-transdisciplinares responsáveis por um fecundo papel na história das ciências, sendo assim necessário conservar a noção de projeto comum. Mais uma vez reforçamos que, para a interdisciplinaridade, o problema se situa não sobre a disciplina em si, mas sim no excesso de sua valorização enquanto modo de conhecer (GATTI, 2018). Ainda assim, o que se vê é mais justaposição que ligação. Como o modo de conhecimento atual desune os objetos e os isola do seu contexto, é necessário conceber um modelo que una e situa o contexto em seu conjunto (MORIN, 2017).

Cientes da diversidade entre os sistemas educacionais ao redor do mundo, a mundialização dos desafios da nossa época leva à globalização também dos problemas educacionais. Seus abalos são sintomas de uma mesma fissura, para a qual não existe cura

milagrosa, mas um centro comum de questionamento (NICOLESCU, 1999). A interdisciplinaridade, então, deve ser entendida como uma atitude que resulte em “um trabalho perseverante de sínteses imaginativas bastante corajosas, sem ter a ilusão de que basta a simples colocação em contato dos cientistas de disciplinas diferentes para se criar a interdisciplinaridade” (JAPIASSU, 2006, p. 27). Com base nessas concepções, nos cabe agora considerar a possibilidade de entrelaçamentos entre a sala de aula de Química e a questão animal.

2.2.1 Por que trazer a questão animal para a sala de aula?

Desde sua homologação, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (BRASIL, 2001) entendem que a velocidade com que as inovações são produzidas e absorvidas acaba por tornar cristalizados os paradigmas de ensino ineficazes. Transbordam no currículo conteúdos insuficientes para uma formação interativa e social, o que incluiria os alunos e alunas como cidadãos. O documento é iniciado ao retratar o século XXI como possuidor de uma nova cultura em formação, emergindo um novo sentimento coletivo e mundial, caracterizado, dentre outras menções, pela compreensão do homem como um ser pluridimensional.

Verificando esse momento histórico, a universidade brasileira deve ser repensada e redefinida para lidar com o novo ser humano ao ser instrumento de ação. Ademais, ao reconhecer a necessidade de criar um modelo de curso superior, as Diretrizes informam não ser mais possível aceitar o ensino seccionado e departamentalizado em que disciplinas e docentes desconhecem uns aos outros. O relatório observa, nas discussões de diretrizes curriculares, tendências que visam uma formação mais global em que se inclui reflexões sobre caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania nos currículos. Assim, prega-se a “ampliação do leque de possibilidades a partir do projeto pedagógico da instituição que deverá, necessariamente, assentar-se sobre conceitos de ‘matéria’ e ‘interdisciplinaridade’ (BRASIL, 2001, p. 2).

Ao estudante de Química, então, deve ser dada a possibilidade de buscar o conhecimento de forma independente, participando, por exemplo, de projetos de pesquisa e grupos transdisciplinares de trabalhos. A título de exemplo, o licenciado deve, no âmbito das competências e habilidades com relação à formação pessoal, ser capaz de se engajar em estudos extracurriculares, possuir espírito investigativo e iniciativa para buscar soluções para questões relacionadas ao ensino da ciência, bem como acompanhar as rápidas mudanças

tecnológicas relacionadas à interdisciplinaridade para se garantir a qualidade do ensino (BRASIL, 2001).

Da mesma forma, para a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias “tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo.” (BRASIL, 2018, p. 547). Todavia, o documento alega não ser incomum que pessoas não apliquem os conhecimentos científicos na resolução de questões cotidianas, o que corrobora a necessidade de a área se debruçar no letramento científico da população. Para isso, entendemos que os esforços voltados à interdisciplinarização e contextualização das disciplinas, como os contidos nessa pesquisa, são essenciais.

Perante essa circunstância e às diversas mudanças previstas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, observa-se a preocupação dos documentos oficiais com a formação do estudante, o que tende a resultar em um currículo que inclua o fazer pensar reflexivo sobre temas éticos, solidários, responsáveis, de caráter e cidadania. Segundo a BNCC, é necessário compreender que não se visa, apenas, o aprendizado dos conceitos específicos de Química, Biologia e Física, mas a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos” (BRASIL, 2018, p. 547). A partir da leitura desses textos, percebe-se a importância atribuída a um ensino crítico e emancipatório, antagônico ao bancarismo tachado por Paulo Freire, capaz de possibilitar a compreensão tanto dos processos químicos quanto de um conhecimento científico intimamente relacionado a suas implicações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Tratando as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica,

Em certa medida, as diretrizes dialogam no sentido de que se idealiza algum nível de formação interdisciplinar para o licenciado e se sugere fortemente, ao estudante da educação básica, o acesso a um currículo integrado, de forma contextualizada e interdisciplinar ao longo de toda a sua formação escolar. (GATTI, 2018, p. 30)

Uma vez que o fazer interdisciplinar está em construção, não há modelo para se seguir. Dessa forma, é possível encontrar práticas que tomam diversas vias metodológicas, “como o ensino investigativo, a aprendizagem baseada em problemas, os casos simulados, as abordagens temáticas, a contextualização, as abordagens lúdicas” (GATTI, 2018, p. 29) dentre outras, fornecendo opções aos professores.

A respeito da contextualização, prática que permeia a presente pesquisa, para Wartha, Silva e Bejarano (2013), contextualizar é construir significados não neutros e, ao explicitar o cotidiano e contextos do mundo e da sociedade, implica a incorporação de valores, constrói compreensão de problemas sociais e culturais, e facilita os processos da descoberta. Em suma, “é levar o aluno a compreender a relevância e aplicar o conhecimento para entender os fatos, tendências, fenômenos, processos que o cercam” (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005, p. 43-44).

As instituições de ensino superior, assim, devem compreender seu papel social e humanístico, o que inclui os cursos de Química. Para tanto, a estrutura geral do curso deve ser definida em busca de minimizar a compartimentação do conhecimento, buscando a integração entre a Química e áreas afins (BRASIL, 2001). A partir de então, os benefícios alcançados vão além da mera exemplificação e do tornar o assunto interessante, podendo facilitar a aprendizagem, desenvolver valores para a formação do cidadão crítico e desenvolver práticas repletas de sentidos ligadas à problematização da realidade e à dialogicidade (WARTHA; FALJONI-ALÁRIO, 2005).

Na prática, ao tratarmos da execução de um projeto interdisciplinar, devemos estar cientes de que encontraremos percalços. Morin (2017) nos alerta para a rigidez, inflexibilidade e burocratização da imensa máquina da educação, havendo muitos docentes que, instalados em seus hábitos e autonomia, encaram o desafio como invisível e resistem. Como coloca Gatti (2018), os professores universitários passaram por uma formação extensa e específica, embora muitas vezes ela não tenha envolvido a licenciatura. Os químicos, por exemplo,

terminam seu curso com o modelo cartesiano de pensamento bastante estruturado, continuando a desenvolvê-lo na pós-graduação, o que leva a dificuldades na exploração das fronteiras disciplinares. Devido a este histórico, as barreiras da interdisciplinaridade no ensino superior são acentuadas, somando-se ainda o fato de o professor estar constantemente envolvido com ensino, pesquisa, extensão, eventos acadêmicos, e afazeres burocráticos. (GATTI, 2018, p. 29)

Como em Gatti (2018), nossa intenção não é culpabilizar determinados grupos de profissionais, posto que se situam em um ciclo historicamente construído e complexo. Sua dificultosa ruptura muitas vezes se acentua por falta de apoio institucional e, em alguns casos, de acomodação. O fazer interdisciplinar, assim, se mostra multifacetado e de difícil concretização, não sendo triviais as razões para buscá-lo. Dessa forma, “sem enveredar para

uma perspectiva maternalista, devemos nos manter empáticos aos professores, pois também o somos” (GATTI, 2018, p. 31).

Buscando, então, refúgio nas possíveis relações entre o veganismo e a educação em ciências desenvolvida em sala de aula, é possível considerar que a cultura ocidental está carregada de informações e costumes antropocêntricos ligados ao especismo, ou seja, à subjugação de um ser devido a sua espécie. Essa realidade reforça o viés em que animais são vistos unicamente através da perspectiva de utilidade ao ser humano, este como um ser à parte da natureza. Por outro lado, certo número de pessoas tem escolhido realizar adaptações em busca de mitigar os maus tratos a esses animais, estando o veganismo dentre elas (FERNANDES, 2019).

Sabemos que todo *novo* incomoda. Porque questiona o já adquirido, o já instituído, o já fixado e aceito. [...] O conservadorismo universitário tem um medo pânico do novo que põe em questão as estruturas mentais, as representações coletivas estabelecidas, as idéias sobre o mundo, a educação, os deuses e a boa ordem das “coisas”. [...] Nesta perspectiva, a reflexão interdisciplinar não é um empreendimento simplesmente escolar: contribui direta e decisivamente para que possamos modelar a fisionomia do homem de amanhã, vivendo num mundo de incertezas, pois não acredita mais no mito do progresso como necessidade histórica nem possui nenhum veículo suscetível de transportá-lo para um futuro radioso e feliz. (JAPIASSU, 2006, p. 37-38, grifo do autor)

Retomando a referência à Japiassu (2006) trazida no início dessa seção, a universidade mudou ao longo dos séculos em relação aos discursos clericais e burgueses, porém ainda é cúmplice da ordem dominante no sentido que continua transmitindo saberes um tanto aristocráticos e incompletos cultural e socialmente. É nesse sentido que o papel da instituição continua marginalizado, sendo necessário que repense sua missão como articuladora entre diversos conhecimentos.

A questão animal tem conquistado cada vez mais seu lugar no cotidiano mundial, o que inclui os espaços formais e não formais de educação. Então, ao tratarmos a temática do veganismo, cuja questão animal se encontra no cerne, cria-se uma relação ética que sugere o princípio da emancipação da exploração animal pelo ser humano, buscando findar sua utilização como comida, vestuário, *commodities*, trabalho, caça, experimento, dentre outros usos.

Pela inserção já presente nas legislações de ensino de temas ligados ao racismo, ao machismo, às questões indígenas e quaisquer outros temas discriminadores, acreditamos que a questão animal seja não apenas uma temática propícia à contextualização em sala de aula,

mas capaz de facilitar a aprendizagem, desenvolver valores para a formação do cidadão crítico e promover práticas voltadas à problematização da realidade. As instituições de ensino superior, assim, devem compreender seu papel social e humanístico, o que inclui os cursos de Química, visto que a forma como os animais são criados e consumidos contribui significativamente nos impactos ambientais gerados pelas ações antrópicas.

A utilização dos animais para os mais diversos fins se tornou um tabu reforçado pelas instituições pilares da sociedade, desde a medicina à educação. O consumo de animais, bem como outros sistemas exploradores, é relacionado à normalidade, naturalidade e necessidade. A quem não segue ou apoia tais atos é atribuído caráter patológico ou distorcido. Como resultado, o esquema nos guia sem que reflitamos sobre ele e o desconforto moral seja aliviado (JOY, 2014). Culturalmente, não apenas nos alimentamos e consumimos a partir de nossas crenças já estabelecidas, como as próprias instituições escolares tratam de reforçar tais pensamentos hegemônicos:

Alimentamos com nossas crenças ou nossa fé os mitos ou idéias oriundos de nossas mentes, e esses mitos ou idéias ganham consistência e poder. Não somos apenas possuidores de idéias, mas somos também possuídos por elas, capazes de morrer ou matar por uma idéia. Assim, seria preciso ajudar as mentes adolescentes a se movimentar na noosfera (mundo vivo, virtual e imaterial, constituído de informações, representações, conceitos, idéias, mitos que gozam de uma relativa autonomia e, ao mesmo tempo, são dependentes de nossas mentes e de nossa cultura) e ajudá-las a instaurar o convívio com suas idéias, nunca esquecendo que estas devem ser mantidas em seu papel mediador, impedindo que sejam identificadas com o real. As idéias não são apenas meios de comunicação com o real; elas podem tornar-se meios de ocultação. O aluno precisa saber que os homens não matam apenas à sombra de suas paixões, mas também à luz de suas racionalizações. (MORIN, 2003, p. 53-54)

Assim, trazer os animais para a sala de aula conflui com o propósito de abrir as disciplinas e expandir os saberes para além daqueles compartimentados. Claramente, não nos interessa um engajamento em torno de impor dogmas ou de convencimento, mas romper com conhecimentos incompletos e há muito cristalizados. Com isso, nos preocupamos em formar cidadãos mais livres e críticos sobre o mundo ao nosso redor.

Além dessas motivações, Silva (2011) apresenta cinco propostas para tornar o ensino de Química mais atraente. Dentre elas, além da interdisciplinaridade e contextualização, está a contemplação de assuntos que focalizem a cidadania, a participação, o debate e a problematização. Para o autor, temas atuais e de importância devem ser trabalhados juntamente às aulas sempre que possível, sendo o meio ambiente em suas diversas vertentes o

exemplo utilizado. Assim, a partir das diversas práticas pedagógicas, que vão da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação ao lúdico, é possível, sem prejuízo ao conteúdo específico da disciplina, efetivar um ensino amplo.

Com o objetivo de expor problemas centrais que, apesar de permanecerem ignorados, são necessários para se ensinar no século XXI, também tomamos como base Morin (2000) ao apresentar sete saberes fundamentais à educação do futuro. Em linhas gerais:

- ✓ O primeiro saber, denominado “as cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão”, atribui tal cegueira à educação que busca transmitir conhecimentos e desconhece o significado de conhecimento humano. O conhecimento, assim, deve ser entendido a partir da sua natureza, enfrentando os riscos da ilusão rumo à lucidez. Dessa forma, é preciso estudar características cerebrais, mentais e culturais dos conhecimentos, bem como os processos e disposições que levam ao erro;
- ✓ Segundo saber, “os princípios do conhecimento pertinente” falam sobre a necessidade, muito ignorada, de promover um conhecimento que consiga apreender primeiramente problemas globais e fundamentais para, então, inserir aqueles parciais e locais. Em um modelo de ensino parcelado em disciplinas, o vínculo entre as partes e a totalidade costuma ser impedido, sendo necessário desenvolver a aptidão para apreender os objetos em sua complexidade;
- ✓ “Ensinar a condição humana” é o terceiro saber, baseando-se no princípio de que somos seres históricos, sociais, culturais, psíquicos, biológicos e físicos. Apesar de demandar um estudo complexo, a natureza humana é compartimentada em disciplinas. Tal situação impossibilita sua compreensão, sendo importante restaurá-la para que, dessa forma, a condição humana seja conhecida com consciência e se torne objeto essencial do ensino nas ciências da natureza e humanas, na literatura e filosofia, de forma indissolúvel;
- ✓ Já “ensinar a identidade terrena” fala sobre o destino planetário do ser humano, tema esse relacionado aos desenvolvimentos e identidade terrena, como objeto da educação. Exemplos são a história da comunicação através dos continentes no século XVI, contexto e consequências; e a crise planetária, bem como o relativo destino comum a todo ser humano;
- ✓ “Enfrentar as incertezas” diz respeito às incertezas que surgiram junto aos diversos campos científicos, sendo ensinadas estratégias para enfrentá-las e modificar seu desenvolvimento em meio às informações e certezas construídas ao longo do tempo. É

preciso, assim, preparar mentes para o inesperado, cientes de que muitos acontecimentos da história, ao contrário do que se acreditava, não foram previstos;

- ✓ Penúltimo saber, “ensinar a compreensão” trata de algo ausente no currículo. A compreensão mútua entre quaisquer seres humanos é vital para que saíamos de um estado de incompreensão nas nossas relações. Para tanto, é necessário estudar a incompreensão e suas raízes, como no caso do racismo, xenofobia e desprezo, mirando a educação para a paz;
- ✓ Por último, “a ética do gênero humano” lida com a condição humana enquanto indivíduo, sociedade e espécie, a partir dos quais podemos nos adentrar na democracia e cidadania terrestre. A ética, então, deve ser formada a partir desse caráter ternário, enquanto parte de algo maior, comunitário e consciente.

Partindo dessas ideias, como pôde ser percebido no capítulo anterior e será visto a frente, cabe suscitar debates que nos remetam a temáticas ambientais, nutricionais e bioquímicas, às quais estão ligados, ainda que nem sempre realçados, os papéis dos animais. Mais especificamente, pode-se tratar os temas ao se explorar o viés do agronegócio através das emissões de gases do efeito estufa na criação animal, bem como das contaminações aquáticas e dos solos envolvendo descartes indevidos provenientes da indústria pecuária pelo olhar de um ecossistema equilibrado. O assunto ainda incute a relação causal entre o consumo indiscriminado de animais na alimentação e doenças modernas, bem como queimadas criminosas e grilagem de terras, pontos plenos de conteúdos químicos, questões éticas e globalizantes.

Segundo os dois sentidos do termo “conservação”, o caráter conservador da Universidade pode ser vital ou estéril. A conservação é vital quando significa salvaguarda e preservação, pois só se pode preparar um futuro salvando um passado, e estamos em um século onde múltiplas e poderosas forças de desintegração cultural estão em atividade. Mas a conservação é estéril quando é dogmática, cristalizada, rígida. (MORIN, 2017, p. 81)

Morin (2003), como foi possível notar, é um dos pensadores que, convencidos da necessidade de uma reforma do pensamento e, portanto, do ensino, conjecturam que os saberes estritamente compartimentados entre disciplinas geram inadequação, ao passo que as realidades e problemas se encontram cada vez mais polidisciplinares, multidimensionais e transversais. Para ele, além da ideia de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, é importante ecologizar as disciplinas levando em conta o que lhes é contextual. Isso envolve suas condições culturais e sociais, analisando onde nascem, ficam esclerosadas e

transformam-se. Assim, um outro termo necessário é o meta-disciplinar, aquele que não demole ou rompe, mas ultrapassa: “é preciso que uma disciplina seja, ao mesmo tempo, aberta e fechada” (MORIN, 2017, p. 115).

Com isso em mente, foi possível ver a criação de algumas disciplinas fronteiriças como Físico-química, Biofísica e Bioquímica (JAPIASSU, 2006), bem como as já mencionadas física-matemática, a cosmologia quântica, a teoria do caos e a arte informática de Niculescu (1999). Dentre os exemplos apresentados por Morin (2017) no ensejo de demonstrar que grandes descobertas científicas demandaram transcender o campo disciplinar são a origem das espécies de Darwin, a teoria dos desvios dos continentes de Wegener, a projeção de problemas da termodinâmica e da organização física a organismos biológicos por Schrödinger e o nascimento da Biologia Molecular.

Morin traz alguns exemplos de novas ciências que são poli ou transdisciplinares, cujo objeto é um sistema complexo, logo formado por partes de um todo que não apenas se somam, mas que atuam em sinergia: “realizam o restabelecimento dos conjuntos constituídos, a partir de interações, retroações, inter-retroações, e constituem complexos que se organizam a si próprios.” (MORIN, 2017, p. 27). Dentre elas está a ecologia:

A idéia de sistema foi introduzida e impôs-se, sob a forma de ecossistema, em uma ciência que, fundada no final do século XIX, conheceu um prodigioso desenvolvimento a partir do início dos anos 1960: a Ecologia. A noção de ecossistema significa que o conjunto das interações entre populações vivas no seio de uma determinada unidade geofísica constitui uma unidade complexa de caráter organizador: um ecossistema. Como é sabido, a partir dos anos 70 a pesquisa ecológica estendeu-se à biosfera como um todo, sendo esta concebida como um megassistema auto-regulador que admite em seu âmago os desenvolvimentos técnicos e econômicos propriamente humanos que passam a perturbá-lo. A ecologia, que tem um ecossistema como objeto de estudo, recorre a múltiplas disciplinas físicas para apreender o biotopo e às disciplinas biológicas (Zoologia, Botânica, Microbiologia) para estudar a biocenose. Além disso, precisa recorrer às ciências humanas para analisar as interações entre o mundo humano e a biosfera. Assim, disciplinas extremamente distintas são associadas e orquestradas na ciência ecológica. (MORIN, 2017, p. 27-28)

Para Niculescu (1999), o estudo da Natureza viva pede uma nova metodologia. Nosso tema, além de fugir ao disciplinar, traz grandes problemas da nossa época. Dessa forma, trazê-lo ao curso de Química, especificamente em disciplinas ligadas ao biológico e ao ambiental, como será visto adiante, certamente contribuirá com o seu enriquecimento.

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA

Como sempre, a iniciativa só pode partir de uma minoria, a princípio incompreendida, às vezes perseguida. Depois, a ideia é disseminada e, quando se difunde, torna-se uma força atuante.
Edgar Morin

Com a finalidade de construir um cenário da abordagem dos animais na área de ensino de química, realizamos uma revisão em periódicos e eventos cujos temas abarcam, prioritariamente, química, educação, ensino, ciências, interdisciplinaridade e educação ambiental. Reconhecemos ser possível encontrar as temáticas visadas em uma maior variedade de fontes que não as que apresentamos aqui, porém não pretendemos realizar um estado da arte ou mesmo um estado do conhecimento (ROMANOWSKI; ENS, 2006), mas encontrar material representativo o suficiente para construir uma base de referências a respeito da temática.

Para essa revisão, selecionamos 5 periódicos cujas temáticas centrais são a educação química e ciências naturais, sendo todos eles classificados de acordo com o Qualis CAPES, como pode ser visto na tabela 1. Em relação aos eventos, selecionamos 3, todos de abrangência nacional e mesmas temáticas dos periódicos, totalizando 8 fontes de dados. Estas foram a Revista Ciência & Educação; Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Investigações em Ensino de Ciências (ienci); Revista Química Nova; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC); Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ); e Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ).

O período determinado para a análise foi de 2003 – ano de fundação da Sociedade Vegetariana Brasileira devido à sua importância para o ativismo no país, tratando-se, portanto, de um marco propício para o início das análises – a 2022. Ao total, foram 22 anos, 9 volumes, cada um correspondente a 1 ano, e 186 números e publicados.

Ressaltamos que o ENPEC e o ENEQ ocorrem em anos alternados, ímpares e pares, respectivamente, enquanto os periódicos publicam tri, quadrimestralmente ou em fluxo contínuo. Ademais, diferentemente dos outros eventos, os quais incluímos todos os eixos temáticos nas análises, devido ao número superior de edições e à característica mais abrangente da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, logo aos eixos temáticos não necessariamente relacionados ao âmbito educacional – como química analítica, química

de materiais e química teórica – selecionamos, em seus anais, apenas as categorias “ensino de química” e “*chemical education*”, no caso da 40ª edição, que ocorreu concomitantemente à IUPAC 49th General Assembly.

Tabela 1 - Relação dos eventos e periódicos selecionados.

Periódico/ Evento	Classificação (quadriênio 2013-2016)			Classificação (quadriênio 2017-2020)
	Educação	Química	Ciências Ambientais	
Ciência & Educação	A1	B5	B1	A1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A2	C	B1	A1
Investigações em Ensino de Ciências - ienci	A2	B5	-	A1
Química Nova	A2	B2	A2	A4
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC	A2	C	B3	A1
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC	-	-	-	-
Encontro Nacional de Ensino de Química - ENEQ	-	-	-	-
Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química - RASBQ	-	-	-	-

Total de 8 fontes de dados

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Partindo para os termos de busca nos títulos dos trabalhos, estes abrangeram quatro vertentes: os animais de forma geral, a alimentação, o meio ambiente e o veganismo. São eles: *Animal; Animales; Animais; Animals; Alimentação; Alimentar; Alimento; Alimentario; Alimentício(s); Food; Dieta; Dietary; Ambiente; Ambiental; Socioambiental(is); Environment; Environmental; Vegetarianismo; Vegetariano(a); Vegano(a); Veganismo; Vegan; Veggie; Vegetarianism; Vegetarian; e Veganism*. Assim, as buscas não se limitaram a trabalhos em língua portuguesa, uma vez que também eram permitidas publicações nas línguas inglesa e espanhola dentre as fontes de dados.

Grande parte dos trabalhos foi localizada por meio dos *sites* dos periódicos e de cada edição dos eventos, havendo casos em que foi necessário entrar em contato com membros da

comissão organizadora para solicitar anais não encontrados *online*¹¹. As palavras-chave foram, então, inseridas nas ferramentas de busca, fosse essa um recurso próprio do site ou de forma manual, sendo também que em outras vezes foi necessário abrir os documentos individualmente. Como os termos são semelhantes, em alguns casos foi possível utilizar abreviações abrangentes como *Aliment*, *Veg* e *Ambient*, poupando tempo de busca.

Alguns dos trabalhos de eventos não puderam ser abertos, possivelmente por falhas nas páginas de origem. A partir de pesquisas na Plataforma Lattes, entramos em contato com os autores encontrados para que pudessem disponibilizá-los, porém não obtivemos retorno. Dos 10 trabalhos não localizados, 6 foram descartados, visto que seus títulos indicavam práticas na Educação Básica ou em outras áreas de conhecimento que não a química. Em relação aos demais textos, uma vez que apenas os títulos não foram suficientes para definir se se encaixavam nos parâmetros definidos aqui, não puderam ser analisados satisfatoriamente¹².

A partir da busca por palavras-chave nos títulos dos trabalhos, foi possível realizar a distribuição, entre as quatro vertentes, de 1.586 textos. Desse total, como pode ser visto na tabela 2, 40 (2,5%) se encaixaram na vertente *Animais*, 3 (0,2%) na vertente *Veganismo*, 233 (14,7%) na vertente *Alimentação* e 1.310, representando 82,6% do total, na vertente *Meio Ambiente*. A respeito desta última, o eixo exprimiu entre 71 e 93% dos trabalhos encontrados em cada fonte de dados.

Reforçamos que quatro termos genéricos *Animais*, *Alimentação*, *Meio Ambiente* e *Veganismo*, bem como os termos-chave utilizados, não são suficientes para englobar o universo presente na seleção, menos ainda para definir a questão animal. Entretanto, para o dado momento, serão satisfatórios em busca de organização dos dados. Mais adiante, cada

¹¹ Aqui cabe agradecimento à professora Nyuara Mesquita, da Universidade Federal de Goiás, pela ajuda.

¹² RUBIO, M. del C. V.; NAVARRETE, M. G. U.; RODRÍGUEZ, M. I. D.; GARCÍA, L. D. M. La Microescala en Análisis Físicos y Químicos de Alimentos. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 27., 2004, Salvador. **Anais** [...]. Salvador, 2004.

VILLAR, M. C.; URIZAR, M. G.; RODRÍGUEZ, M. I.; MIRABAL, L. D. Ventajas Ambientales de la Microescala en Análisis Industriales. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 27., 2004, Salvador. **Anais** [...]. Salvador, 2004.

SANTOS, E. R. *et al.* Conservação dos Alimentos, um Processo de Controle de Reações: contextualizando o estudo da cinética. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 27., 2004, Salvador. **Anais** [...]. Salvador, 2004.

VASCONCELOS, K. O.; ALCANTARA, G. B.; RECENA, M. C. O. Plásticos: evolução, arte, praticidade e como fica o meio ambiente?. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA*, 26., 2003, Poços de Caldas. **Anais** [...]. Poços de Caldas, 2003.

publicação será abordada de forma mais individualizada. Vale, também, ponderar que houve casos de uma única obra ter se encaixado em dois eixos – uma vez que seu título dispôs de termos relacionados a ambas – logo esse número não se traduz na soma da quantidade de trabalhos encontrados, mas na porção de classificações, ainda que a diferença tenha sido pequena. Além disso, trabalhos repetidos foram contabilizados apenas uma vez.

Tabela 2 - Relação dos trabalhos encontrados.

Evento	Categoria								Total de trabalhos encontrados	
	Animais		Veganismo		Meio Ambiente		Alimentação			
ENEQ	0	-	0	-	270	81,1%	63	18,9%	333	21,0%
RASBQ	0	-	0	-	135	76,3%	42	23,7%	177	11,2%
ENPEC	19	2,7%	3	0,4%	606	84,8%	87	12,2%	715	45,1%
Ciência & Educação	2	1,8%	0	-	106	93,0%	6	5,3%	114	7,2%
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1	3,4%	0	-	26	89,7%	2	6,9%	29	1,8%
Investigações em Ensino de Ciências	7	21,9%	0	-	25	78,1%	0	-	32	2,0%
RBPEC	2	4,2%	0	-	43	89,6%	3	6,3%	48	3,0%
Química Nova	9	6,5%	0	-	99	71,7%	30	21,7%	138	8,7%
Soma	40	2,5%	3	0,2%	1.310	82,6%	233	14,7%	1.586	

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ainda que o ENEQ e o ENPEC sejam eventos bienais e a RASBQ anual, logo possuem menos edições publicadas em relação aos periódicos durante o mesmo tempo, já era esperado que os trabalhos encontrados em anais fossem constituir maior peso, visto que o número de submissões e aceites é relativamente maior. Assim, os três eventos foram responsáveis por ~77% dos textos encontrados. A Química Nova, por sua vez, foi o periódico de maior contribuição, uma vez que a quantidade de números durante o período analisado foi de 100.

Também vale destacar que o ENPEC foi a única fonte de dados a apresentar trabalhos cujos títulos se relacionassem ao veganismo, sendo datados de 2017, 2019 e 2021, este último de nossa autoria. Ainda assim, essa quantidade representou 0,4% de todos os textos encontrados nas edições dos Encontros. Embora existam numerosos temas a serem tratados na área de ciências, sendo complexo definir e considerar determinado número de publicações significativo, isso pode indicar uma exploração incipiente no que se trata desse tema em particular. A vertente *Animais*, por sua vez, também correspondeu a um número total baixo, ainda que esta não necessitasse apresentar viés ideológico.

De posse dos trabalhos encontrados a partir dos termos de busca, o próximo passo consistiu em analisar seus títulos, resumos e, quando necessário, seus textos em totalidade, visando a seleção daqueles que passariam para a fase de análise. Dentre os critérios utilizados nesta triagem, buscamos abranger práticas em espaços formais e não-formais, seja por uma intervenção externa ou não; levantamentos de concepções de professores e alunos do curso acerca de temáticas ambientais; casos que compreendessem, além do curso de Licenciatura em Química, a modalidade bacharelado, outras licenciaturas e mesmo cursos de nível médio técnico.

No caminho contrário, não incorporamos à seleção pesquisas que apenas propusessem intervenção, mas sim que investigassem os resultados de práticas que ocorreram ou ocorrem nos espaços de aprendizagem, já que esses fins se assemelham mais a nossa proposta de pesquisa. Além disso, foram excluídos aqueles textos embasados apenas na Educação Básica, em Pós-graduações e demais trabalhos que não interessassem ao objetivo dessa revisão, como foi o caso de análises de documentos que compõem o currículo do curso. Ao final dessa pré-seleção, selecionamos aqueles que ao menos tangenciassem, direta ou indiretamente e de acordo com o referencial teórico aqui abordado, a temática animal no Ensino Superior em cursos de Licenciatura em Química.

Ao total, encontramos 1.586 trabalhos, dentre os quais houve aqueles que se inserissem nas vertentes *Veganismo*. Ao separar os artigos de acordo com os parâmetros determinados, selecionamos 21 (1,32% do total), sendo que não houve nenhum que correspondesse a essa categoria. Isso sugere que, em 20 anos de publicações nas bases bibliográficas visando esses temas específicos e apesar das tentativas de aumento da visibilidade do movimento animal, essa problematização ainda não chegou às Instituições de Ensino Superior brasileiras.

Durante a seleção, notamos que uma das razões para o grande número de trabalhos encontrados com as palavras-chaves do eixo *Meio Ambiente* foi a diversidade de sentidos para

a palavra *ambiente*. Nessa perspectiva, encontramos diversos “ambiente escolar”, “ambiente de sala de aula”, “ambiente virtual”, “ambientes não-formais”, “ambiente de aprendizagem” e mesmo “temperatura ambiente”. Ainda assim, essa vertente continuou sendo a mais abordada em comparação às outras, com 17 trabalhos selecionados, o que demonstra grande preocupação por parte dos pesquisadores em ensino de ciências e química com questões ambientais.

Analisando a tabela 3, também é possível observar que apenas o ENEQ e o periódico *Ciência & Educação* apresentaram trabalhos selecionados na vertente *Alimentação* (2). Ademais, se tratando da razão centesimal entre os trabalhos selecionados por evento e a soma de 21, os três eventos seguem a tendência da tabela anterior, sendo responsáveis por ~66,7% do total. Já os periódicos *Ensaio e Investigações em Ensino de Ciências*, apesar de não terem contribuído com as demais categorias, foram os únicos com artigos na vertente *Animais*.

Tabela 3 - Relação dos trabalhos selecionados.

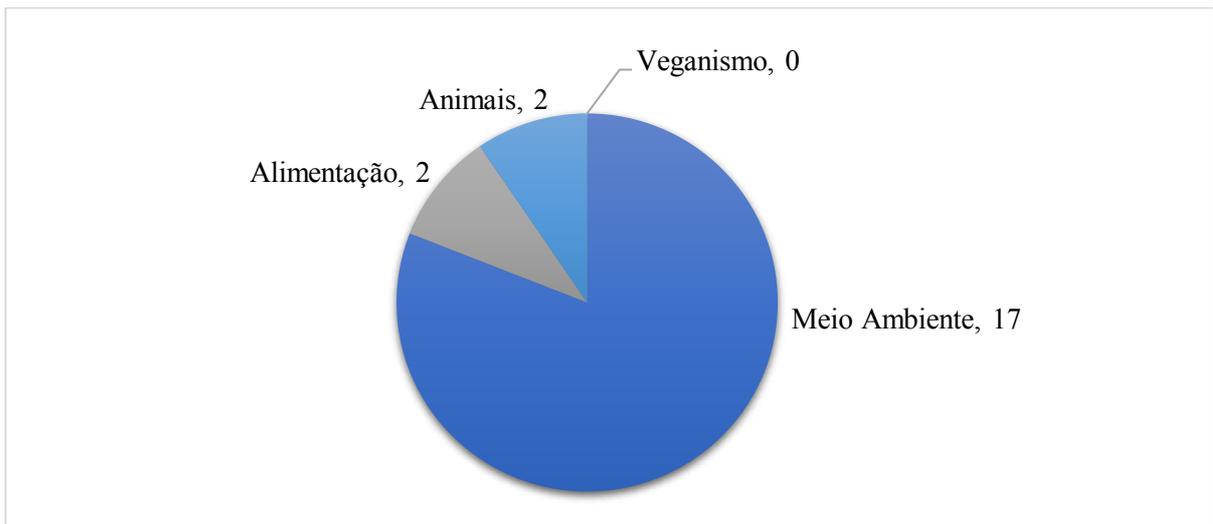
Evento/Periódico	Vertente			Total de trabalhos selecionados	Trabalhos selecionados/total
	Animais	Meio Ambiente	Alimentação		
ENEQ	-	5	1	6	28,57%
RASBQ	-	3	-	3	14,28%
ENPEC	-	5	-	5	23,81%
<i>Ciência & Educação</i>	-	1	-	1	4,76%
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1	-	-	1	4,76%
Investigações em Ensino de Ciências	1	-	-	1	4,76%
RBPEC	-	-	1	1	4,57%
Química Nova	-	3	-	3	14,28%
Soma	2	17	2	21	1,32% ¹³

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

¹³ Esse resultado é a razão centesimal entre o número de trabalhos encontrados e selecionados.

De acordo com o gráfico abaixo, que traz o número de trabalhos selecionados por vertente, fica clara a contribuição do eixo *Meio Ambiente* como maior porção, em contrapartida ao número de publicações sobre *Alimentação* e *Animais*, temas menos emergentes, e àquele que não apareceu. Mais uma vez é possível observar a importância deste primeiro tema em si, estando ele conectado aos animais, silenciando-os ou não.

Gráfico 2 - Número de trabalhos selecionados por grande tema.



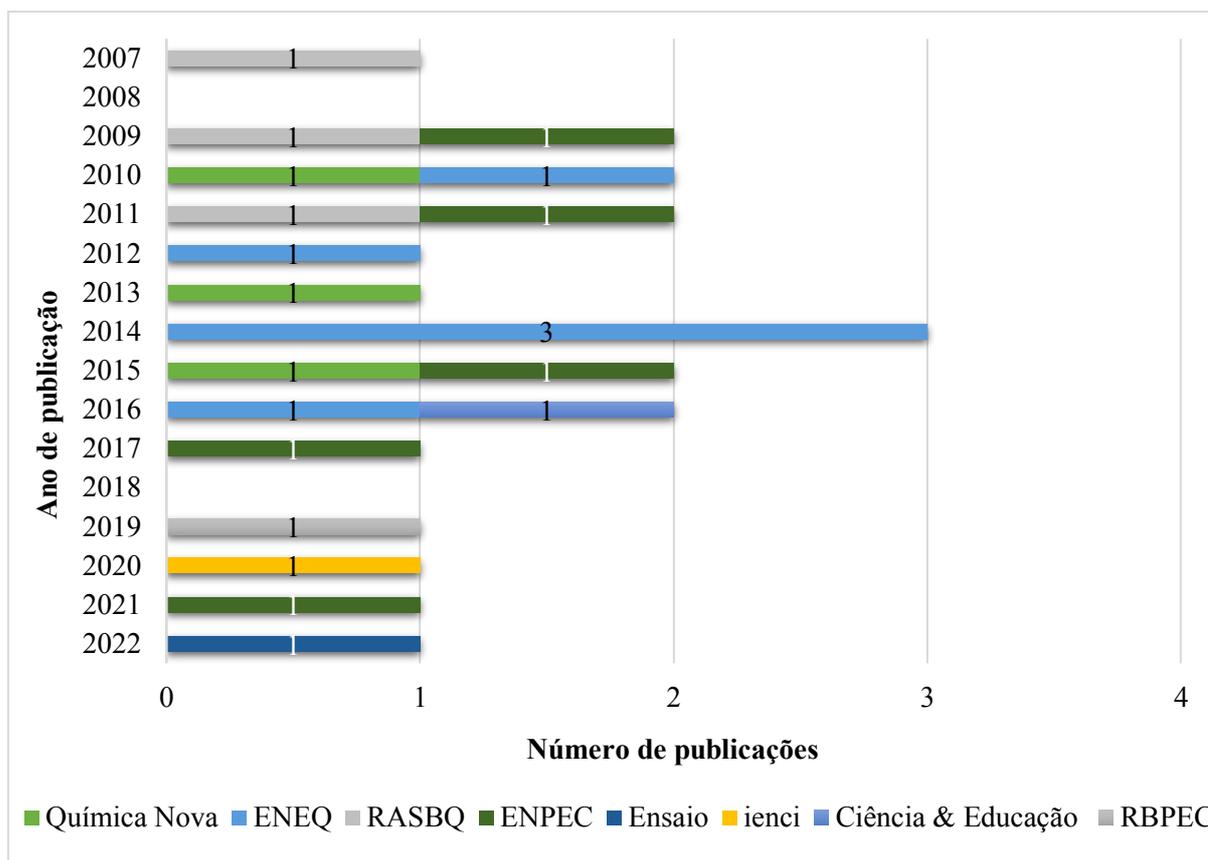
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ainda em relação aos 21 trabalhos selecionados, os organizamos de forma que fosse possível sua apreciação por data de publicação. Primeiramente, de acordo com o gráfico 3, é possível notar que não houve publicações até 2007, depois nos anos de 2008 e 2018, o que sugere que o período inicial delineado poderia ter sido mais restrito. Os ENEQ e ENPEC ganham destaque, aparecendo em anos alternados. Nesse mesmo sentido, os periódicos *Ciência & Educação*, *Ensaio*, *ienci* e *RBPEC* aparecem pouco, ainda que essas aparições ocorram em anos mais recentes.

Sabendo que os dois trabalhos de temática alimentícia foram publicados em 2012 e 2019, não é possível afirmar que existe alguma tendência anual de alta, uma vez que houve pico em 2014, seguido de baixa. Apesar disso, não era esperada qualquer propensão uma vez que, ainda que todo o processo seguido para se chegar nesse resultado buscasse certa homogeneização a partir de critérios definidos, nenhum dos trabalhos trata diretamente sobre animais. Em outras palavras, os textos selecionados, ainda que tratem do meio ambiente e da alimentação, possuem temáticas secundárias demasiadamente diversificadas, o que torna difícil encontrar um padrão claro necessário para que se espere certa tendência em relação ao

número de publicações em determinado intervalo de tempo. Chamou nossa atenção, entretanto, os dois trabalhos de temática animal terem sido publicados recentemente, em 2020 e 2022.

Gráfico 3 - Número e ano de publicação dos trabalhos por evento/periódico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dos três eventos analisados, cujas áreas temáticas são o ensino de química e a educação em ciências – lembrando que analisamos, nos anais das RASBQ, apenas os eixos temáticos que também correspondem a essas áreas – não foi possível encontrar mais informações a respeito do foco e escopo das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química de uma forma geral. A respeito dos Encontro Nacionais de Ensino de Química e de Pesquisa em Educação em Ciências, ambos visam pluralidade e abertura ao debate, como pode ser visto adiante.

Ainda que tenham suas singularidades, as buscas feitas nas edições dos encontros geraram resultados diversificados, contribuindo para uma discussão através de diferentes vertentes. Primeiramente, o ENEQ prioriza experiências de discentes, docentes e pesquisadores de todos os níveis educacionais, buscando melhores formas de lidar com as

situações diversas vivenciadas na área a partir da troca e do diálogo. Por sua vez, o ENPEC possui foco e escopo semelhante, abrindo o evento para outras áreas na educação em ciências da natureza que não a química, por exemplo o caso da saúde e do ambiente, como o é com sua instituição promotora, a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC).

Quadro 5 - Focos e escopos dos eventos.

Evento	Foco e Escopo
Encontro Nacional de Ensino de Química	Principal evento na área de educação química do país, articula-se em torno de objetivos como congregar professores, estudantes e demais interessados na área, envolvidos na educação básica e no nível superior com o ensino e a formação em química, promovendo interações, ações e construções para participar de debates que visem os avanços e dilemas vivenciados na área; e intensificar a interlocução de grupos de pesquisa e desenvolvimento atuantes em linhas temáticas da área, inter-relacionando e alimentando conhecimentos, ações e mudanças junto a comunidades, em âmbito local, regional e nacional ao incrementar e articular contatos diversificados concernentes à produções científicas relevantes
Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química	Maior evento de química da América Latina, conta com grande participação da comunidade química e de áreas afins
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	O principal objetivo dos encontros é reunir e favorecer a interação entre os pesquisadores das áreas de ensino de física, de biologia, de química, de geociências, de ambiente, de saúde e áreas afins, com a finalidade de discutir trabalhos de pesquisa recentes e tratar de temas de interesse da ABRAPEC. Seu público é formado por interessados na pesquisa em educação em ciências da natureza, da saúde e do ambiente, incluindo professores-pesquisadores da Educação Básica e Superior, estudantes de pós-graduação, estudantes de licenciatura, formadores de professores e pesquisadores

Fonte: Informações retiradas das páginas dos eventos.

Especificamente a respeito dos temas de cada uma das edições do ENEQ, houve publicações selecionadas em 4 das 9 edições do evento: XV, XVI, XVII e XVIII. Como podemos ver abaixo, a 7ª edição seria, possivelmente, a menos propensa a publicações com o foco proposto aqui, considerando as áreas temáticas privilegiadas. Chamou nossa atenção,

pensando em sua (in)coerência com os critérios de seleção desta revisão, o tema da edição de 2018: “Docência em química: transformações e mudanças no contexto educacional contemporâneo”.

Quadro 6 - Edições do Encontro Nacional de Ensino de Química.

Edição	Cidade	Tema
2021 XX ENEQ	Virtual	Para que o ensino de química? – Reflexões sobre as pesquisas e ações da área no século XXI
2018 XIX ENEQ	Rio Branco/AC	Docência em química: transformações e mudanças no contexto educacional contemporâneo
2016 XVIII ENEQ	Florianópolis/SC	Os desafios da formação e do trabalho do professor de química no mundo contemporâneo
2014 XVII ENEQ	Ouro Preto/MG	A integração entre pesquisa e escola abrindo possibilidades para um ensino de química melhor
2012 XVI ENEQ	Salvador/BA	O ensino de química: consolidação dos avanços e perspectivas futuras
2010 XV ENEQ	Brasília/DF	A formação do professor de química e os desafios da sala de aula
2008 XIV ENEQ	Curitiba/PR	Conhecimento químico: desafios e possibilidades da pesquisa e da ação docente
2006 XIII ENEQ	Campinas/SP	Educação em química no Brasil: 25 anos de ENEQ
2004 XII ENEQ	Goiânia/GO	As novas políticas educacionais e seus impactos no ensino de química
Total de nove edições/anais		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por sua vez, o ENPEC trata de discutir pesquisas recentes nas diversas áreas que compõem o ensino de ciências, visando um público-alvo democrático e aparentando possuir grande interesse no social, como é possível notar pelos temas das edições. Analisando tais temáticas, mais uma vez se percebe a abertura para as temáticas ambientais, alimentares e animais. Indicativo disso é apenas a edição de 2005, cujo tema não foi encontrado, não ter apresentado trabalhos selecionados.

Quadro 7 - Edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.

Edição	Cidade	Tema
2021 XIII ENPEC	Virtual	A centralidade da pesquisa em educação em ciências em tempos de movimentos de não ciência: interação, comunicação e legitimação
2019 XII ENPEC	Natal/RN	Diferença, justiça social e democracia
2017 XI ENPEC	Florianópolis/SC	20 anos de ABRAPEC: memórias de conquistas e movimentos de resistência
2015 X ENPEC	Águas de Lindoia/SP	As políticas educacionais e educação em ciências: impactos na pesquisa, no ensino e na formação profissional
2013 IX ENPEC	Águas de Lindoia/SP	A pesquisa em educação em ciências e seus impactos em sala de aula
2011 VIII ENPEC	Campinas/SP	*
2009 VII ENPEC	Florianópolis/SC	Ciência, cultura e cidadania
2007 VI ENPEC	Florianópolis/SC	*
2005 V ENPEC	Bauru/SP	*
2003 IV ENPEC	Bauru/SP	*14
Total de dez edições/anais		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A respeito das edições da RASBQ, é conhecido que tais eventos abrangem todas as grandes áreas relacionadas à química, logo não apenas a Educação. Dessa forma, nota-se que os temas são igualmente abrangentes. Ainda assim, temáticas como “Construindo o amanhã”,

¹⁴ Alguns temas não foram encontrados nas páginas das edições dos eventos. Ao entrar em contato com a ABRAPEC, em fevereiro de 2020, fui gentilmente informada pela secretaria sobre a possibilidade de não terem sido definidos: “Caso não tenha encontrado no site nem nas circulares que podem ser encontradas no *google*, é porque possivelmente a antiga diretoria optou por não definir temática específica.”

“*Sustainability & diversity through chemistry*”, “Responsabilidade, ética e progresso social”, “Química é energia: transforma a vida e preserva o ambiente” e “Química para o desenvolvimento sustentável e inclusão social” sugerem abertura para os objetivos da presente pesquisa. Das 20 edições que ocorreram no período delimitado, três constituíram a amostra de trabalhos selecionados, o que faz dessa fonte de pesquisa a mais abrangente nesse sentido. As edições mencionadas foram as 30^a, 32^a e 34^a.

Quadro 8 - Edições da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.

(continua)

Edição	Local	Tema
2022 45 ^a RASBQ	Maceió/AL	Química para o desenvolvimento sustentável e soberano
2021 44 ^a RASBQ	Virtual	Ligações que transformam
2020 43 ^a RASBQ	Virtual	*
2019 42 ^a RASBQ	Joinville/SC	Eixos mobilizadores em química
2018 41 ^a RASBQ	Foz do Iguaçu/PR	Construindo o amanhã
2017 40 ^a RASBQ	São Paulo/SP	<i>Sustainability & diversity through chemistry</i>
2016 39 ^a RASBQ	Goiânia/GO	Criar e empreender
2015 38 ^a RASBQ	Águas de Lindóia/SP	#LuzQuímicaAção
2014 37 ^a RASBQ	Natal/RN	O papel da química no cenário econômico atual: competitividade com responsabilidade
2013 36 ^a RASBQ	Águas de Lindóia/SP	Química sem fronteiras
2012 35 ^a RASBQ	Águas de Lindóia/SP	Responsabilidade, ética e progresso social
2011 34 ^a RASBQ	Florianópolis/SC	Ano internacional da química - 2011: química para um mundo melhor
2010 33 ^a RASBQ	Águas de Lindóia/SP	A química construindo um futuro melhor

(continuação)

Edição	Local	Tema
2009 32ª RASBQ	Fortaleza/CE	Químicos para uma potência emergente
2008 31ª RASBQ	Águas de Lindóia/SP	Do petróleo à biomassa: soluções para um futuro melhor?
2007 30ª RASBQ	Águas de Lindóia/SP	SBQ 30 anos
2006 29ª RASBQ	Águas de Lindóia/SP	Química é energia: transforma a vida e preserva o ambiente
2005 28ª RASBQ	Poços de Caldas/MG	Química para o desenvolvimento sustentável e inclusão social
2004 27ª RASBQ	Salvador/BA	Sem tema, ocorreu juntamente ao XXVI congresso latino-americano de química
2003 26ª RASBQ	Poços de Caldas/MG	A química torna sua vida melhor
Total de vinte edições/anais		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No que diz respeito às demais fontes de busca, tanto o periódico *Ciência & Educação* quanto a *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* pautam-se em pesquisas cujos temas englobem a educação em ciências na busca de disseminar seus conteúdos, por natureza, interdisciplinares. Por sua vez, a revista *Química Nova*, cuja editora é a Sociedade Brasileira de Química, possui foco e escopo bastante amplos, aceitando publicações que digam respeito às subáreas da química de forma abrangente.

Por serem ambos, a RBPEC e o ENPEC, organizados pela ABRAPEC, pode ser interessante contrapô-los em relação aos seus escopos. Primeiramente, existe semelhança no que diz respeito às áreas contempladas, porém o público-alvo e seus objetivos são diferentes, como é esperado uma vez que são propostas distintas. Enquanto o ENPEC engloba professores de todos os níveis, sendo sua finalidade o diálogo, a RBPEC objetiva disseminar resultados voltados para a pesquisa, esta que produz conhecimentos auxiliares de ações educativas.

Já os periódicos *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências e Investigações em Ensino e Ciências*, apesar de seus objetivos serem propícios aos tipos de publicação aqui visadas, apresentaram os menores números de trabalhos encontrados ao total (tabela 2),

embora tenham sido as fontes para os únicos trabalhos da categoria *Animais* analisados (tabela 3). Como é possível notar pelo quadro a seguir, seus focos e escopos destacam a introdução da novidade, originalidade e a relevância para a prática social, sendo todos adequados à interdisciplinaridade, uma vez que visam as ciências naturais. Isso significa abertura teórica para artigos educacionais cujo cerne – ou mesmo de forma tangencial – seja a situação dos animais, cada vez mais abordada e debatida através da perspectiva social, ambiental, investigativa, ligada a conceitos químicos, biológicos, ambientais, dentre outros possíveis.

Quadro 9 - Focos e escopos dos periódicos.

(continua)

Periódico	Foco e Escopo
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A Revista publica temas de interesse ao campo da pesquisa em educação em ciências. Os artigos teóricos devem introduzir novidades no campo de conhecimento que é por ele visitado e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo da educação em ciências. Seu propósito é contribuir com professores e pesquisadores no aprimoramento de uma cultura de publicações que combinem rigor acadêmico com relevância para a prática social e educacional.
Investigações em Ensino de Ciências - ienci	É uma revista voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino/aprendizagem de ciências (física, química, biologia ou ciências naturais, quando enfocadas de maneira integrada). Seu objetivo principal é a divulgação aberta de trabalhos relevantes e originais em pesquisa em ensino de ciências para a comunidade internacional de pesquisadores, em especial da América Latina e Península Ibérica.
Ciência & Educação	Publicar artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à educação em ciências, educação matemática e áreas afins.
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC	Seu objetivo é de disseminar resultados e reflexões advindos de investigações conduzidas na área de educação em ciências, com ética e eficiência, de forma a contribuir para a consolidação da área, para a formação de pesquisadores e para a produção de conhecimentos que fundamentem o desenvolvimento de ações educativas responsáveis e comprometidas com a melhoria da educação científica e com o bem-estar social.

(continuação)

Periódico	Foco e Escopo
Química Nova	A revista publica artigos com resultados originais de pesquisa, trabalhos e revisão, divulgação de novos métodos ou técnicas, educação e assuntos gerais.

Fonte: Informações retiradas das páginas dos periódicos.

Ainda que não se tome partido pela perspectiva abolicionista animal, tanto nessas quanto nas demais revistas de alto prestígio, seria adequado, do ponto de vista da novidade e relevância, que se pusesse em pauta um assunto emergente e transversal como a questão animal. O que se revela é que artigos sobre a temática não estão sendo escritos ou, se estão, não são submetidos. Assim, é necessário que a pesquisa em ensino de ciências se volte para além dos temas já historicamente consagrados, criando abertura para temáticas outras.

Até o momento, a análise foi capaz de conduzir ao entendimento de que os periódicos e eventos possuem aporte teórico para receber trabalhos que possibilitam a formação do material representativo da pesquisa em questão. Em busca de resultados mais concretos, se faz necessário, agora, analisar os artigos selecionados e classificá-los de maneira particularizada a fim de dialogar com seu caráter qualitativo.

2.3.1 Discussão sobre os artigos selecionados

Todos os artigos até então selecionados foram lidos na íntegra e quantas vezes fosse necessário a fim de que emergissem mais possibilidades de categorização. A fase de discussão apresentada aqui também pode ser considerada como parte da seleção dos documentos uma vez que, ao realizar leituras mais aprofundadas, chegamos à consideração de que certos textos não se encaixavam nos critérios de escolha. Como será visto nessa subseção, definimos 4 categorias, pensadas a partir dos objetivos da presente tese e das principais temáticas de cada um dos artigos.

Na possibilidade de um texto se encaixar em mais de uma categoria, optamos por realizar o processo de agrupamento, bem como trazê-los aqui, por ordem de importância. A título de exemplo, a categoria *Temáticas alimentares* foi contemplada com maior importância, logo trabalhos cujo tema principal fosse alimentação, ainda que abarcassem aspectos ambientais ou tivessem como ângulo investigar percepções, seriam encaixados nesse grupo. Em ordem de importância, a divisão foi feita da seguinte forma: Temáticas alimentares >

Apreciação animal > Práticas pedagógicas e conscientização ambiental = Percepções acerca dos conceitos de meio ambiente.

Essa revisão não objetivou apresentar um resumo completo dos trabalhos, mas sim realizar uma tessitura visando os temas-critérios de seleção, como a presença do ensino superior, da Licenciatura em Química e dos animais. Assim, é possível que apenas parte da metodologia e resultados seja discutida, privilegiando aquela que diz respeito aos presentes objetivos. Também é importante explicar que parte dos trabalhos selecionados foi publicada como pôster, logo não foi possível extrair a mesma riqueza de informações em relação à modalidade completa. Ademais, como poderá ser visto, buscamos evidenciar visualmente trechos que fizessem menção aos animais.

2.3.1.1 Temáticas alimentares

Quadro 10 - Trabalhos incluídos na categoria “temáticas alimentares”.

Periódico/Anais	Trabalhos selecionados e Autoria/Ano
RBPEC	Professores de química em formação inicial: o que pensam e dizem sobre as relações entre meio ambiente, ciência, tecnologia e sociedade (LUZ <i>et al.</i> , 2019)
ENEQ	Inserção da educação ambiental por alunos de licenciatura em química: uma análise na disciplina prática pedagógica (OLIVEIRA; MATOS, 2014)
ENEQ	A química dos alimentos e aditivos: a cinética química ensinada sob a perspectiva do modelo CTS de ensino (SANTOS; NASCIMENTO; NUNES, 2012)
Total	3 trabalhos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Primeira categoria, a *temáticas alimentares* trata de textos cuja discussão principal esteja ligada à alimentação e daqueles que, ainda que este não seja o cerne do enredo (o que pode ser notado pela falta de termos relacionados ao tema nos títulos), abarquem momentos de discussão que tendam ao tema, sendo possível ampliar o diálogo nesse aspecto. Um exemplo é o artigo de Luz *et al.* (2019) que, a despeito de não terem produzido um trabalho necessariamente ligado à alimentação, se encaixa aqui uma vez que os trechos mais passíveis de discussão com a questão animal tratam desse viés. Como outros artigos citados aqui, os autores investigaram as compreensões de licenciandos acerca do meio ambiente a partir de

situações problemáticas e controversas. Dentre elas, os pesquisadores questionaram se o desenvolvimento científico seria capaz de resolver problemas como fome, miséria, desmatamento, dentre outros.

Em meio as respostas, observaram a vertente que acredita ser possível minimizar tais problemas, porém não a ponto de salvar o planeta. Nesse grupo, algumas falas apontaram críticas voltada às pessoas, “os atores sociais que por meio da produção alimentam o consumo e, de maneira mais ampla, os mecanismos ideológicos capitalistas que balizam as múltiplas contradições e determinações sociais [...]” (LUZ *et al.*, 2019, p. 554). Em outra vertente, acredita-se que o bem-estar social é promovido não pela ciência e tecnologia, mas pela população, “*Porque de acordo com o que está sendo feito já poderia ter acontecido isso, não tinha mais fome [...]*” (LUZ *et al.*, 2019, p. 554). Também chama a atenção a seguinte fala: “*Então é veiculado na mídia, por exemplo, que nós temos hoje a produção de alimentos superior a necessidade de planeta, como um todo, [...] mas a gente ainda vê casos de fome*”. (LUZ *et al.*, 2019, p. 554). Ainda que os autores não se aprofundem no assunto ou mencionem propriamente o elo entre a fome e produtos animais, como foi visto no capítulo anterior da presente tese, essa é uma discussão ampla e que está diretamente relacionada ao tipo de consumo alimentar pela população mundial, uma vez que os impactos e recursos utilizados durante a produção são de grande significância.

Da mesma forma, Oliveira e Matos (2014) trazem uma experiência vivida por alunos da graduação na educação básica. Nela, os licenciandos desenvolveram uma atividade com o objetivo de criar condições para que os estudantes do ensino médio se constituam como indivíduos políticos, combatendo o que chamam de cultura da inocência. Dentre as propostas, houve a elaboração de um projeto sobre sustentabilidade, que possibilitou o acesso e discussão sobre a “pegada ecológica”, até então desconhecida por todos os discentes. A partir de vídeos e conversas subsequentes, os autores notaram o enriquecimento da percepção dos alunos sobre a relação entre meio ambiente, alimentação, bens de consumo, moradia e transporte. Dentre os relatos, um trecho a se destacar foi “*Percebi que se tem muito o que fazer. As pessoas consomem, e só pensam no bem-estar do consumo e esquecem que faz mal ao planeta*” (OLIVEIRA; MATOS, 2014, p. 1). Ao fim, o trabalho aponta para a necessidade de projetos que possibilitem a reflexão e ação, de grande importância na formação do cidadão.

Anteriormente mencionada, a pegada ecológica é um cálculo cujas variáveis estão relacionadas aos recursos naturais utilizados e impactos causados durante atividades cotidianas como o gasto de energia elétrica e características próprias da moradia. A partir das respostas, o resultado representa o número de planetas necessários, caso toda a população

nutrisse os mesmos hábitos, para mantê-los. Em outras palavras, é uma forma de medir a utilização dos recursos naturais do globo intimamente ligada ao seu uso racional e equitativo.

Esse uso de recursos deve ser compatível com a capacidade natural do planeta em regenerá-los. No entanto, os dados recentes mostram que estamos consumindo em média 50% a mais do que a capacidade de reposição do planeta. Isso significa que precisamos de um planeta e meio para manter nossos padrões de vida atuais. (SCARPA; SOARES, 2012, p. 7)¹⁵

Dentre os dois links utilizados pelos autores para que os alunos pudessem calcular suas pegadas, o primeiro¹⁶, apesar de atualmente se encontrar em manutenção, disponibiliza uma cartilha informativa (SCARPA; SOARES, 2012). Já o segundo¹⁷ continua em funcionamento sendo, inclusive, uma das referências de dados para o texto mencionado. Em ambos os casos, uma vez que existe certa padronização das variáveis para a realização dos cálculos, o tipo de alimentação, no sentido do consumo de produtos de origem animal, ganhou destaque. A cartilha, voltada ao público infanto-juvenil, priorizou informações a respeito da quantidade de água envolvida no processo de produção de uma série de alimentos, como: 1 kg de batatas fritas (1.000 L), 1 kg de macarrão (1.800 L), 1 kg de leite em pó (4.750 L), 1 kg de carne de galinha (4.300 L), 1 kg de carne bovina (15.400 L), 1 kg de couro bovino (17.000 L).

Nesse mesmo sentido, a primeira pergunta do questionário se interessa na frequência do consumo de produtos de origem animal, como carne bovina, de porco, frango, peixe, ovos e laticínios. Dentre as respostas possíveis, estão (tradução nossa): *nunca (vegano)*; *pouco frequente (vegetariano – ovos/laticínios, sem carne)*; *ocasionalmente (gosta muito de vegetais – carne, ovos/laticínios ocasionais)*; *frequentemente (carne/vegetais balanceados – carne algumas vezes por semana, ovos/laticínios quase diariamente)*; *muito frequentemente (carne diariamente)*. Diante de tantas opções, é possível perceber como pequenas diferenças, como entre consumir cárneos frequentemente e diariamente, modificarão significativamente os resultados e, conseqüentemente, o impacto ambiental do indivíduo.

¹⁵ Segundo a Global Footprint Network, o dia 28 de julho marcou a data em que, em 2022, a humanidade passou a gastar mais recursos naturais do que o planeta seria capaz de regenerar durante aquele ano. Tal data é chamada *Earth Overshoot Day* ou “Dia de Sobrecarga da Terra”. Em relação ao Brasil, o aumento do desmatamento foi de considerável contribuição para esse dado. Disponível em: <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/> e https://www.wwf.org.br/overshootday/?utm_campaign=sobrecarga_2021_cadastrados&utm_medium=email&utm_source=RD+Station, respectivamente. Acesso em março de 2023.

¹⁶ Disponível em: www.suapegadaecologica.com.br.

¹⁷ Disponível em: www.footprintnetwork.org. Ambos os acessos em março de 2023.

Figura 4 - Pergunta, presente no questionário, a respeito da alimentação.

FOOD

How often do you eat animal-based products?

(beef, pork, chicken, fish, eggs, dairy products)

NEVER
VERY OFTEN

Occasionally
(really like veggies - occasional meat, eggs/dairy)

ADD DETAILS TO IMPROVE ACCURACY

Fonte: Página da Global Footprint Network.

Por fim, Santos, Nascimento e Nunes (2012), autores do único trabalho selecionado cuja temática central é a alimentação, descrevem uma aula, dada por licenciandos a alunos da educação básica, em que foi abordada a química de alimentos e aditivos de forma social, sendo a problemática lançada a de consumo excessivo de produtos industrializados naquela realidade e seus danos à saúde. Dentre eles, as autoras citaram hipertensão, diabetes e obesidade, focando nos aditivos utilizados através de discussões, como do potencial carcinogênico de certas substâncias, e experimentos propostos pelas mesmas. Ao explorarem a temática, uma vez questionados sobre a hipótese da falta de luz em uma lanchonete, os alunos observaram que *“as carnes e os peixes [...] deveriam ser salgados e as frutas conservadas em local fresco para retardar a deterioração”*. (SANTOS; NASCIMENTO; NUNES, 2012, p. 6, grifo nosso). Cabe, aqui, esclarecer o uso de conservantes e aditivos em produtos cárneos, seja de maneira legal, como no caso de embutidos, ou ilícita, como observado durante a Operação Carne Fraca¹⁸. O texto não se aprofunda nesse assunto, uma vez que não são citados os alimentos sobre os quais se pretende conscientização, porém se faz

¹⁸ Operação deflagrada pela Polícia Federal, de início em 2017, que investigou grandes empresas do ramo alimentício, como JBS e BRF, acusadas pela adulteração da carne vendida, como pelo uso de conservantes para maquiar o aspecto dos produtos.

necessário problematizar os produtos de origem animal, também industrializados em sua maior parte, frente às frutas *in natura*.

Outra passagem interessante foi quando os alunos foram questionados sobre o porquê de alguns alimentos estragarem com maior facilidade em relação a outros. A maior parte respondeu de acordo com o que foi trazido pelas licenciandas, afirmando que a diferença se dá pela presença e quantidade de conservantes e aditivos químicos. Consideramos tal resposta incompleta, uma vez que são diversos os fatores que interferem na durabilidade do alimento. Trazendo os exemplos citados acima, de cárneos e frutas, esta segunda, além de possuir proteção contra agentes externos e oxidação, é um alimento vivo, que continua se desenvolvendo mesmo após a apanha. Já a respeito das carnes, é sabido que, a partir do momento da morte de animais em geral, se inicia o processo de decomposição, o que se estende, claramente, às partes comercializadas.

2.3.1.2 Apreciação animal

Quadro 11 - Trabalhos incluídos na categoria “apreciação animal”.

Periódico/Anais	Trabalhos selecionados e Autoria/Ano
ENPEC	Educação ambiental e a formação de professores: um estudo da estruturação dos discursos ambientais para o direcionamento da prática educativa (OLIVEIRA; COSTA; ECHEVERRÍA, 2015).
ENPEC	Relações CTSA na formação de licenciandos/as de pedagogia a partir de uma questão sociocientífica sobre desmatamento e seus impactos socioambientais (ANDRADE; CONRADO; OLIVEIRA, 2021).
Química Nova	A abordagem de questões ambientais: contribuições de formadores de professores de componentes curriculares da área de ensino de química (MARQUES <i>et al.</i> , 2013).
enci	Uso de animais no ensino: um estudo de caso em cursos de ciências biológicas (COSTA; VALLE, 2020).
Ensaio	A representação do animal como recurso didático: etapa 2 do modelo de reconstrução educacional (MRE) (FISCHER; FURLAN, 2022).
Total	5 trabalhos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Retomando os critérios para a seleção dos textos, selecionamos os que ao menos tangenciassem, direta ou indiretamente e de acordo com o referencial teórico aqui abordado, a temática animal. Também esclarecemos que, pelo baixo número de trabalhos selecionados cujo tema principal foi os animais, dedicamo-nos principalmente a pequenas menções e possibilidades de discussão. Essa categoria, porém, se diferencia por trazer aquelas obras que não apenas aludem os animais, mas que possibilitam uma conversa mais ampla com o referencial aqui construído.

Oliveira, Costa e Echeverría (2015) afirmam que a temática ambiental tem sido abordada a partir de interpretações diversas que vão desde a ideológica conservadora à crítica. Uma vez que a educação ambiental é um campo onde tais disputas são postas em diálogo, torna-se importante a compreensão do discurso ambiental dos sujeitos envolvidos no processo. Para tanto, tratando-se de um grupo de licenciandos do Instituto Federal de Goiás como público-alvo, as autoras propuseram uma pesquisa-participante. Dentre os resultados analisados, os alunos relacionaram a ideia de meio ambiente à imagem de árvores destruídas, terra seca, lixo e **animais mortos**, logo à visão naturalista. Nos momentos em que estabeleceram aproximação entre questões ambientais e relações sociais, citaram a cultura, globalização, costumes como causas do desmatamento e **extinção de espécies**. Tais fatores levaram as autoras a conjecturar que os discursos dos discentes mostraram-se híbridos e influenciados, especialmente no que diz respeito a paradigmas da sociedade moderna.

Outro aspecto apontado, importante para a presente discussão, foi a fragilidade conceitual de algumas falas, como a de um aluno ao fazer a relação “*E a questão do lixo também, todo distribuído aqui pegando fogo porque com esse impacto do lixo, da inconsciência das pessoas, está gerando liberação de gás, estão destruindo a camada de ozônio*”. (OLIVEIRA; COSTA; ECHEVERRÍA, 2015, p. 5). Ao mesmo passo, as autoras afirmaram que “o aluno [...] não demonstra uma relação adequada entre a destruição da camada de ozônio e os principais gases causadores desse fenômeno, os clorofluorcarbonetos” (OLIVEIRA, COSTA, ECHEVERRÍA, 2015, p. 5).

Percebemos tal informação como incompleta, uma vez que, segundo Bursztyn e Bursztyn (2013), os principais gases de efeito estufa (GEE) são o vapor d’água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), ozônio troposférico (O₃), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases industriais: clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Em relação à proporção, a ordem crescente da presença dos gases produzidos de forma antropogênica no ambiente é N₂O (5%), CFCs e HFCs (12%), O₃ (13%), CH₄ (17%) e CO₂ (53%). Ainda que o potencial de aquecimento e

tempo de permanência na atmosfera variem entre os compostos, a concentração é fator de grande impacto, o que justifica a importância em se observar as emissões de CO₂, por exemplo. Adicionalmente, fontes como a indústria agropecuária, setor de transportes e mesmo queimadas, cujas parcelas de responsabilidade pela emissão de GEE são significantes e devem ser consideradas e discutidas.

Andrade, Conrado e Oliveira (2021) são autoras que fizeram essa consideração. Seu trabalho teve como objetivo analisar as relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) mobilizadas por discentes do curso de Pedagogia a partir da temática do desmatamento e seus impactos socioambientais na região. No processo de elaboração de uma proposta de ensino a partir desse tema, foram levantados elementos pelos quais o tema deve ser trabalhado no âmbito CTSA. Organizados em forma de tópicos para posterior discussão, consideramos interessante trazê-los integralmente, uma vez que ilustram bem as tantas vertentes que circundam o desmatamento:

Quadro 12 - Elementos para a proposta de ensino de tema desmatamento.

Domínios	Elementos
Ciência	Definir matas ciliares e sua importância para a manutenção de rios, solo, qualidade da água e do ecossistema; analisar fatores que causam o desmatamento; compreender o que são: código florestal; rios voadores; biodiversidade da Amazônia e da Mata Atlântica; papel da mata no ciclo da água; evapotranspiração e papel das árvores nesse processo; relações entre urbanização e desmatamento; Reserva Legal, Áreas de Proteção Permanente; reconhecer o papel da floresta para a manutenção dos ecossistemas e o conhecimento científico para a preservação ambiental.
Tecnologia	Entender sistemas agroflorestais; máquinas que potencializam o avanço do desmatamento; sistemas de gotejamento para irrigação; formas alternativas de plantio.
Sociedade	Discutir hábitos de preservação da mata; ações para evitar o desmatamento; controle de uso e redução do desperdício de água; questionar a visão elitista do cientista, o cientificismo e o tecnicismo; citar conhecimentos e práticas tradicionais que preservem o meio ambiente; identificar fatores políticos e econômicos que contribuem com o desmatamento.
Ambiente	Influência da mata no clima mundial; consequências das mudanças climáticas; impacto do desmatamento na proliferação de arboviroses.

Fonte: Andrade; Conrado; Oliveira (2021, p. 3).

A partir do levantamento de elementos, as autoras percebem suas relações entre ecologia e química, bem como entre tecnologia e sociedade através de questões sobre agronegócio, pecuária, mineração e urbanização. É reconhecido que esse vínculo se dá, entre outras razões, devido à relação entre o desmatamento e a ação humana por trás da qual há uma demanda crescente de consumo. As autoras também evidenciaram manifestações não-antrópicas expressas pelas alunas de graduação, tais como sobre a essencialidade da água frente ao ser humano e demais seres vivos, como no exemplo: “[...] a consequência é rios entulhados e a água fica suja. Será que isso vai fazer bem para os peixes que vivem lá? E para as pessoas que utilizam aquela água?” (ANDRADE; CONRADO; OLIVEIRA, 2021, p. 8).

Quanto ao uso de água, notamos visões que a conectam ao agronegócio, embora as propostas para a economia no uso se restrinjam a evitar desperdícios e cuidar das nascentes. Ao relacionar a temática das nascentes e cursos d’água, foram colocadas propostas de falas para situações em sala de aula, estas intimamente relacionadas aos animais e como a relação deturpada entre nossas espécies pode afetar o ambiente:

*vemos muito isso com os pequenos e grandes criadores de gado né, que fazem as cercas e estendem a pastagem para dentro dos rios, derrubam as árvores das margens dos rios. O uso de entorpecentes utilizados para pescar, a poluição dos rios [...] Alguém de vocês conhece alguma nascente que foi desmatada por um desses motivos?
[...] [as matas ciliares] formam corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade, fornecendo alimento e abrigo para a fauna, constituindo barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura e, durante seu crescimento, absorvem e fixam dióxido de carbono, um dos principais gases responsáveis pelas mudanças climáticas.
[...] doenças exóticas, como é o caso da febre amarela, um vírus transmitido pelo Aedes aegypti, que tem os macacos como hospedeiros amplificadores da doença; quando o mosquito pica o animal infectado, o mosquito transmite o vírus, podendo infectar outras pessoas, que podem levar à morte; esses são resultados dos desmatamentos, os animais perdem seus habitats, evadindo para outros lugares” (ANDRADE; CONRADO; OLIVEIRA, 2021, p. 6-7)*

Dentre as propostas, também se encontram questionamentos sobre quais seriam os maiores consumidores de água no país, qual a finalidade de tamanho consumo, se e como o desmatamento contribui com a escassez de água, quem são os maiores responsáveis pelo desmatamento e quais são as finalidades dessa prática. Segundo as alunas, seu objetivo seria “conduzir o aluno a uma reflexão crítica sobre a causa principal da falta de água em nosso

país, levando-o a entender que a causa principal da falta de água não está nas atividades domésticas e sim no uso exagerado de água pelos grandes produtos que servem ao agronegócio” (ANDRADE; CONRADO; OLIVEIRA, 2021, p. 8). As autoras notaram, entretanto, que as estudantes não levantaram posicionamentos explícitos e tomadas de decisão:

o grupo indicou apenas objetivos de ensino e aprendizagem e poucas discussões sobre caminhos possíveis e um aprofundamento sobre origens do desmatamento, não problematizando, por ex., que o desmatamento, relacionado ao agronegócio, tem como fonte a grande demanda de consumidores mundiais de alimentos com base em carne bovina. (ANDRADE; CONRADO; OLIVEIRA, 2021, p. 9)

Juntamente a isso, embora não saibamos a intenção por trás da fala (se há a uma visão pragmática que leve à redução do consumo de carnes por razões ambientais, ou não), notamos argumentos a favor da implantação do sistema de agroflorestas, buscando certo equilíbrio entre a manutenção da vegetação e a produção de alimentos para consumo humano (plantações e criação de animais). Ainda assim, as alunas e pesquisadoras levantaram temas sensíveis e ainda pouco explorados em sala de aula.

Em uma perspectiva diferente, Marques *et al.* (2013) constroem o texto tendo como base componentes curriculares integradores da área de ensino de química, ou seja, daquelas disciplinas voltadas ao conhecimento químico e pedagógico, que abarcassem a temática ambiental. Além de analisar ementas e planos de ensino, os autores realizaram entrevistas com professores em Instituições de Ensino Superior (IES) das regiões Sul e Sudeste do país. A fim de explorar como se dava a abordagem das questões ambientais, dentre as respostas, os docentes citaram trabalhar com temas que vão de uma abordagem naturalista a globalizante, sendo um exemplo desta última a problemática do câncer, um dentre tantos temas que acabam por se correlacionar com a educação ambiental. Outro professor vê como limitação da química verde¹⁹ o foco na resolução de problemas sem a falta de problematização dos modelos e relações de consumo de forma ampla. Relacionado a isso, destacamos a fala

[...] pra mim a maior questão ambiental é a fome. A exclusão social é um modelo de desenvolvimento que está posto aí e que é degradante do meio ambiente e que o ser humano se degrada também. [...] problematizar isso

¹⁹ Segundo a International Union of Pure and Applied Chemistry, a química verde é definida como “a invenção, planejamento e aplicação de produtos e processos para reduzir ou eliminar o uso e a produção de substâncias prejudiciais” (tradução nossa). Disponível em: <https://iupac.org/greeniupac2016/>. Acesso em fevereiro de 2023.

nas aulas é uma forma de estar discutindo muito criticamente [...] “por que tem exclusão social e que modelo é esse que exclui” [...] Pensar na fome hoje como o maior problema ambiental é incluir o ser humano nessa questão e não naquela visão antropocêntrica. (MARQUES et al., 2013, p. 603)

Segundo os autores, esse olhar transcende os aspectos reducionistas “**vida selvagem, flora e fauna**” (2013, p. 603, grifo nosso), apontando para fatores de ordem política, econômica, social e cultural, abrangendo o meio ambiente como campo de interações que inclui a cultura e a sociedade. For fim, parece haver consenso de que se deve transversalizar os conteúdos, contemplar seu caráter político, perceber o mundo e se posicionar, por exemplo sobre a ampliação do programa nuclear no país, superando o processo educativo propedêutico e fragmentado.

Ainda que o texto tenha apenas mencionado a vida animal, a discussão cria possibilidades para extrapolar as práticas de ensino. Os temas sugeridos pelos professores não foram trabalhados em si, porém instigam o leitor a refletir sobre seu emprego. A questão da fome e degradação humana-ambiental, por exemplo, dialoga com a questão animal no sentido já mencionado da quantidade de recursos utilizados para a produção de alimentos de origem animal *versus* aqueles de origem vegetal, das práticas do agronegócio e a problemática por trás desses assuntos.²⁰ Ademais, os aspectos político, cultural e ideológico dessa vertente, muito discutidos em Fernandes (2019), serve de pano-de-fundo para as discussões propostas nas falas dos docentes.

A respeito, agora, dos dois últimos artigos da categoria, ambos apresentam a utilização dos animais para fins educacionais como ponto de encontro. Primeiramente, Costa e Valle (2020) investigam esse uso em cursos de ciências biológicas, sendo um dos métodos utilizados as percepções de docentes e discentes. De forma semelhante, Fischer e Furlan (2022) entrevistaram tanto estudantes quanto bacharéis e licenciados em ciências biológicas.

Nos cursos investigados por Costa e Valle (2020), os discentes citaram 15 disciplinas que costumam utilizar animais, sendo seus principais objetivos os estudos morfológicos, anatômicos, taxonômicos e de técnicas de coleta e preparo de coleções. Nelas, a maior parte dos relatos dos discentes se voltou a sentimentos negativos como pena, incômodo, repulsa e angústia, chegando a casos em que se recusassem a assistir e participar das aulas, opção

²⁰ Sugerimos, aqui, a leitura de um pôster apresentado em 2017 na *Western Regional Honors Council Conference* intitulado "*Veganism: A Cure for Global Hunger?*" por Jessica Stipek. Nele, a autora apresenta, brevemente, tópicos relacionados ao veganismo e à fome mundial. Disponível em: https://digitalcommons.chapman.edu/honors_student_work/3/. Acesso em fevereiro de 2023.

resguardada legalmente. Outros alunos, entretanto, dizem sentir indiferença ou mesmo interesse e curiosidade: *“não tenho problemas com isso, sou da filosofia que não posso estar acabando com a natureza, mas a gente pode usar material para estudo. Se eu uso bicho pra comer, porque eu não posso usar bicho pra estudar?”* (p. 35).

Segundo as autoras, alguns dos fatores relacionados a sentimentos neutros ou positivos quanto às práticas são o tipo de animal e a naturalização da prática. Nesse primeiro caso, a compaixão por um rato é mais comum que aquela frente a um inseto, sentimento que pode ser explicado devido à menor distância filogenética em relação ao ser humano e à capacidade de vocalizar e sangrar. Já a naturalização está envolvida com a familiaridade do uso animal, como é explicado pela seguinte fala: *“em relação aos vertebrados, quem não é acostumado naturalmente sente dó, sente pena no começo, porque a gente não tá habituado. Mas por outro lado, quando as pessoas se habituem, tem na rotina um trabalho como esse, acaba sendo um trabalho normal”* (COSTA; VALLE, 2022, p. 35).

Quanto à importância, a maioria dos participantes acredita que essas práticas são necessárias para complementar a teoria e facilitar o aprendizado, enquanto outros acreditam que métodos alternativos podem garantir a qualidade do ensino. Grande parte dos licenciandos também afirmou que utilizaria métodos com animais enquanto professores, considerados indispensáveis para alguns e dispensáveis, desde que haja a disponibilidade de métodos alternativos (como simuladores mecânicos, vídeos interativos, simulações computacionais e de realidade virtual), para outros.

As respostas recebidas por Fischer e Furlan (2022) são semelhantes, tendo muitos participantes legitimado as aulas com animais, ainda que haja adesão ética às alternativas. Primeiramente, ao serem questionados sobre as razões ligadas à escolha pelo curso, o amor e o desejo de trabalhar na natureza se destacaram. Muitos também colocaram a identificação com as aulas práticas, tendo um número menor, ainda que significativo, dito acreditar na eficácia dos métodos alternativos.

A maioria dos 331 participantes diz concordar com “o uso de animais em aulas práticas de zoologia como recurso didático desde que seja extremamente necessário, não haja outra alternativa e os animais utilizados estejam livres de dor e sofrimento” (FISCHER; FURLAN, 2022, p. 6), sendo o número de pessoas que concorda com o uso irrestrito e insubstituível maior que daquelas que não concordam por razões variadas. A maior parte dos respondentes também considera tais aulas boas e relacionadas ao aprendizado, sendo o maior grau de indiferença encontrado em estudantes de IES privadas, em final de curso e formados.

Enquanto 55% disse já ter tido aulas com cadáveres e 14% com animais vivos, 60,6% informou nunca ter tido experiências com métodos alternativos. Quanto ao Princípio 3R (redução do uso de animais, substituição das práticas e refinamento dos métodos), 71% informou conhecê-lo, embora essa parcela tenha conhecimento errado ou parcial a esse respeito. Já quanto à cláusula de objeção da consciência, 68,1% do público coloca não conhecê-la, ainda que 52,4% concorde que a instituição deve conceder liberação das aulas com uso de animais caso elas vão contra as convicções pessoais do discente. Também chama a atenção 77,2% dos animais utilizados serem invertebrados, não sendo contemplados pela proteção legal e ética para as práticas. Algumas das respostas podem ser vistas a seguir (FISCHER; FURLAN, 2022, p. 9):

Não há a menor possibilidade de se estudar um grupo animal (qualquer nível hierárquico taxonômico) sem o uso de exemplares dos próprios animais; senão vira estória em quadrinhos, com figurinhas.

Tenho pena dos bichos. Acredito que já temos material didático suficiente para aprendermos, não precisamos matar mais bichos para “aprender”. Salvo quem quer trabalhar nessa área, a maioria dos estudantes nunca precisarão, em sua vida acadêmica, como se mata e faz anatomia de um animal. Podemos aprender através dos livros. Não gosto de ver bicho morto sendo utilizado “para nada”. Não vejo necessidade de abrir uma minhoca viva para saber como funciona seus órgãos. Acho muita crueldade.

Recorri à objeção de consciência e não participei das aulas que usaram animais, como observação e extração de gônadas de ratos em aula de fisiologia e minhocas que foram abertas para observar circulação...em todas as situações achei que não haviam justificativas para o sacrifício e uso dos animais, ainda mais por já haverem softwares e vídeos que poderiam substituir os animais. Para minha vida profissional não fez falta nenhuma não ter visto as aulas, muito pelo contrário, manteve intacto meus princípios.

As autoras observam a prevalência de um viés de pensamento da utilização dos animais com a justificativa acadêmica e técnica. Essa argumentação, entretanto, se opõe ao código de ética do profissional, onde toda a atividade do biólogo sempre deve consagrar respeito à vida. Os dados também apontam para uma dessensibilização dos estudantes, o que reforça a necessidade da capacitação, englobada à formação, voltada à conduta humanitária, ética, crítica e responsável.

2.3.1.3 Práticas pedagógicas e conscientização ambiental

Quadro 13 - Trabalhos incluídos na categoria “práticas pedagógicas e conscientização ambiental”.

Periódico/Anais	Trabalhos selecionados e Autoria/Ano
RASBQ	Rio Camandocaia como temática em educação ambiental (SANTOS <i>et al.</i> , 2007).
RASBQ	A disciplina de química ambiental na transformação do ambiente (CINTRA <i>et al.</i> , 2009).
RASBQ	Características regionais e ambientais uma alternativa na abordagem interdisciplinar em um curso de licenciatura em química (MULLER; DURLI; SCHNITZLER, 2011).
ENEQ	Quiz dos perfumes: uma abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) para o ensino de química (LEITE; RITTER, 2016).
ENEQ	Avaliando uma história em quadrinhos produzida para o ensino de química e educação ambiental (GAMA; FRANCISCO JUNIOR, 2014).
ENPEC	Estratégias usadas por um professor de ensino superior: concepções de ambiente/meio ambiente (QUADROS, 2009).
ENPEC	Indicadores de interdisciplinaridade em um grupo de estudos: uma reflexão ao Ensino de temas ambientais na formação inicial de professores (MARTINS <i>et al.</i> , 2017).
Total	7 trabalhos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Terceira categoria, a *práticas pedagógicas e conscientização ambiental* abarca textos que trazem estratégias, em sala de aula e fora dela, voltadas para o entendimento correto, aprofundado e contextualizado de meio ambiente, como se pode ver em Santos *et al.* (2007). Nesse trabalho, os autores discutem sobre como não apenas as atividades químicas, mas humanas, exercem papel importante na degradação da natureza. A pesquisa envolveu um curso de Licenciatura em Química que incluiu, dentre as atividades de pesquisa, questões educativo-ambientais. Nesse sentido, propuseram o monitoramento do rio Camandocaia no trecho que abrange o perímetro urbano da cidade, observando as condições da sua margem no que se refere às contaminações causadas pela população.

O objetivo do estudo foi despertar nos futuros professores a importância em se trabalhar questões ambientais, em especiais relacionadas à sua região. Para tanto, analisaram as quantidades de O₂ dissolvido na água e a **presença de animais** na região. Como resultados, notaram a falta de sólidos em suspensão no corpo d'água, a existência de algas através da coloração esverdeada da água e, nas margens do rio, a presença de **animais como capivaras, anfíbios e insetos**. Por outro lado, havia pontos de esgoto ao longo do trecho analisado, sendo indicada a presença de microrganismos por análises microbiológicas, o que incluiu coliformes totais e fecais. A respeito dos níveis de O₂, a amostragem ao longo do perímetro apresentou valores aceitáveis a bons. Ainda segundo os autores, os alunos discutiram estratégias de conservação daquele ambiente.

Cintra *et al.* (2009) discorreram sobre um trabalho desenvolvido durante a disciplina de Química Ambiental, ministrada aos cursos de Licenciatura em Química, biologia e gestão ambiental. Os alunos foram convidados a elaborar, em grupo, trabalhos a partir de temas ambientais ligados à sua região. Dentre as apresentações, a preocupação com o rio Jacupiranguinha, que corta a cidade e recebe seus efluentes, foi constante. De acordo com os autores, tais águas já se encontravam comprometidas por consequência: do tipo de agricultura desenvolvida na região, predominantemente de bananais e **pastagem**; pela presença de mineradoras, empresas de fertilizantes e cimento; pelo esgoto da cidade, que é lançado diretamente ao corpo d'água; e pela escassez de mata ciliar. A partir dessas questões, os alunos se debruçaram no trabalho de conscientização e educação da comunidade através de seminários à Educação Básica em associação a moradores e sindicatos e no mapeamento das propriedades rurais que margeiam o rio, esclarecendo e convidando os proprietários a participar de iniciativas de recuperação. Tais trabalhos foram responsáveis por aumentar o interesse e participação dos alunos, permitindo a aplicação prática e local dos conhecimentos acadêmicos.

O texto de Muller, Durli e Schnitzler (2011) toma lugar no Instituto Federal do Paraná, cujo campus se encontra em um município em que a atividade econômica se concentra na agricultura, extração de madeira, fruticultura, **pecuária** e cujos rios que o banham sofrem pelo uso descontrolado de agrotóxicos e pelo esgoto não tratado. O texto apresenta os resultados de experimentos cromatográficos fundamentados no objetivo de separar e identificar substâncias a partir de suas interações moleculares, funções orgânicas, toxicidade, manuseio, tratamento e descarte de resíduos. Os autores concluíram que o projeto propiciou abordagem interdisciplinar e regional, útil na exploração de conteúdos e conceitos químicos.

Por sua vez, Leite e Ritter (2016) apresentam o relato de uma atividade realizada no âmbito de uma disciplina na Universidade Federal do Rio Grande, cujo objetivo foi elaborar um jogo seguindo a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). O resultado foi um quiz de temática “perfumes”, posteriormente aplicado aos alunos ingressantes no curso naquele semestre. Nessa oportunidade, os discentes trabalharam diversas informações contextualizadas, tais como a relação entre perfumes, **animais de olfato apurado** e a **extinção de espécies animais**, apenas citadas no texto. Os autores concluíram que este jogo, em específico, é uma excelente forma para contextualizar e problematizar a temática, apresentando potencial de abordagem com enfoque CTSA.

Gama e Francisco Junior (2014) exploram gêneros textuais como capazes de despertar interesse e incentivo à leitura. Dessa forma, os autores propuseram a licenciandos a produção de uma história em quadrinhos com base nas temáticas química e ambiental. O texto final tratou de um lago poluído devido ao despejo de óleo de cozinha usado em um estabelecimento comercial. A partir de sua análise por demais alunos, seu papel como precursor de debates ambientais se destacou, como foi notado pela fala “*A história em quadrinhos não só focaliza nos assuntos da química, ela também levanta questões sobre o ambiente e sobre a vida aquática, que muitas vezes não é levada em conta*” (GAMA; FRANCISCO JUNIOR, 2014, p. 5, grifo nosso). No âmbito da atividade, os discentes deveriam, a partir da história, elaborar perguntas e respostas, tendo uma delas discutido a diminuição do oxigênio disponível na água pelo descarte de óleo, o que leva à extinção da **biodiversidade** daquele ambiente.

Quadros (2009) analisou aulas de uma disciplina no curso de graduação em busca de socializar estratégias utilizadas pelo professor para que pudessem ser disseminadas. Dentre os trechos transcritos e disponibilizados no texto, uma reflexão tirada a partir de uma discussão entre docente e discente foi que “[...] *a gente se separa do ambiente. É como se a gente fosse uma metade e o ambiente fosse outra.*” (QUADROS, 2009, p. 8). O professor, neste e em outros episódios, insere o antropocentrismo na discussão, em que o ser humano não deve se colocar em uma posição hierarquicamente superior ao ambiente. Para a autora, a intenção do docente pode ser instigar os alunos a repensarem essa visão de mundo, que nega o valor intrínseco do meio ambiente e dos recursos naturais, bem como torna sua proteção dependente do limite dos interesses humanos. Assim, é discutido que a educação ambiental deve passar por uma mudança de postura, uma vez que somos parte de um todo.

Por fim, Martins *et al.* (2017) objetivaram apresentar como se deu o andamento de um grupo de estudos interdisciplinares voltado a questões ambientais e cujos participantes foram

alunos dos cursos das Licenciaturas em Ciências Biológicas, Química, Pedagogia e Ensino de Ciências em uma universidade do estado de São Paulo. Dentre as atividades realizadas, um dos seminários teve como tema recursos hídricos, sendo seu objetivo estimular a reflexão e criticidade a partir do contexto da transposição do Rio Piumhi, nas décadas de 1950 e 1960, para a construção de uma hidrelétrica. Dentre as consequências atuais apontadas esteve a ausência de mata ciliar, o assoreamento do rio e o deslocamento dos **peixes** de uma bacia para outra. Um segundo seminário tratou de uma situação hipotética sobre a conservação da **biodiversidade**, o que inclui **espécies ameaçadas de extinção**, no contexto da suposta expansão de uma unidade de conservação. Segundo os autores, a perda da biodiversidade se deve, principalmente, ao avanço da **agropecuária** e da indústria farmacêutica, o que torna necessário o incentivo a práticas e políticas de recuperação e conservação.

2.3.1.4 Percepções acerca dos conceitos de meio ambiente

Quadro 14 - Trabalhos incluídos na categoria “percepções acerca dos conceitos de meio ambiente”.

Periódico/Anais	Trabalhos selecionados e Autoria/Ano
ENEQ	Concepções sobre a relação entre educação ambiental e formação profissional dos estudantes de química da UFG do campus de Goiânia (MAGALHÃES, 2010).
Química Nova	Em busca da conservação ambiental: a contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da química (FREITAS et al., 2010).
ENPEC	A temática ambiental no curso de licenciatura em química (FIGUEIREDO; RODRIGUES; KOVALSKI, 2011).
Química Nova	A educação ambiental na formação de professores de química: estudo diagnóstico de representações sociais (CORTES JUNIOR; FERNANDEZ, 2016).
ENEQ	A educação ambiental como componente curricular na formação inicial de professores de química (CORTES JUNIOR; FERNANDEZ, 2014).
Ciência & Educação	Representaciones sociales de la crisis ambiental en futuros profesores de química (CONTRERAS, 2016).
Total	6 trabalhos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Última categoria, a *Percepções acerca dos conceitos de meio ambiente* abarca aqueles trabalhos centrados em investigar de que forma alunos e professores enxergam a temática ambiental. Como previamente informado e já visualizado aqui, reforçamos que, por mais que possa haver apenas a menção ao animal em grande parte dos momentos, procuramos inserir na categoria aquelas que pudessem trazer reflexões e associações, ainda que mais superficiais, sobre a questão animal. Seguindo esse mesmo critério, demais textos com essa característica e que não possibilitassem esse tipo de diálogo não foram selecionados para a análise final.

Para Magalhães *et al.* (2010), a educação ambiental (EA) possui caráter naturalista, havendo dificuldades em incorporar a ela aspectos políticos, filosóficos, sociais e culturais, ainda que seu conceito remeta ao oposto. O objetivo deste trabalho foi verificar como foi, é e será a aprendizagem do aluno da Universidade Federal de Goiás, encontrando possíveis lacunas e progressos na formação em educação ambiental. A partir de questionários, os autores observaram que, de forma predominante, a EA é associada à preservação ambiental, logo **fauna** e flora, sendo pouco citada sua relação com o ser humano e aspectos sociais. Poucos alunos consideram seu papel conscientizador e aliado à resolução de problemas. Em geral, nota-se a visão naturalista de meio ambiente como meio natural desconectado do global, sendo amenizada em alunos que já cursaram as disciplinas voltada a técnicas e resolução de problemas (bacharelandos) e formas de ensino (licenciandos).

Por conseguinte, Freitas *et al.* (2010) realizam uma discussão a respeito da percepção ambiental de alunos e docentes de um curso de Licenciatura em Química. Como referencial teórico, discutem sobre: as concepções de pensamento reducionista, que se estabelece ao simplificar e entender o ambiente isoladamente, o que impede reflexões e críticas aprofundadas; e o raciocínio interacionista que, antagonicamente, engloba a complexidade, logo “a compreensão da realidade frente ao cruzamento da maior quantidade possível de fenômenos, processos e informações, permitindo que a análise referente à temática ambiental seja ampla” (FREITAS *et al.*, 2010, p. 988).

Por meio de questionários e dentre os resultados encontrados e analisados, foi possível observar que, em relação às respostas dos professores, a maior parte definiu ambiente como todo o nosso entorno, como é possível notar pela resposta “*tudo que há em meu entorno, que fornece os meios fundamentais para o surgimento de desenvolvimento da vida humana e não humana, e que apesar de não ter sido criado pelas mãos humanas, sofre suas influências*” (FREITAS *et al.*, 2010, p. 990, grifo nosso). Já em relação aos alunos, grande parcela demonstra perceber o ambiente pela ótica reducionista, como sua definição apenas como

fauna e flora, sendo o homem um ser à parte. Conclui-se sobre a necessidade de se trabalhar a temática de forma a superar óticas reducionistas de ambiente.

Figueiredo, Rodrigues e Kovalski (2011), em uma perspectiva semelhante, realizaram uma investigação, através de questionários, acerca de como a educação ambiental tem sido discutida durante o processo de formação de licenciandos em uma universidade no Paraná. As autoras atribuem ao desenvolvimento capitalista – logo às rápidas mudanças tecnológicas, o padrão de consumo desenfreado e à pouca preocupação com a natureza, o que contempla pequena parcela da população mundial – o nível de degradação ambiental do momento. A educação, então, é apresentada como medida para formar cidadãos e professores críticos e capazes de educar para a conscientização.

Pelos resultados encontrados, as respostas dos 15 alunos foram classificadas como globalizantes (4), logo adequada e avançada, envolvendo o ser humano, **fauna** e flora; antropocêntrica (5), em que se enfatiza a utilidade dos recursos naturais para o homem, não como detentora de valor em si, mas uma reserva que pode ser explorada de acordo com as necessidades, como é visto pela resposta *“é do meio ambiente que são retirados [...] e matéria-prima utilizadas para nossa alimentação e permeação da espécie”* (FIGUEIREDO; RODRIGUES; KOVALSKI, 2011, p. 7); e naturalista (6), na qual existem as plantas, **animais**, água, ar e um equilíbrio estabelecido sem a participação humana. De acordo com as autoras, foi possível concluir sobre a necessidade de considerar uma EA sob aspecto mais crítico, como colocam em *“a exploração dos recursos pode levar a uma crise ambiental que inviabilize o modo de vida de todas as espécies”* (2011, p. 7).

Cortes Junior e Fernandez (2015) investigaram a educação ambiental na formação inicial em uma IES pública a partir de um estudo diagnóstico do currículo e das percepções de discentes. A partir de questionários e entrevistas, os autores notaram que grande parte dos alunos observa o meio ambiente como um problema relacionado à poluição, sendo o objetivo da EA a conscientização. Em parte, essa percepção se deve à comunidade científica ter voltado os olhares aos debates públicos e à mídia *“em relação aos possíveis efeitos danosos causados aos humanos e outros animais pela exposição a substâncias químicas presentes no meio ambiente que têm o potencial de afetar o sistema endócrino.”* (2015, p. 752, grifo nosso). Além disso, pôde ser vista a presença da concepção antropocêntrica, em que se evidencia os recursos naturais como úteis ao homem, como na fala *“[...] é onde os seres humanos e os animais estão vivendo e dele tira seu sustento, moradia, etc.”* (2015, p. 752, grifo nosso).

Cortes Junior e Fernandez (2014) realizaram um estudo de caso observacional que visa a compreensão dos comportamentos, perspectivas e representações de alunos sobre meio ambiente. Dentre os resultados, a percepção da relação e inclusão do homem ao ambiente se mostrou clara em grande parte das respostas, como em “*É a natureza como um todo (animais, vegetais) com a intervenção benéfica e/ou maléfica dos seres humanos*” (CORTES JUNIOR; FERNANDES, 2014, p. 6, grifo nosso) e “*É a natureza em si. O verde das matas, água disponível no planeta, os animais, e o ser humano*” (2014, p. 6, grifo nosso). Além desta, a maior parte dos alunos fez relação com a conscientização das pessoas para a preservação e conservação do ambiente natural: “[...] *Cuidado com os recursos naturais. Proteção dos animais*” (2014, p. 7, grifo nosso), predominando a concepção de meio ambiente naturalista, conservacionista, resolutiva, de recurso e desenvolvimento sustentável. Ao solicitar que os alunos fizessem desenhos, um deles trouxe tanto o ambiente construído quanto o natural, em que **animais como peixes, tartaruga, veado e cobra** aparecem. Nesse desenho, percebemos que, ainda que o homem faça parte da imagem, o aluno explica que o meio ambiente é onde ele se relaciona com a natureza, logo não o considera como intrínseca a ela.

Contreras (2016) inicia o texto discutindo sobre como ideias, crenças e concepções que professores em formação inicial elaboram sobre a crise ambiental – relacionada, no artigo, à crise civilizatória – se tornam caminhos a partir dos quais seus conhecimentos pedagógicos e práxis educativa em relação ao meio ambiente são construídos. Além disso, também reconhece que a problemática ecológica compreende o extermínio de espécies **animais**. Ao investigar as percepções de licenciandos acerca dessa temática, uma palavra muito evocada ao representar a crise ambiental foi extinção, levando em conta a irresponsável ação humana e o reclame por uma “nova ética”, como em “*A crise ambiental é... a alteração do equilíbrio dos ecossistemas. Contaminação de águas, solos, ar, extinção de florestas, espécies, alteração da cadeia trófica, por fatores antropogênicos.*” (CONTRERAS, 2016, p. 441, tradução nossa, grifo nosso) e “[...] *se deve à falta de respeito pelos outros seres vivos a seu entorno.*” (CONTRERAS, 2016, p. 442, tradução nossa, grifo nosso). Em concordância a essas visões, também se falou na destruição de **fauna** e flora e na perda de espécies serem consequências de uma crise de conhecimento.

2.3.2 Algumas considerações

Os textos analisados aqui trouxeram diversas vertentes, tratando tanto sobre saúde alimentar quanto sobre problemas ambientais como o descarte incorreto do óleo de cozinha, a

transposição de rios para a construção de hidrelétricas, os impactos causados pela indústria farmacêutica, a crescente extração de madeira, a relação agricultura e agrotóxicos, o despejo de esgoto não tratado em cursos d'água, as ações de mineradoras e demais indústrias, bem como perturbações ambientais advindas de práticas cotidianas, alimentação e pecuária. Juntamente a isso, exploraram diversas possibilidades pedagógicas a fim de compreender e conscientizar. É possível observar um padrão, nas pesquisas a respeito das percepções de docentes e discentes, no sentido da falta de consenso e diversidade de significações para o conceito de meio ambiente, seja tratando-se de docentes ou discentes.

Muitos alunos demonstraram clareza na relação entre o meio ambiente e sua ligação íntima com os animais. Esse elo foi apresentado a partir tanto de problemáticas como a transposição de seres marinhos e ameaça à biodiversidade pela extinção de espécies, quanto da sua relação intrínseca com o ambiente, a natureza, seu equilíbrio e importância para o ecossistema como um todo. Ainda assim, sua presença é apenas tangenciada, em grande parte nos momentos em que se coloca a visão ambiental naturalista, ou seja, os animais são mencionados apenas como parte do meio ambiente, não sendo objetivo dos textos nenhum tipo de aprofundamento.

A partir dessas considerações, concluímos que é reconhecida a necessidade de se trabalhar o conhecimento crítico relacionado a alimentação e em prol de uma tomada de atitude a respeito do ambiente como um todo, esta última discutida com zelo em textos como de Quadros (2009) e Contreras (2016). Não obstante, com exceção de Costa e Valle (2020) e Fischer e Furlan (2022), não se fazem conexões mais profundas a respeito do cuidado com os animais e de como as atividades humanas – o que inclui ações cotidianas e aparentemente inofensivas, invisíveis – são prejudiciais.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

Buscamos desenvolver, até o presente momento, uma conversa entre educação química, contextualizações e vertentes do veganismo relacionadas à bioquímica e meio ambiente. Dessa forma e para introduzir o capítulo metodológico, nos remetemos à introdução ao trazer a questão que permeia esta pesquisa: *De quais formas é possível contextualizar a questão animal, em sua natureza e demanda complexas, a fim de tornar o ensino de química na Universidade mais atraente, efetivo e voltado para a formação global do discente?*

No intuito de respondê-la, o objetivo geral traçado é investigar e aplicar meios de inserção, embasados interdisciplinarmente aos saberes químicos, das vertentes bioquímica e ambiental envolvidas com a questão animal, em disciplinas dos cursos superiores de Química, a fim de valorizar um ensino mais atraente, efetivo e voltado para a formação global discente. Buscando cumpri-lo, os objetivos específicos que ditam as etapas da pesquisa (quadro 15) são:

- ✓ Compreender como professores de cursos de Química de Instituições mineiras públicas de educação superior enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas;
- ✓ Investigar, na prática, possíveis formas de inserir assuntos sobre as relações humanas com os animais em disciplinas relacionadas à bioquímica e meio ambiente nos cursos de Química da UFJF;
- ✓ Aplicar, nas disciplinas acompanhadas, as propostas resultantes da investigação a fim de contribuir para ampliar a forma de ver, trabalhar e construir o conhecimento;
- ✓ Verificar as percepções dos alunos participantes dessas disciplinas quanto aos possíveis impactos da abordagem enquanto profissionais e cidadãos.

Quadro 15 - Etapas da pesquisa.

Etapa	Breve descrição
1	Teste piloto e posterior envio de questionário aos professores de Instituições mineiras públicas de educação superior para análise.
2	Observação total em disciplinas da UFJF.
3	Intervenções didáticas nas disciplinas e apreciação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Visando essas questões, a natureza desta investigação se caracteriza majoritariamente como qualitativa. Segundo Oliveira (2016), aqui tratamos de um processo de análise e reflexão de dada realidade através da utilização de métodos e técnicas para a compreensão detalhada do que é estudado segundo sua estruturação. Nesse sentido, é necessário realizar o estudo a partir da literatura do tema, podendo incorrer em observações, utilização de questionários e entrevistas, cujas análises dos dados são apresentadas de forma descritiva.

Ademais, o nível de estudo feito aqui é definido como exploratório. Segundo Gil (2019), a principal finalidade das pesquisas exploratórias é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias. Costumeiramente, é um tipo de pesquisa que envolve técnicas qualitativas, cujo desenvolvimento objetiva proporcionar uma visão ampla de determinado fato, provavelmente pouco explorado. Os métodos de coleta de dados, instrumentos utilizados e métodos de análise serão trazidos mais a frente nas discussões metodológicas de cada momento.

3.1 INVESTIGAÇÃO JUNTO AOS PROFESSORES

Com base no primeiro objetivo específico dessa investigação – *realizar levantamento em busca de compreender como professores dos cursos de Química de Instituições mineiras públicas de educação superior enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas* – explicaremos, nessa seção, o passo-a-passo de como foi feito o levantamento de dados, como estes foram tratados, bem como os demais caminhos percorridos para se alcançar os resultados correspondentes à primeira meta. Adiantamos que, como será notado, acreditando tornar o capítulo mais inteligível, cada divisão se ocupará de até 2 objetivos específicos.

Segundo o Censo da Educação Superior de 2021, a rede de educação superior brasileira conta com 2.574 instituições distribuídas por todo o território nacional. Desse valor, 313 unidades, logo 12,2% do total corresponde a Universidades, Centros Universitários, Faculdades, Institutos Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica – CEFET – públicos (BRASIL, 2022). Após buscas feitas pelo sistema e-MEC²¹, foi possível constatar que Minas Gerais é o terceiro estado brasileiro com o maior número de IES públicas, ficando

²¹ Sistema onde é possível acompanhar as Instituições de Ensino Superior brasileiras credenciadas pelo Ministério da Educação, disponível para acesso pelo link <http://emec.mec.gov.br>. As pesquisas foram feitas em novembro de 2019, não tendo sido possível colher dados mais recentes. Ainda assim, considerando a baixa variação do número de IES no país, consideramos que a classificação dos estados não tenha mudado.

atrás apenas de São Paulo e Rio de Janeiro, informação que, por si só, sugere boa representatividade em relação à abrangência desta etapa.

A partir do critério de inclusão apenas de Instituições de Ensino Superior – IES – mineiras públicas no âmbito municipal, estadual e federal, pudemos chegar ao número de 20 instituições. Das IES mineiras, apenas o Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG, a Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG - e a Fundação João Pinheiro - FJP, uma instituição estadual, não fizeram parte da pesquisa uma vez que, até o momento do levantamento, não constava em suas grades de cursos a graduação de Licenciatura em Química.

Após selecionar organizações que oferecessem o curso de Licenciatura em Química presencial, essa soma diminuiu para 16. A necessidade de os cursos se configurarem na modalidade presencial cabe ao fato de serem ofertadas com maior regularidade, anual ou semestralmente, a variar da Instituição.

A respeito das 16 instituições, chegamos ao total de 21 campi e 23 cursos, divididos nos turnos noturno e integral, sendo também possível uma única IES realizar esta oferta em 3 cidades distintas. Após chegar a esse número, reunimos as matrizes curriculares de cada um, encontradas nos próprios sites dos campi, nos Projetos Político Pedagógicos dos Cursos – PPP – ou através de um pedido formal via e-mail. Em linhas gerais, matriz curricular é o conjunto das atividades acadêmicas necessárias a integralização da carga horária de um curso. Como nosso objetivo, neste momento, envolvia apenas buscar as disciplinas obrigatórias dos cursos, encontramos como resultados documentos nomeados como grade, fluxo, matriz, dinâmica, estrutura e fluxograma curricular.

Com as estruturas curriculares em mãos, em busca de selecionar disciplinas para posterior leitura das ementas, partimos primeiramente do caráter de obrigatoriedade, logo da segurança de que os alunos egressos desses cursos as terão cursado, e dos nomes dessas disciplinas. Nesse sentido, buscamos palavras que remetessem à saúde, alimentos, meio ambiente e bioquímica, sendo que os resultados variaram pouco entre si. Os termos escolhidos se deveram principalmente à relação com as questões ligadas ao veganismo contempladas na presente pesquisa.

Nos limitando apenas aos nomes, as disciplinas mais comuns entre os cursos foram *Bioquímica* (12) e *Química Ambiental* (12), podendo haver variações, dentre as quais a maioria é ofertada nos últimos 3 períodos. De forma geral, todos os cursos englobam em suas matrizes conteúdos bioquímicos, embora disciplinas diretamente relacionadas ao meio

ambiente não sejam unânimes, como é o caso da Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Universidade Federal de Uberlândia – UFU – campus Ituiutaba, Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM – e Universidade Federal de Viçosa – UFV –, este último tanto no curso noturno quanto integral. É importante lembrar que esse levantamento considerou os dados disponíveis até meados de 2020. Assim, caso as grades curriculares dos cursos tenham sido alteradas após este momento, estas alterações não foram contempladas aqui.

A Resolução nº 2, de 15 de julho de 2012, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012), considera primeiramente que a educação ambiental – EA – deve ser promovida em todos os níveis de ensino como componente integrante, essencial e permanente. Nesse sentido, reconhece sua relevância e obrigatoriedade, “[...] devendo as instituições de ensino promovê-la integradamente nos seus projetos institucionais e pedagógicos.” (BRASIL, 2012, p. 3).

Relativo às instituições de Educação Superior, a Resolução estabelece que sua gestão, ações de ensino, pesquisa e extensão devem ser orientadas pelos princípios e objetivos da EA. Em reforço, ao se tratar diretamente de cursos e programas de formação inicial e continuada de professores, o Artigo nº 19 cita que se deve capacitar

[...] para o desenvolvimento didático-pedagógico da dimensão da Educação Ambiental na sua atuação escolar e acadêmica.

§ 1º Os cursos de licenciatura, que qualificam para a docência na Educação Básica, e os cursos e programas de pós-graduação, qualificadores para a docência na Educação Superior, devem incluir formação com essa dimensão, com foco na metodologia integrada e interdisciplinar.

Art. 20. As Diretrizes Curriculares Nacionais e as normas para os cursos e programas da Educação Superior devem, na sua necessária atualização, prescrever o adequado para essa formação. (BRASIL, 2012, p. 7)

Dessa forma, a inserção da educação ambiental pode ocorrer de diversas formas, não sendo obrigatório que a estrutura curricular dos cursos de Licenciatura em Química abarque disciplinas em que esta seja a pauta principal. Uma vez que não cabe, neste momento, analisar suas formas de incorporação no currículo, selecionei apenas disciplinas cujo nome e ementa trouxessem a temática de forma explícita.

Após seleção embasada nas matrizes curriculares, partimos para uma breve análise da ementa de cada disciplina, sucintamente composta pelos tópicos que, obrigatoriamente, compõem a carga horária daquela cadeira. Encontramos grande parte dos documentos diretamente nos sites das instituições, retirando-as diretamente das ementas ou dos Projetos Político Pedagógicos dos cursos ou, em alguns casos, elas foram solicitadas via e-mail às

respectivas secretarias/colegiados. Nos casos em que havia mais de uma ementa disponível – correspondendo a diferentes anos de ingresso do discente no curso – selecionamos as mais recentes. A partir de suas leituras, todas as 54 disciplinas foram selecionadas para a realização do levantamento inicial, o que culminou na construção do Quadro 16.

Quadro 16 - Levantamento das Instituições e disciplinas selecionadas para levantamento.

(continua)

Instituição de Ensino Superior	Campi	Disciplinas selecionadas
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG)	Salinas	Fundamentos de Bioquímica
		Química Ambiental
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IFSudesteMG)	Barbacena	Educação Ambiental
		Bioquímica
Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS)	Pouso Alegre	Bioquímica
		Fundamentos de Química Ambiental
Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)	Uberaba	Bioquímica
Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)	Divinópolis	Educação Ambiental
		Bioquímica
		Química Ambiental
	Ituiutaba	Bioquímica I
		Bioquímica II
		Química Ambiental
		Meio Ambiente e Responsabilidade Social
	Ubá	Ecologia Básica
		Bioquímica I
		Bioquímica II
		Educação Ambiental
		Química Ambiental
	Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)	Alfenas
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)	Itajubá	Bioquímica
		Química Ambiental

(continuação)

Instituição de Ensino Superior	Campi	Disciplinas selecionadas
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	Juiz de Fora (turno noturno)	Química do Meio Ambiente
		Química Biológica
		Química e Saúde
	Juiz de Fora (turno integral)	Química do Meio Ambiente
		Química Biológica
		Química e Saúde
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	Lavras	Bioquímica I
		Química Ambiental
		Bioquímica II
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Belo Horizonte	Introdução à Bioquímica
		Química Ambiental
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	Ouro Preto	Bioquímica
		Química Ambiental
Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)	São João del-Rei	Bioquímica
		Química Ambiental
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Uberlândia	Química Ambiental
		Bioquímica
	Ituiutaba	Bioquímica
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Viçosa (turno noturno)	Bioquímica Fundamental
	Viçosa (turno integral)	Bioquímica Fundamental
	Florestal	Ecologia Básica
		Bioquímica Fundamental
		Química Ambiental
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)	Iturama	Bioquímica Estrutural
		Bioquímica Metabólica
		Abordagem CTS e Educação Ambiental para a Formação de Professores
		Química Ambiental

(continuação)

Instituição de Ensino Superior	Campi	Disciplinas selecionadas
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)	Uberaba	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação Ambiental
		Fundamentos de Bioquímica
		Fundamentos de Química Ambiental
Universidade Federal dos Vales de Jequitinhona e Mucuri (UFVJM)	Diamantina	Bioquímica
		Ensino de Química Ambiental
16 Instituições	21 campi/ 23 cursos	54 disciplinas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ponderamos ser importante ressaltar que resolvemos por considerar as disciplinas como distintas umas das outras nos casos da UFJF e da UFV campus Viçosa, visto que os cursos de Licenciatura em Química são ofertados nos turnos integral e noturno. Isto porque cada um possui um público específico, implicando no desenvolvimento de características próprias, embora as ementas e conteúdos programáticos lhes sejam semelhantes. Assim, quando foi o caso de professores distintos serem responsáveis por essas disciplinas, convidamos a ambos a participar da pesquisa.

Com as características do público delimitadas, pudemos criar os instrumentos de coleta de dados. A investigação por meio de questionários é composta por “um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.” (GIL, 2019, p. 121). São, majoritariamente, propostos por escrito, sendo designados como auto aplicados. Comparado à entrevista, o questionário possibilita alcançar um número maior de pessoas e de localizações diferentes. Ademais, os participantes podiam respondê-lo no momento que julgassem conveniente, não os expondo à influência das opiniões pessoais do entrevistado. Dentre suas limitações, impede o auxílio do informante no caso de não compreender as instruções, não garante o devido preenchimento e proporciona resultados subjetivos, uma vez que os itens podem ter significados diferentes para cada leitor. Sua elaboração, assim, requer uma série de cuidados, como será visto adiante (GIL, 2019).

Lembramos que o projeto de pesquisa seguido aqui, logo todos os métodos, questionários e Termos de Compromisso Livres e Esclarecidos - TCLE, foi aprovado, previamente a ocorrência de todo o trabalho de campo, pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF²². Ademais, visando o anonimato dos participantes em todas as fases, lhes foi dada a opção de escolher um pseudônimo pelo qual foram e serão dirigidos em publicações referentes à pesquisa. Dessa forma, nos momentos em que foi necessário transcrever trechos das respostas, fizemos o uso desta via.

Durante a formulação dos questionários, utilizamos como base as sugestões de Bell (2008), cujo início do processo de criação ocorreu à luz dos objetivos propostos, fazendo emergir possíveis perguntas que possibilitassem atingir essas metas. Segundo a autora (2008, p. 119), “você precisará de várias tentativas para chegar a uma redação sem ambiguidades, que alcance o grau de precisão necessário para garantir que os informantes entendam exatamente o que você está perguntando”. Demandas de forma também envolveram nos certificarmos de que a linguagem estava isenta de jargão, a decisão de quais tipos de pergunta seriam utilizados, procurarmos antecipar o que esses questionamentos podem significar para diferentes informantes, ficarmos atentos a suposições e buscarmos apenas informações essenciais ao estudo, evitando perguntas desnecessárias.

Perguntas que mencionavam o veganismo de forma direta, por se tratar de questões delicadas, mereceram cuidado extra no que trata da formulação e posicionamento. A respeito deste último, preferimos deixá-las mais ao final do questionário, começando com perguntas diretas e fáceis de se responder, pouco a pouco passando para tópicos mais complexos (BELL, 2008, p. 126).

Da mesma forma, foi preciso cuidado ao solicitar informações possivelmente desconhecidas pelos participantes, pois por mais que nos pareça razoável, se acabar sendo necessário ao sujeito realizar uma pesquisa para obter uma resposta, o questionário pode ser colocado de lado e até esquecido. Outro fator comum e que merece cautela é a presença de perguntas em duplicidade, ou seja, duas perguntas em apenas uma questão podem acarretar respostas incompletas e incertas, devendo ser divididas.

Dada a minha proximidade com a temática estudada, precisamos dar maior atenção a esses fatores, já que a presunção do pesquisador, além de levar à indução, pode não ser verdadeira para o participante da pesquisa, invalidando a pergunta. Um exemplo trazido por Bell (2008) e adaptado para melhor ilustrar uma pergunta presuntiva poderia ser *A*

²² Número do Parecer: 3.733.181.

universidade oferece um serviço adequado de aconselhamento? Primeiramente, seria necessário especificar quais sujeitos compreendem o universo dessa pergunta, ou seja, adequado para quem? Alunos? Professores? Técnicos? Em seguida, se o tipo de serviço não for especificado, o adjetivo não fará sentido, uma vez que seu significado é demasiado abrangente. Como terceiro aspecto, a autora ainda traz que há, na pergunta, presunção de que o serviço é necessário, o que acaba por invalidá-la.

Após formulação levando em consideração os aspectos citados acima e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, o questionário destinado aos professores foi submetido como experiência-piloto, proporcionando investigar a presença de fidedignidade, validade, operabilidade e precisão dos dados a fim de evitar questões descontextualizadas, ambíguas e que pudessem levar à fuga do tema. Segundo Bell (2008), é necessário que todos os instrumentos de coleta de dados sejam pilotos para que seja possível estimar previamente quanto tempo é necessário para completá-lo, para verificar a clareza das perguntas e se sua apresentação oferecerá dificuldades. Em outras palavras, aparafusam-se as arestas dos instrumentos para que os informantes do estudo principal tenham uma experiência livre de entraves.

Em condições ideais, esse tipo de experiência deve ser submetido a um grupo similar àquele que irá constituir a população de estudo. Pensando nisso, contamos com a participação de 3 professores do Departamento de Química da UFJF, sendo um responsável pela disciplina optativa de *Química e Tecnologia de Alimentos*, outro responsável pela disciplina de *Química do Meio Ambiente* ofertada na modalidade à distância durante o período da pesquisa de campo e o terceiro, professor substituto, responsável pela disciplina *Química e Saúde* no período destinado a esta fase da pesquisa.

Dessa forma, tomamos o cuidado de selecionar docentes que estivessem ativamente relacionados às disciplinas naquele momento, bem como para que nenhum dos sujeitos do piloto chegasse a participar também da etapa posterior. É importante adiantar que, diferentemente desta circunstância, o questionário final destinado aos alunos não foi submetido a um pré-teste, uma vez que o quesito da similaridade dos sujeitos não seria cumprido devido à necessidade de os participantes estarem presentes durante as intervenções.

Ao questionário piloto²³, disponibilizado *online* pela ferramenta *Google Forms* e enviado através de um *e-mail*, incluímos 7 perguntas destinadas a compreender a experiência dos participantes ao responder as questões formuladas (APÊNDICE A). Para sua elaboração,

²³ Formulário disponibilizado para visualização pelo link <https://forms.gle/R8LiXnXFc8VFVkyV7>.

também tomamos como base as sugestões feitas por Bell (2008) para esse tipo de ocasião, que após alterações pontuais foram capazes de permitir um novo exame antes da distribuição principal.

Após tratamento das respostas, observando primeiramente as perguntas destinadas a compreender a experiência piloto, os períodos dedicados por cada um dos participantes variaram significativamente. Assim, não foi possível fornecer uma estimativa para os candidatos do próximo questionário. Para investigações futuras e caso seja interessante aos objetivos, vemos como uma possível solução a esse impasse o aumento da amostra, logo realizar o convite para mais sujeitos, para que o número de respostas seja o suficiente para extrair uma média mais representativa.

O “Participante”, pseudônimo pelo qual um dos professores indicou preferência, sugeriu ampliar as discussões sobre os direitos animais, a nutrição e o manejo envolvendo tanto animais quanto humanos. Já o “Professor 1” informou ter tido dificuldades no entendimento de um dos enunciados. Ademais, afirmou crer que, pela complexidade do tema, o número de questões apresentadas não foi contemplativo.

Dentre as observações dos participantes, se destacou também a do professor Rodrigo. Segundo ele, a opinião dos professores quanto à possibilidade ou não da inserção dos direitos animais contextualmente em suas disciplinas pode estar atrelada tanto ao lado pessoal quanto profissional. Por exemplo, uma pessoa vegana seria mais propensa a trazer o conteúdo em sala devido à sua filosofia, não unicamente ao possível benefício no quesito da aprendizagem. Assim, uma forma de buscar compreender essa relação, caso exista, seria incluir uma pergunta a respeito do estilo de vida e da alimentação do docente.

A respeito das respostas comuns a ambos os questionários, foi possível notar detalhes que resultaram em pequenas alterações. Ainda assim, de forma geral, as respostas foram satisfatórias no sentido de sugerir o entendimento, por parte dos professores, da intenção por trás do que foi perguntado. Como resultado, para fins de conhecimento, bem como uma forma de agradecer pelas contribuições, enviamos aos professores participantes do piloto, após novo aceite pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana, o questionário final.

Este contou com 14 questões estruturadas, 2 a mais que o inicial, relacionadas à 4 blocos temáticos: (i) dados pessoais, (ii) formação, (iii) exercício profissional e (iv) prática docente. Os três primeiros blocos, formados por 8 questões discursivas e de múltipla-escolha, intencionaram definir brevemente o perfil dos profissionais. Já as demais questões buscaram se aprofundar nas concepções dos professores a respeito de suas efetivas posturas quanto à interdisciplinaridade aplicada a suas práticas, bem como suas opiniões quanto a inserção da

temática animal como forma de tornar a abordagem de conteúdos químicos mais abrangente e contextualizada.

A próxima etapa consistiu na busca dos endereços de e-mail de cada professor a fim de realizar o envio de uma breve apresentação da pesquisa e o convite de participação. Para tanto, entramos em contato também via e-mail com todas as coordenações ou secretarias dos cursos de Licenciatura em Química e, em certos casos, Ciências Biológicas. A falta de respostas, entretanto, foi alta, logo foi preciso utilizar de outros meios, como por ligações telefônicas e através das redes sociais de alunos, ex-alunos e professores das instituições que pudessem nos auxiliar²⁴. A partir das buscas, que duraram cerca de 2 meses e meio, conseguimos os contatos de 39 professores, atuantes em 16 dos 21 campi procurados.

A mensagem enviada (APÊNDICE B) também fornecia o link do *Google Forms* para o questionário final²⁵ (APÊNDICE C) e o Termo de Compromisso Livre e Esclarecido²⁶ (APÊNDICE D). Para tanto, uma vez que pode haver rotatividade de professores nas disciplinas, precisamos entrar em contato primeiramente com as secretarias dos cursos para verificar qual professor iria ministrar a disciplina selecionada naquele semestre – ou foi o responsável pelo semestre anterior, visto que tais cadeiras podem ser ofertadas anualmente –, bem como se é o mesmo docente para cursos integrais e noturnos. Ao total, os 39 endereços de e-mails recolhidos corresponderam a 34 disciplinas, uma vez que uma única cadeira poderia ser responsável por até 3 professores.

É conveniente colocar que consideramos importante trazer, no corpo do e-mail, a data de devolução dos questionários. As experiências de Bell (2008) demonstram que a ausência ou um prazo demasiadamente longo facilitam que não se dê prioridade à pesquisa, muitas vezes significando que ela não será respondida. A data escolhida, então, correspondeu a 2 semanas, considerada pela autora tempo razoável para o contexto. Outro fator relacionado ao envio diz respeito à devolução. Em geral, a quantidade de respostas vai diminuindo com o passar dos dias, sendo que nem todas serão enviadas. Portanto, elaboramos outro e-mail

²⁴ Cabe, aqui, nosso agradecimento aos professores Vinícius Catão, José Guilherme Lopes, Bruno Garcês, Elaine Colagrande, Andrea Horta, Angélica Araújo, Gilmar de Souza, Ana Luiza de Quadros, Efraim Reis, Letícia Malta, Taís Corrêa, Sandra Patrocínio, Ingrid Derossi, Juliana Furlani, Patrícia Machado, Paulo da Silva, Jerusa Garcia, Alam Trovo, Reinaldo Teófilo, Raphael Vasconcellos e aos alunos Mateus Santos, Henrique Moraes, Larissa Maia e Andressa Almeida que se dispuseram a auxiliar nessa busca.

²⁵ Formulário disponibilizado para visualização pelo link <https://forms.gle/PcA4Lmp3J2oGYJ3S7>.

²⁶ Devido à semelhança entre os TCLE preparados para esta pesquisa, apenas este se encontrará nos apêndices para conhecimento geral.

(APÊNDICE E), enviado 1 semana após a data original, como um esforço para encorajar mais retornos.

À medida que os participantes foram enviando suas respostas, retornamos a cada um deles com uma mensagem de agradecimento pelo tempo e ajuda (APÊNDICE F). No que diz respeito aos e-mails, o mesmo procedimento foi feito com os professores da experiência-piloto, sendo apenas o primeiro contato parcialmente diferente (APÊNDICE G). Ao total, o questionário esteve disponível para receber respostas por cerca de 2 meses, sendo que apenas um professor respondeu com 1 dia de atraso.

Ainda que o *locus* desta pesquisa seja a Universidade Federal de Juiz de Fora, a realização deste levantamento é interessante para a construção de um panorama, mesmo que não haja maiores aprofundamentos, em busca de verificar como esses professores enxergam o ensino de química de acordo com os entendimentos da presente tese. Dos 39 questionários enviados, 23 foram respondidos, cujos dados colhidos foram submetidos à análise de conteúdo descrita por Bardin (2016), como será apresentado junto à discussão dos resultados.

Buscando organização, em suma, fizeram parte da pesquisa 16 Instituições de Ensino Superior, sendo 21 campi e 23 cursos de Licenciatura em Química distribuídos entre eles. Das disciplinas ofertadas nesses cursos, selecionamos o total de 54. Durante a busca pelos contatos dos professores, obtivemos respostas relacionadas a 16 campi, correspondendo a 39 docentes, estes responsáveis por 34 disciplinas. Em contrapartida, na busca pelos contatos, não obtivemos respostas de 5 campi que correspondem a 20 disciplinas. Dos 39 questionários enviados, 23 foram respondidos e analisados. Uma vez que esta é uma pesquisa majoritariamente qualitativa, bem como a análise propriamente dita se baseia nestes tipos de dados, o número de respostas foi satisfatório, trazendo consigo informações significativas e que atendessem aos objetivos propostos.

3.2 OBSERVAÇÃO TOTAL E INTERVENÇÕES

A observação é um método de investigação e coleta de dados que, segundo Ludke e André (2013), se encontra em local privilegiado nas novas abordagens em pesquisa educacional. Para as autoras, o método possibilita contato visual e estreito entre o pesquisador e o fenômeno estudado, sendo a experiência direta um ótimo teste de verificação da ocorrência de algum fenômeno a partir do momento que, não sendo sólida a base teórica que orienta a coleta de dados, está aberta a descobrir novos aspectos do problema. Outro ponto interessante é o pesquisador poder recorrer aos próprios conhecimentos e experiências para

compreender e interpretar o fenômeno, se aproximando da perspectiva dos participantes da pesquisa, apreendendo sua visão de mundo a partir de suas próprias ações.

Para Gil (2019), sua principal vantagem em relação a outras técnicas é de os fatos serem percebidos diretamente, sem qualquer intermediação, logo a subjetividade do outro tende a ser reduzida. Por outro lado, um inconveniente relacionado ao método é a observação se basear na interpretação pessoal, que pode ser parcial ou distorcida devido ao envolvimento do pesquisador com aquele meio. Da mesma forma, o ambiente e o comportamento dos participantes podem ser alterados devido a presença do pesquisador, visto que o sentimento de estar sendo observado leva a diminuição da espontaneidade (LUDKE; ANDRÉ, 2013; GIL, 2019).

A fim de refutá-los, Ludke e André (2013) se apoiam em Guba e Lincoln (1981)²⁷, que afirmam que são mínimas as alterações provocadas, visto que os ambientes utilizados são relativamente estáveis. Além disso, tais críticas se baseiam no ponto de vista objetivista que, de uma forma ou de outra, condena o uso da experiência direta. Uma opção para o pesquisador seria, dentre uma série de meios, confrontar constantemente o que capta da realidade com o que era esperado. Assim, é possível evitar uma visão tendenciosa e que apenas confirme ideias preconcebidas do fenômeno.

Concordamos com Ludke e André (2013) quando apontam que a mente humana é altamente seletiva. O que cada pessoa enxerga está sujeito a sua história pessoal e bagagem cultural, logo sua formação, grupo social a que pertence, aptidões, predileções e vivências diárias. Para que a observação se torne um instrumento válido, ela deve ser controlada e sistematizada, o que implica em um planejamento cuidadoso do trabalho e preparação do pesquisador.

Planejar a observação significa determinar com antecedência “o quê” e “o como” observar. A primeira tarefa, pois, no preparo das observações é a delimitação do objeto de estudo. Definindo-se claramente o foco da investigação e sua configuração espaço-temporal, ficam mais ou menos evidentes quais aspectos do problema serão cobertos pela observação e qual a melhor forma de captá-los. Cabem ainda nessa etapa as decisões mais específicas sobre o grau de participação do observador, a duração das observações etc. (LUDKE; ANDRÉ, 2013, p. 30)

²⁷ GUBA, Egon Gotthold; LINCOLN, Yvonna Sessions. **Effective Evaluation**: improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1981.

Oliveira (2016) também reconhece que a técnica da observação requer bom planejamento, sendo que a sistematização se opõe à superficialidade. A observação estruturada, também chamada sistemática, requer atenção quanto à coleta de dados, visando as possíveis informações relacionadas aos objetivos traçados. Para a autora, deve-se planejar previamente os eventos que serão registrados, bem como as anotações devem ser precisas, observando os atos em seu contexto e as circunstâncias das atitudes e reações.

O observador deve “aprender a fazer registros descritivos, saber separar os detalhes relevantes dos triviais, aprender a fazer anotações organizadas e utilizar métodos rigorosos para validar suas observações” (LUDKE; ANDRÉ, 2013, p. 30). Outro aspecto importante é “preparar-se mentalmente para o trabalho, aprendendo a se concentrar durante a observação, o que exige um treinamento dos sentidos para se centrar nos aspectos relevantes.” (2013, p. 30).

Pensando nisso, o primeiro passo visando preparação para esses momentos foi minha atuação voluntária como tutora durante um semestre na disciplina de *Química Ambiental*, disponibilizada na modalidade à distância. Ofertada pela UFJF em parceria com a Universidade Aberta do Brasil (UAB), os conteúdos previstos são os mesmos da disciplina presencial que seria acompanhada mais a frente. Minha participação, assim, envolveu interagir e auxiliar tanto os discentes quanto o docente, criar e acompanhar atividades, bem como participar da elaboração de uma apostila, sendo-me dada a oportunidade de inserir a temática vegana.

Para essa experiência não foi preciso determinar e aplicar métodos de pesquisa, uma vez que não é nossa intenção trazer aqui quaisquer resultados ou dados específicos sobre o período. Ainda assim, é necessário dizer que essa vivência foi de grande importância para as próximas etapas da pesquisa. Isto porque, ao longo da produção dos conteúdos semanais – já ciente de que eu teria a liberdade para contextualizá-los – bem como na formulação das versões finais da apostila, inúmeras possibilidades passaram a emergir, o que resultou em pesquisas mais aprofundadas e discussões em conjunto aos profissionais envolvidos. A partir de então, pude compreender um pouco mais como os processos posteriores de observação e participação nas disciplinas poderiam ocorrer.

Pensando em como seriam feitas as observações de acordo com cada momento, definimos um *continuum* que iria desde o meu distanciamento até a imersão. Durante o período de 1 semestre – que se deu na mesma época –, participei das aulas das disciplinas *Química do Meio Ambiente*, *Química e Saúde* e *Química Biológica*, ofertadas no turno integral aos alunos do curso de Licenciatura em Química da UFJF, como *observadora total*.

Disciplinas como *Laboratório de Química e Saúde* e *Química Biológica Prática* não foram contempladas uma vez que, na UFJF, as aulas práticas costumam ser apostiladas, ocorrendo frequente rodízio de docentes, o que dificultaria etapas mais focadas nas disciplinas em si, devido à menor liberdade em relação aos conteúdos e a preferência por essas duas etapas ocorrerem com o auxílio do mesmo professor. Além disso, apenas as disciplinas teóricas foram contempladas na etapa anterior, logo consideramos importante manter um padrão.

Devido à pandemia da Covid-19, as observações totais ocorreram no contexto do Ensino Remoto Emergencial - ERE. Assim, o *locus* da pesquisa mudou da sala de aula física para as plataformas *Google Classroom* e *Moodle*, tendo cada docente escolhido de que forma daria prosseguimento às suas disciplinas.

Meu papel como pesquisadora e os propósitos da pesquisa foram, a todo momento, deixados explícitos a todos os sujeitos participantes. A receptividade do trabalho pelos envolvidos foi aquém do desejável uma vez que, ainda que todo o professorado tenha concordado em fazer parte da pesquisa, a participação do alunado nas disciplinas como um todo, fosse nas aulas síncronas ou nas plataformas de forma assíncronas, foi afetada pela pandemia. Na posição de observadora total, procurei interagir o mínimo possível com o grupo, não estabelecendo relações interpessoais que já não existissem previamente.

O foco da observação, bem como todas as escolhas feitas e descritas aqui, foi definido tendo em mente contemplar o objetivo da pesquisa de *investigar, na prática, possíveis formas de inserir assuntos sobre as relações humanas com os animais em disciplinas relacionadas à bioquímica e meio ambiente nos cursos de Química da UFJF*. Assim, a técnica auxiliou a caracterizar a realidade analisada, bem como compreender e planejar a intervenção posterior.

Para Gil (2019), na observação sistemática, o pesquisador sabe quais aspectos são significativos para alcançar os objetivos pretendidos, logo elabora previamente um plano de observação. Na realidade estudada, com o acesso às ementas e conteúdos programáticos das disciplinas *Química e Saúde* (ANEXO A), *Química Biológica* (ANEXO B) e *Química do Meio Ambiente* (ANEXO C), procuramos previamente nos informar a respeito de cada assunto, buscando fazer emergir aspectos que se encaixassem com a questão animal. Esses tópicos receberam atenção especial nos momentos das aulas, ainda que não fosse deixado de analisar os demais momentos.

A esse respeito é interessante destacar que, nos primeiros momentos e sem nos desviarmos demasiadamente do nosso foco, foi necessário aderir a uma perspectiva de totalidade. A criticidade foi essencial para que as observações não resultassem em um

amontoado de informações irrelevantes, mas sim obter dados que possibilitassem análise mais completa do problema. Da mesma forma, julgamos necessário minha presença durante todo o semestre, em contrapartida a apenas parte dele, uma vez que observamos não apenas o ambiente como um todo, mas os conteúdos de cada aula separadamente. Para Ludke e André (2013, p. 30), “quanto mais curto o período de observação, maior a probabilidade de conclusões apressadas, o que compromete a validade do estudo”.

As ferramentas utilizadas durante as observações foram o gravador de áudio e o diário de campo, um complementando o outro. Situações que podem exemplificar essa relação mutual são aquelas em que foi possível trazer citações diretas de certos trechos das falas, sendo extremamente úteis no momento de análise, interpretação e apresentação dos dados. À medida que considerei pertinente, tomei notas durante a observação para, assim que possível, voltar a determinado ponto do áudio para tornar a informação registrada mais acurada e precisa. Se necessário, uma vez que as aulas síncronas foram gravadas pela própria plataforma do *Google Meet*, esse recurso também foi acessado, utilizando apenas o áudio.

Não há regras estritas para como as anotações devem ser realizadas. Ainda assim, como observadora iniciante, busquei sugestões práticas de forma a nortear este processo, aderindo às que julguei acrescentarem ao tipo de estudo feito aqui. Primeiramente, para a parte descritiva, informações fundamentais para o diário foram o dia, a hora, o local, a disciplina acompanhada e o período de duração daquela observação.

Algumas informações adicionais também incluídas buscaram trazer as relações criadas entre as diversas pessoas, sendo que procurei responder a certas perguntas durante os registros, como: O que está acontecendo? Quem está envolvido na ação? Como os agentes agem? Por que as pessoas agem dessa forma? (GIL, 2019). Já Ludke e André (2013) sugerem incluir algumas características e distinções relevantes entre os participantes. Por exemplo, um dos professores participantes é intolerante à lactose, o que se mostrou ser uma característica interessante, pois, segundo ele próprio, a condição permitiu expandir seus conhecimentos e considerar uma alimentação livre de leite e derivados como viável e mesmo saborosa, vertentes que, de certa forma, estão relacionadas às questões animais e alimentares a partir do contexto da sala de aula.

Devido à impossibilidade de os encontros ocorrerem de forma presencial, não foi possível seguir com certas observações ora previstas, como de gestos feitos e a descrição dos locais onde as atividades observadas ocorreram. Ainda assim, foi dada atenção a palavras e observações feitas pelos sujeitos ao se tratar dos temas que permeiam a pesquisa, bem como foram incluídos a descrição sequencial das atividades e meus comportamentos.

Além da pura descrição, parte das anotações contemplou o viés reflexivo, trazendo “especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, concepções, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções” (LUDKE; ANDRÉ, 2013, p. 31). As reflexões variaram desde o que foi aprendido, logo os temas que foram emergindo, até dilemas éticos sobre meu relacionamento com o grupo, mudanças de perspectiva e esclarecimentos necessários. Buscando organização e uma vez que os registros foram feitos inteiramente através do computador, os trechos descritivos foram destacados de forma diferente dos reflexivos, sendo que utilizei cores distintas para cada um, como pode ser visto no quadro abaixo:

Quadro 17 - Recorte das anotações de campo.

O professor apresentou 5 setores cujos consumos energéticos foram apontados no 33º balanço energético da Cemig de 2018 como os maiores de Minas Gerais. A partir disso, instigou a turma a dar sua opinião sobre qual seria o maior consumidor, relacionando isso à poluição.

O aluno *Thor* propôs ser o setor agropecuário. O professor, por sua vez, confirmou seu grande gasto sendo, inclusive, uma das razões pelas quais acolheu a presente pesquisa. *Acredito que o aluno tenha dado esse palpite devido à prévia apresentação da pesquisa para todos, bem como à leitura do TCLE, procurando relações entre ela e o que é falado em sala de aula.*

O agropecuário, entretanto, foi o 4º de maior consumo, ficando atrás dos setores industrial - mais caracterizado pelas mineradoras, abundantes no estado - de transportes, residenciais e empatando com o comercial/público.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após pesquisar as práticas e atitudes dos professores diante de seus alunos e dos conteúdos desenvolvidos, mudei para a posição de observadora participante, papel que durou três semestres distintos e perpassou tanto o ERE quanto a volta aos trabalhos presenciais. Nesta posição, frente à necessidade de realizar intervenções nas disciplinas, estabelecer uma parceria com os professores foi crucial, o que se sustentou especialmente na grande solicitude e abertura dos docentes para comigo e a pesquisa. Para esses últimos momentos, nos guiamos pelo objetivo de *aplicar, nas disciplinas acompanhadas, as propostas resultantes da investigação a fim de contribuir para ampliar a forma de ver, trabalhar e construir o conhecimento.*

Para Gil (2019), a observação participante implica que o observador assuma, a partir de vários níveis possíveis, o papel de membro do grupo. Neste caso, minha ação como participante se fez presente ao interagir com os professores, ajudando no planejamento do

semestre e atividades para que as intervenções fossem possíveis, e com os discentes, comentando e, no modelo presencial, fazendo apresentações, recebendo palestrantes e ministrando aulas.

Segundo Ludke e André (2013, p. 32), a observação participante envolve, além da observação direta, “todo um conjunto de técnicas metodológicas pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação pesquisada”. Em conjunto ao rigor metodológico construído entre pesquisadora, orientadores e professores, também pudemos observar a presença das trocas não apenas quanto ao conteúdo da disciplina, mas a partir de interesses e experiências pessoais.

Um processo de *intervenção*, seja na escola de 1º grau, 2º grau ou superior, que não saiba partir do que já existe, que procure *romper* com o passado de práticas já consolidadas, que *desorganize* o que está *organizado*, que desconsidere os *conteúdos* tradicionalmente trabalhados tende rapidamente à falência, pois rompe com o movimento natural da história.

A construção de uma didática interdisciplinar baseia-se na possibilidade de efetivação de *trocias intersubjetivas*. Nesse sentido, o papel e a postura do profissional de ensino que procure promover qualquer tipo de intervenção junto aos professores, tendo em vista a construção de uma didática transformadora ou interdisciplinar, deverão *promover* essa possibilidade de *trocias*, estimular o *autoconhecimento* sobre a prática de cada um e contribuir para a ampliação da leitura de aspectos não desvendados das práticas cotidianas. (FAZENDA, 2012, p. 78-79, grifo da autora)

A pesquisa interdisciplinar distingue-se das demais por revelar na sua forma de abordagem a “marca registrada” do pesquisador.

O exercício de busca da marca registrada envolve uma viagem interior, um retrocesso no tempo, em que o autor ao tentar descrever a ação vivenciada em sua história de vida identifica-se com seu próprio modo de ser no mundo [...]. (FAZENDA, 2012, p. 116)

Partindo, agora, para as participações de forma individual, as veredas da pesquisa levaram à sua ocorrência em três momentos, respectivamente (i) em *Química do Meio Ambiente* ainda no Ensino Remoto Emergencial, (ii) em *Química Biológica* no modo presencial e (iii) novamente em *Química do Meio Ambiente*, dessa vez no modo presencial. A opção por passar dois semestres em uma mesma disciplina se deveu, como será visto adiante, à baixa participação dos discentes nas atividades e questionário final no ambiente virtual, o que gerou resultados insatisfatórios. Já a decisão pela não atuação da disciplina *Química e Saúde* nessa etapa foi tomada ao notarmos que os temas passíveis de intervenção eram comuns à *Química Biológica*. Uma vez que a professora responsável por essa última

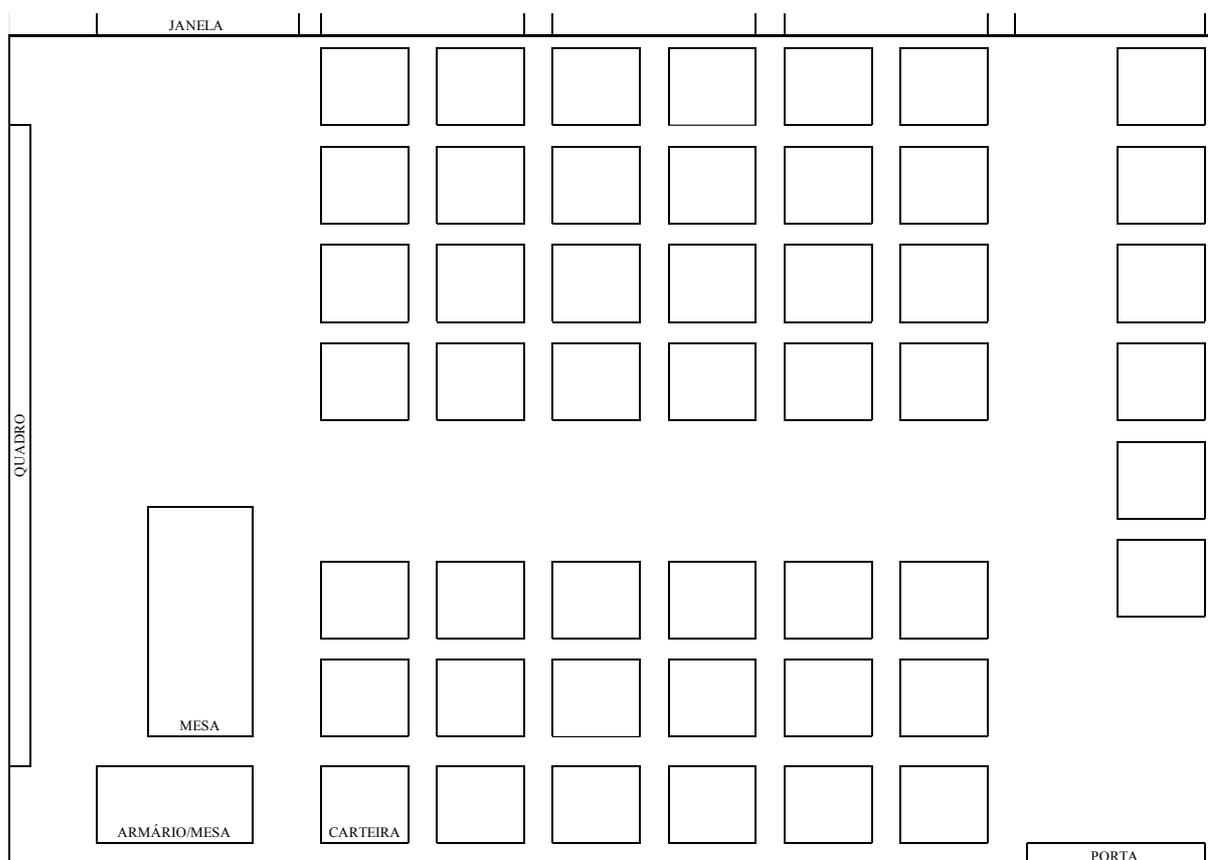
disciplina continuaria sendo sua responsável (tendo mudado no caso de *Química e Saúde*), optamos por seguir a pesquisa dessa forma.

Quanto aos registros, Gil (2019) afirma que o momento mais adequado é o da própria ocorrência do fenômeno, algo que continuou sendo feito através de gravações em áudio e diário de campo (através de anotações à mão, no caso do ensino presencial). Em determinados momentos, por exemplo durante as apresentações feitas por mim, o registro simultâneo por escrito foi inviável, sendo a gravação de áudio crucial. Ao final da participação, em um momento à parte e preferencialmente o mais próximo da ocasião, os áudios foram ouvidos e as anotações foram tomadas.

Ademais, uma proposta foi ilustrar da disposição dos móveis e elementos presentes nas salas de aula, o que resultou na representação média a seguir (figura 5). Na posição de observadora total, se procura sentar-se mais ao fundo, onde a pesquisadora não fique em evidência. Já enquanto observadora participante, me sentei em carteiras mais ao meio e a frente, onde os discentes pudessem me ver, especialmente durante as interações. Quando aos estudantes, a menos que fossem convidados a se sentar mais a frente (arranjando as carteiras em semicírculo, por exemplo), eles se sentavam ao lado de um ou dois colegas, estando os “núcleos” dispersos pelo espaço.

Ao final de cada semestre acompanhado, foram passados questionários (apêndice H) semiestruturados com o objetivo de *verificar as percepções dos alunos participantes dessas disciplinas quanto aos possíveis impactos da abordagem enquanto profissionais e cidadãos*. Sua base se assemelha à dos demais questionários da pesquisa, buscando coletar informações sobre a formação dos participantes (modalidade do curso e período). Já as demais questões visaram a interdisciplinaridade em sala, a inserção da temática animal e se/como ela pode ter interferido na aprendizagem e através de um viés mais pessoal. Ainda que tenhamos buscado uma padronização, devido à produção de material didático e do andamento da disciplina de *Química do Meio Ambiente*, foram inseridas as seguintes perguntas: “Você utilizou a apostila da disciplina durante o semestre? Se não, por quê? Se sim, quanto? Caso considere que ela pode ter trazido contribuições, de que forma elas se deram?”.

Figura 5 - Representação aproximada das salas de aula acompanhadas durante a pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quanto ao número de questionários respondido, foi clara a diferença na quantidade de respondentes entre o modo ERE e presencial. Como sugere Bell (2008), fatores que podem ter levado à maior cooperação são a possibilidade de explicar o propósito do estudo sincronamente e o fato de ter sido reservado um momento da aula para que os questionários pudessem ser respondidos no ato. Esse contato pessoal fez com que 100% dos discentes participasse, em contrapartida a apenas 2 no modo assíncrono. Maiores detalhes acerca dos dados coletados serão trazidos e analisados em capítulos posteriores.

4 INVESTIGAÇÃO JUNTO AOS PROFESSORES

O objetivo da presente seção é realizar um levantamento em busca de compreender como professores de cursos de Química de Instituições mineiras públicas de educação superior enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas. Para tanto, aqui apresentaremos os princípios da análise de conteúdo (AC) categorial descritos por Bardin (2016) e utilizados no tratamento dos dados presentes nos questionários respondidos, bem como os resultados construídos.²⁸

O primeiro nome relacionado a análise de conteúdo foi o de Harold Lasswell (1902-1978). A técnica se desenvolveu nos Estados Unidos por cerca de 40 anos a partir do início do século passado, sendo os materiais analisados essencialmente jornalísticos. Após esse período, os investigadores especializados nas técnicas aumentaram, sendo que a diversificação da sua aplicação caminhou a mesmos passos. Metodologicamente, Bernard Berelson (1912-1979) e Paul Lazarsfeld (1901-1976) marcaram o final dos anos 1940 pelas regras sistematicamente elaboradas e preocupadas com a validade, fidelidade e produtividade da análise, ampliadas por trabalhos posteriores de analistas norte-americanos. O período seguinte foi caracterizado pela expansão da sua aplicabilidade: “A etnologia, a história, a psiquiatria, a psicanálise, a linguística, acabam por se juntar à sociologia, à psicologia, à ciência política, aos jornalistas, para questionar essas técnicas e propor a sua contribuição” (BARDIN, 2016, p. 26).

Bardin (2016, p. 11) conta que, há cerca de 30 anos de sua publicação, as ciências sociais e humanas passaram por um período extremamente fértil caracterizado pela obrigação da escuta, a “liberdade de expressão, a efervescência do pensamento e a explosão da comunicação”. Foi a partir do interesse em compreendê-las e da carência de um método formado e conhecido para sua análise que a autora, ao se deparar com a pouco conhecida - e não suficiente frente à ebulição multidisciplinar das correntes culturais - *content analysis* anglo-saxônica, resolveu realizar uma investigação a fim de aperfeiçoá-la. Nas palavras dela, a análise consiste em

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum dessas técnicas múltiplas e multiplicadas [...] é uma hermenêutica controlada, baseada na

²⁸ Informações complementares a respeito do método em pesquisas educacionais são citadas em Fernandes (2019).

dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade. Absolve e cauciona o investigador por esta atração pelo escondido, o latente, o não aparente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem. (BARDIN, 2016, p. 15).

Utilizar esses instrumentos é “situar-se ao lado daqueles que, de Durkheim a P. Bourdieu passando por Bachelard, querem dizer não ‘à ilusão da transparência’ dos fatos sociais, recusando ou tentando afastar os perigos da compreensão espontânea” (BARDIN, 2016, p. 34). Em outras palavras, o pesquisador rejeita a sociologia ingênua que crê no apreender intuitivamente, quando esta é a própria reflexão da sua subjetividade. A criticidade na análise rejeita a leitura simples da realidade, forja conceitos operatórios, aceita o caráter provisório das hipóteses e define planos. Os objetivos do método são, então, superar a incerteza da subjetividade que pode vir junto à leitura, bem como seu enriquecimento pelo conhecimento das estruturas de análise das mensagens ou pelo esclarecimento de elementos de significações ora incompreendidos.

A análise se divide em três polos cronológicos: (i) pré-análise, (ii) exploração do material e (iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. O que fizemos foi, após definir os objetivos da presente etapa da pesquisa, escolher o método de recolha de dados, bem como delimitá-lo, logo a escolha dos documentos foi o primeiro passo do que se tratou a análise. A esse respeito é importante lembrar que não existem regras prontas e obrigatórias na AC, mas uma base que se adequa à pesquisa. Com sua história de investigações, porém, há modelos a partir dos quais podemos nos inspirar.

Com a posse do material, dentre as demais atividades sugeridas, além de consultar as respostas enviadas à medida que as fomos recebendo, realizamos a leitura flutuante, que se caracteriza por uma vista transversal de forma que emergem primeiras impressões e que se teçam relações para uma posterior categorização. Essa etapa consiste em um dos primeiros contatos com os documentos, sendo importante deixar-se invadir por impressões. Logo após e durante toda a análise, partimos para leituras mais sistematizadas e focadas a partir das necessidades que foram surgindo.

A partir de então, tendo ciência dos nossos objetivos, além de determinar como o *corpus* de análise seria dividido, descrito e analisado, formulamos hipóteses provisórias. Suas funções são heurísticas, buscando “administrar a prova” e enriquecer a exploração, o que aumenta a propensão à descoberta. As duas tarefas podem coexistir e se complementar uma vez que, a partir da hipótese, o analista tanto se guia para a escolha das técnicas mais adequadas quanto pode trazer novos instrumentos que levam a diferentes interpretações. Em

suma, elas auxiliam a nortear as diretrizes no sentido de encontrar suas comprovações ou negações. As nossas hipóteses provisórias foram:

- ✓ Os professores, em sua maior parte, ainda não haviam considerado a possibilidade de inserção da questão animal em suas disciplinas.
- ✓ Ainda que tal possibilidade tenha sido colocada pela pesquisa, predomina a ideia, ao menos a priori, de ela ser escassa ou nula.

Ambas as hipóteses se baseiam no fato de que os ideais veganos não estão presentes na cultura hegemônica brasileira, algo reforçado pelo silenciamento que se mostrou durante as discussões do levantamento bibliográfico prévio. Essa conjuntura, por si só, dificulta a disseminação dos conhecimentos associados a eles e, como consequência, se torna um entrave para a sua inserção nas salas de aula, seja nos cursos de Licenciatura em Química ou naqueles que se imagina serem mais propensos ao assunto, como é o caso da Medicina Veterinária.

- ✓ Os docentes concordam que, de forma geral, a contextualização e a interdisciplinaridade são recursos importantes para suas disciplinas.

Posteriormente à determinação das hipóteses, a etapa que se seguiu foi da referenciação de *índices*, ou seja, menções explícitas de temas nos questionários, sendo possível elaborar *indicadores*. Em outras palavras, uma vez que o objetivo desta seção é realizar um levantamento a respeito da contextualização e a interdisciplinaridade relacionadas às vertentes da questão animal, nossos índices foram aqueles momentos em que as respostas se remeteram aos temas, sendo os indicadores sua frequência de aparição. É dessa forma que começamos a recortar os textos em *unidades de análise* para a codificação e categorização, como será visto adiante.

Ao tratar os questionários, realizamos os processos de recorte, enumeração, classificação e agregação, ou seja, transformamos sistematicamente os dados brutos em *unidades de significação*, as contamos e, a partir disso, definimos as categorias. As primeiras unidades definidas são as de base, chamadas de *codificação* ou *registro*, no nosso caso recortes de frases²⁹ ao longo das respostas de acordo com o tema discutido naqueles fragmentos.

Como é possível notar, as técnicas adotadas por nós na definição das unidades de codificação correspondem a uma *análise temática*, frequentemente utilizada ao estudar motivações de opiniões, atitudes, valores, crenças e tendências. Uma vez que um mesmo

²⁹ Para os fins da análise, definimos que frases são aquelas informações que se encontram, no máximo, entre pontos finais, dois pontos ou ponto vírgula. Será possível encontrar exceções em que as unidades de registro sejam menores que uma frase. A contabilização total das unidades, assim, será feita após todas as demarcações, sempre respeitando as peculiaridades da análise.

elemento do conteúdo não deve ser classificado em mais de um tema, em casos de ambiguidade no sentido dos elementos torna-se necessário definir *unidades de contexto*, superiores às de registro e facilitadoras da compreensão da significação dos itens.

Uma vez que as unidades de registro são *o que* se conta, as regras de enumeração são o modo *como* se conta. Foi através dessa complementação que pudemos observar a presença ou ausência de unidades de registro temáticas nas falas dos diferentes participantes, a frequência das menções, intensidade e direção através das quais se referem ao assunto (como será visto, em determinados momentos, solicitamos aos professores que utilizassem escalas de intensidade em ambas as direções, positiva e negativa) e ordem de aparição nas falas, significando-as.

A divisão das mensagens em rubricas, ainda que não seja etapa obrigatória da análise, circunda a maior parte dos procedimentos de uma análise de conteúdo categorial. O processo de categorização é uma operação de classificação dos elementos por diferenciação e posterior reagrupamento segundo o gênero. As categorias são rubricas que reúnem um grupo de unidades de registro com características comuns sobre um título genérico. Suas etapas são de *inventário*, na qual isolamos os elementos, e de *classificação*, repartindo esses elementos ao procurar certa organização às mensagens e simplificação dos dados brutos. Tendo em vista que as perguntas presentes nos questionários buscaram respostas diretas e explícitas de acordo com nosso objetivo, categorizar implicou baixo nível de teorização, sendo as margens de interpretação pessoal e subjetividade controladas por um trabalho em conjunto.

A *categorização*, próximo passo da análise, é um ato cotidiano. Quando crianças aprendemos a recortar, classificar e ordenar através de exercícios simples. Um exemplo é o jogo adedanha, no qual devemos apresentar elementos de categorias diferentes em um curto período de acordo com a letra escolhida para a rodada, nesse momento cruzando-se dois critérios. As categorias, no nosso caso, foram sendo pensadas desde o início da delimitação dos documentos, sendo aperfeiçoadas e complementadas ao longo da análise. Dessa forma, seu título conceitual somente foi definido ao final da operação.

Um conjunto do que Bardin (2016) chama de “categorias boas” possui as qualidades de (i) exclusão mútua, condição que estipula que os elementos não podem existir em mais de uma divisão; (ii) homogeneidade, logo o conjunto categorial deve ser governado por uma única dimensão de análise; (iii) pertinência, o que envolve adaptação ao material escolhido, logo as categorias devem refletir as intenções da investigação; (iv) objetividade e fidelidade, ou seja, distorções subjetivas não ocorrem se a escolha e definição das categorias forem

claramente estabelecidas; e (v) produtividade, quando se fornecem resultados férteis em índices de inferências, novas hipóteses e dados exatos.

Ainda que estes também não sejam procedimentos obrigatórios de uma AC, decidimos por adotar indicadores quantitativos a fim de complementar a abordagem qualitativa e enriquecer nossos resultados. Esse tipo de análise fundamenta-se na frequência de aparição de determinados elementos nas mensagens a partir da qual obtemos dados descritivos, diretos e exatos por meio de um método estatístico. Sendo mais específicos, fizemos o trabalho de comparar estatisticamente no número de unidades de registro (como já informado, compostas por frases) separadamente por tema e a somatória do número de unidades de registro de todos os temas, significando-os em conjunto com as demais informações produzidas. Ao final, consideramos não ser interessante uma relativização dos dados encontrados com o número total de frases do universo de análise, uma vez que, por ser um material relativamente curto e voltado a temas específicos, as somatórias serão semelhantes.³⁰

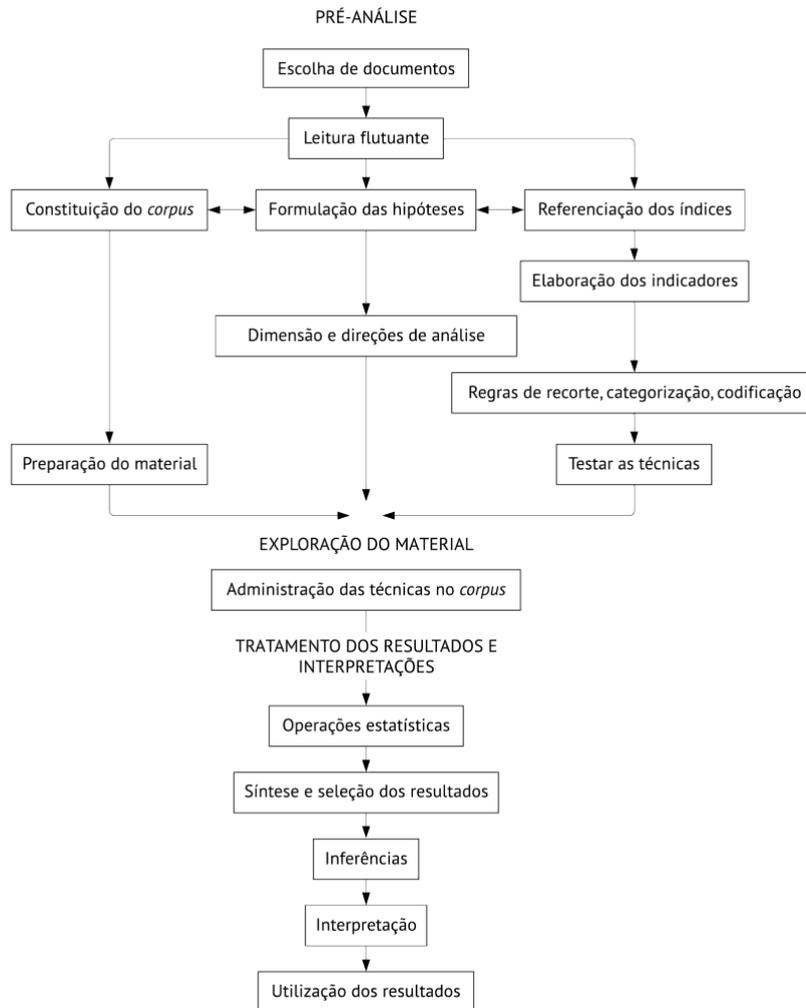
O próximo passo consistiu na aplicação sistemática das decisões tomadas. Como vimos descrevendo, dentre as possibilidades apresentadas pelo universo da análise do conteúdo, escolhemos o tipo chamado *categorial*, o mais ensinado e primeiro cronologicamente. As categorias em questão são como gavetas que permitem classificar os elementos de significação. Por ser feito segundo a frequência ou ausência dos itens de sentido, além de respeitar o princípio de objetividade, racionalizando através de números, é um método que não necessita aval e, portanto, bem concebido.

Recebemos, ao total, 23 respostas, correspondentes a 13 instituições, 15 campi e 24 disciplinas, dentre as quais 14 são relacionadas ao meio ambiente e 10 à bioquímica. Em busca de melhor organizar a discussão, dividimos este capítulo em duas subseções, uma voltada para a descrição geral dos participantes e outra para a análise propriamente dita, visando as opiniões apresentadas e compartilhadas conosco. Para tanto, foram criadas 3 categorias e 7 subcategorias: (i) a questão animal e seu atravessamento em pesquisas com as subdivisões (i.i) alusão aos animais e (i.ii) animais como sujeitos de direitos, (ii) práticas pedagógicas em sala de aula e as subcategorias (ii.i) relação entre interdisciplinaridade, contexto e contextualização, (ii.ii) caráter inerente à disciplina, (ii.iii) entendimentos gerais e (iii) percepções acerca da contextualização e interdisciplinaridade, cujas subdivisões são (iii.i) a interdisciplinaridade e (iii.ii) a contextualização.

³⁰ O compilado com as análises se encontra no quadro 18 ao final do capítulo.

As últimas etapas da análise circundaram o tratamento dos resultados de maneira a se tornarem válidos. Parte importante desse processo é a *inferência*, uma técnica orientada aqui pelos (i) emissores, no nosso caso os professores respondentes dos questionários, logo produtores que se exprimem na mensagem analisada, pelos (ii) receptores, sujeitos a quem as mensagens são dirigidas, aqui representados por nós, doutoranda e orientadores, e pelas (iii) mensagens em si, pontos de partida formados por códigos significados pelos significantes. As inferências se voltam não para os sinais visíveis, mas para os índices produzidos involuntariamente. Elas se baseiam em questionar as causas ou antecedentes e os possíveis efeitos da mensagem, sendo o papel do analista trabalhar com índices postos em evidência durante o processo, deduzindo de maneira lógica a partir dos fatos. O interesse da AC, como se pode notar e será visto ao longo da análise, não é a mera descrição dos conteúdos, mas o que eles poderão ensinar após serem tratados.

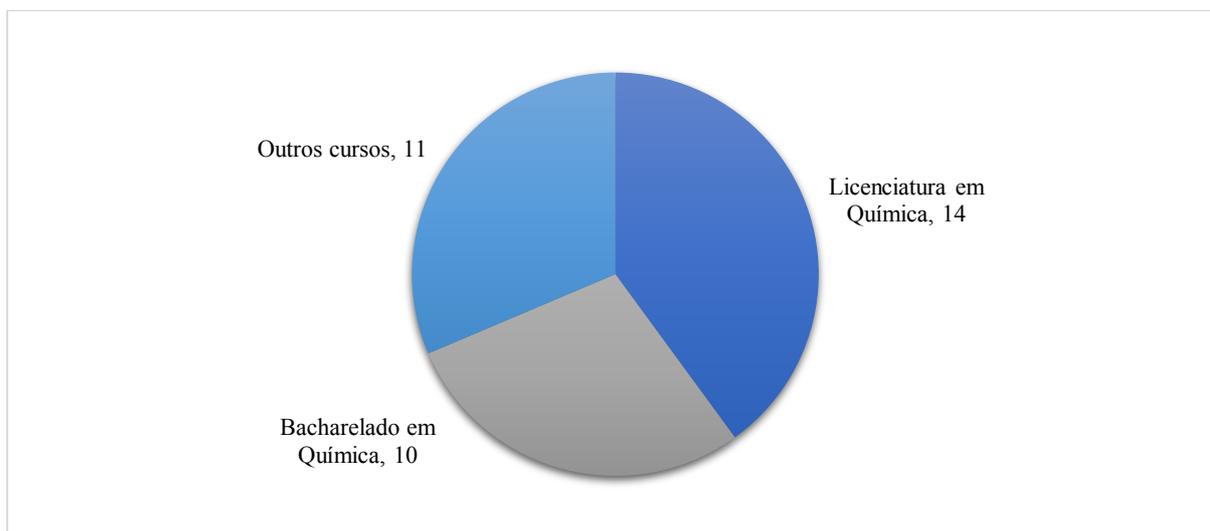
Figura 6 - Desenvolvimento da análise feita.



4.1 VISÃO GERAL DOS PARTICIPANTES E PRIMEIRAS DISCUSSÕES

Dentre os 23 participantes, 21 escolheram seus próprios pseudônimos, sendo alguns em referência a seus nomes, chamando atenção a preferência por siglas. Quando questionados a respeito da área de formação, como podemos observar no gráfico 4, 14 professores, logo mais da metade dos entrevistados, são licenciados em Química, 10 são bacharéis em Química e 11 possuem outros títulos, podendo a mesma pessoa ser formada em um ou mais cursos. Márcia, por exemplo, é licenciada e bacharela em Química, além de engenheira ambiental e hídrica. Dentre os demais cursos citados estão Tecnologia em Gestão Ambiental, Bacharelado em Bioquímica, Agronomia, Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Química Industrial e Farmácia. A respeito da formação continuada, 4 entrevistados são mestres, sendo os demais doutores. As áreas variam, sendo a maior parte em Química, seguida por aquelas relacionadas ao meio ambiente, ciências e bioquímica.

Gráfico 4 - Formação acadêmica dos entrevistados.

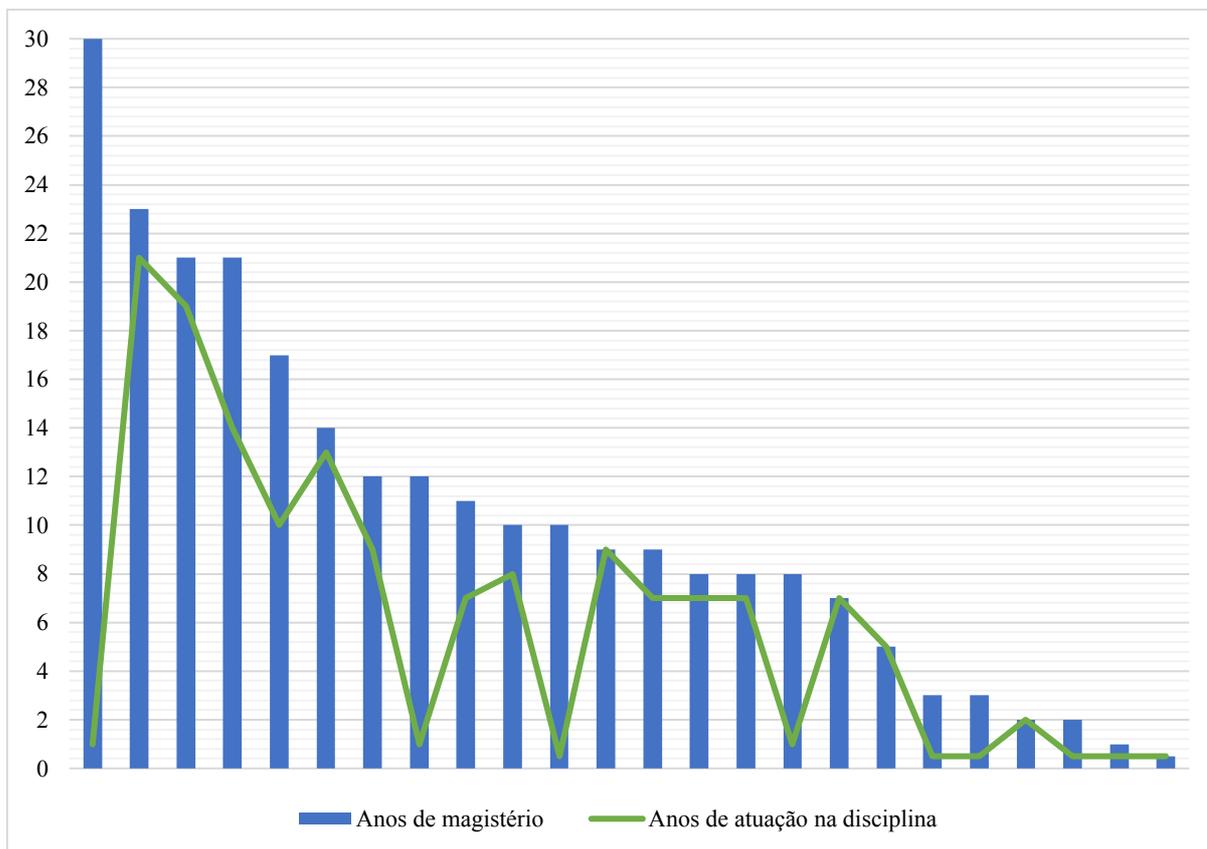


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dentre as respostas, os professores também informaram há quanto tempo exerciam a docência e há quanto tempo eram responsáveis pelas disciplinas de interesse da pesquisa. As respostas variaram, havendo participantes que lecionavam há 30 anos, enquanto outros exerciam a carreira do magistério no ensino superior há 1 ano ou menos. Ainda assim, como consta no gráfico abaixo, foi interessante observar que a maior parte leciona tais cadeiras por mais que 2/3 do seu tempo total de experiência. Como exemplo, havia docentes que durante

toda a carreira foram responsáveis por tais disciplinas, indicando experiência lecionando o assunto específico e, nos casos dos docentes com menos tempo de sala de aula, maior relação entre as disciplinas e suas áreas de formação.

Gráfico 5 - Relação entre experiência no magistério e atuação na disciplina.

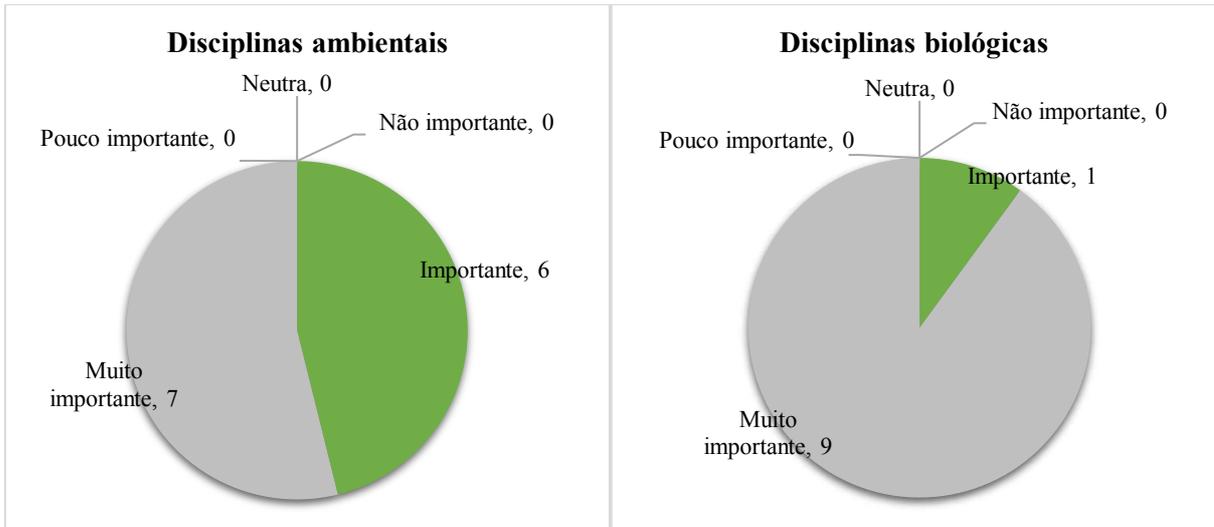


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).³¹

Com foco ainda nos dados quantitativos, os professores opinaram, a partir de uma Escala Likert de importância, sobre a relação entre interdisciplinaridade e o aprendizado em sala de aula (apêndice C – questão 1 do bloco “prática docente”). Visando as distintas características entre as disciplinas ambientais e biológicas, organizamos os dados obtidos separadamente, como pode ser visto a seguir.

³¹ Vale lembrar que uma das professoras participantes era responsável por 2 disciplinas na área ambiental, logo a soma das respostas desse grupo foi equivalente a 24.

Gráfico 6 - Respostas dos professores a respeito da importância da interdisciplinaridade.

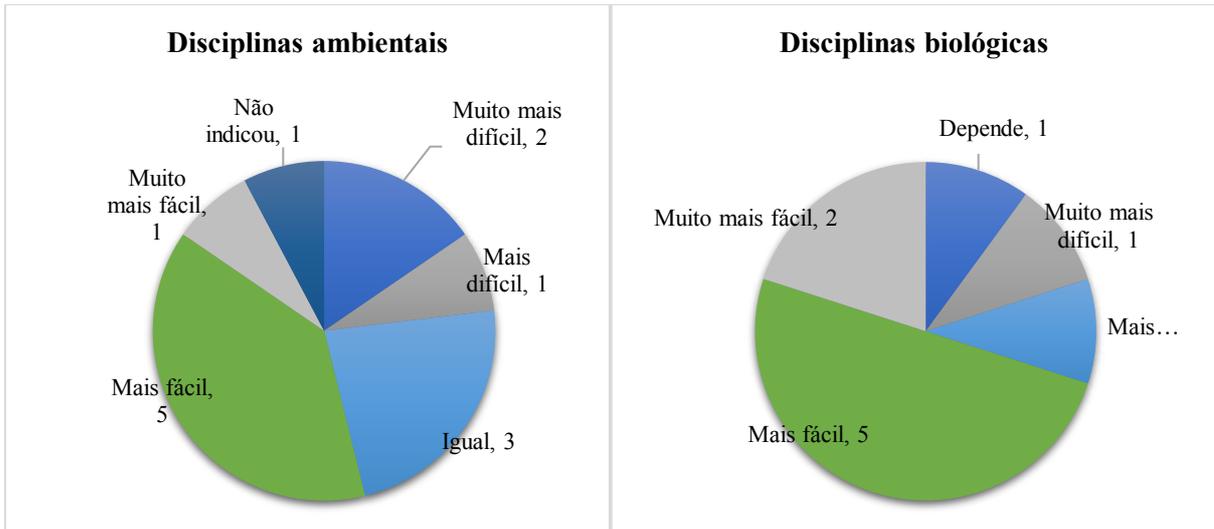


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dentre os 13 docentes responsáveis por disciplinas ambientais, cerca de metade respondeu que a interdisciplinaridade é muito importante para o aprendizado em sala de aula, sendo que a outra metade a vê como importante. Por sua vez, o gráfico aponta que, dentre os 10 professores da área biológica, nove tenderam a considerá-la muito importante, enquanto apenas um observa a relação como importante. Ambos os gráficos são semelhantes no sentido de que os participantes se limitaram a duas das cinco possibilidades de resposta (importante e muito importante), logo não houve respostas que indicassem ser a interdisciplinaridade não importante, pouco importante ou de importância neutra.

Outro questionamento feito a partir de uma Escala Likert (questão 4 do bloco “prática docente”) intencionou que o professor, em uma comparação entre a sua e as demais disciplinas ofertadas no curso, ponderasse sobre a facilidade/dificuldade em se utilizar do ensino contextual. Como pode ser visto a seguir, as respostas apresentaram maior variação em relação a da pergunta anteriormente citada, sendo essa tendência visualizada em ambos os grupos de disciplinas.

Gráfico 7 - Comparação a respeito da possibilidade de contextualização nas disciplinas.

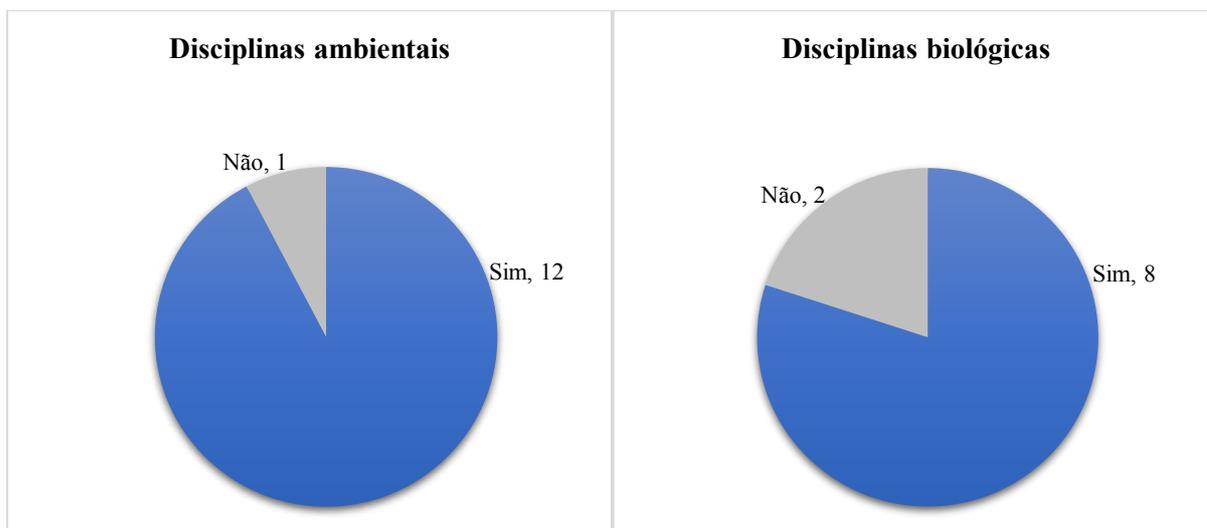


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em suma, a maior parte de ambos os grupos de entrevistados considerou ser mais fácil ou muito mais fácil inserir a contextualização em suas disciplinas se comparadas às demais ofertadas no curso (6 professores da área ambiental e 7 da biológica). Em contrapartida, 3 professores da área ambiental e 2 da bioquímica consideram ser essa tarefa mais difícil ou muito mais difícil, sendo também que 3 relacionados ao meio ambiente a concebem com o mesmo grau de dificuldade/facilidade.

Em relação aos animais, os professores foram questionados sobre a existência de alguma pesquisa na área de estudo de suas disciplinas que faça menção a esse assunto, seja através do âmbito alimentar, ambiental ou de outra vertente (questão 3.1). A esse respeito, o gráfico abaixo mostra que 20 dos 23 professores conhecem estudos que façam esse tipo de referência, sendo as respostas de ambas as áreas similares. Dentre as respostas negativas, chamou a atenção uma das professoras responder “não que eu conheça”, logo, diferentemente das respostas que continham um breve “não”, nos parece que a docente reconhece a possibilidade da existência de tais pesquisas, ainda que não tenha tido contato com elas. Uma possibilidade também a se considerar é a de que os respondentes tenham associado a “menção aos animais” colocada na pergunta com o que chamamos de questão animal, logo a obrigatoriedade da discussão pelo viés dos bem-estar e direitos animais, tema de fato mais escasso.

Gráfico 8 - Existência de estudos na área que mencionem os animais em suas vertentes.

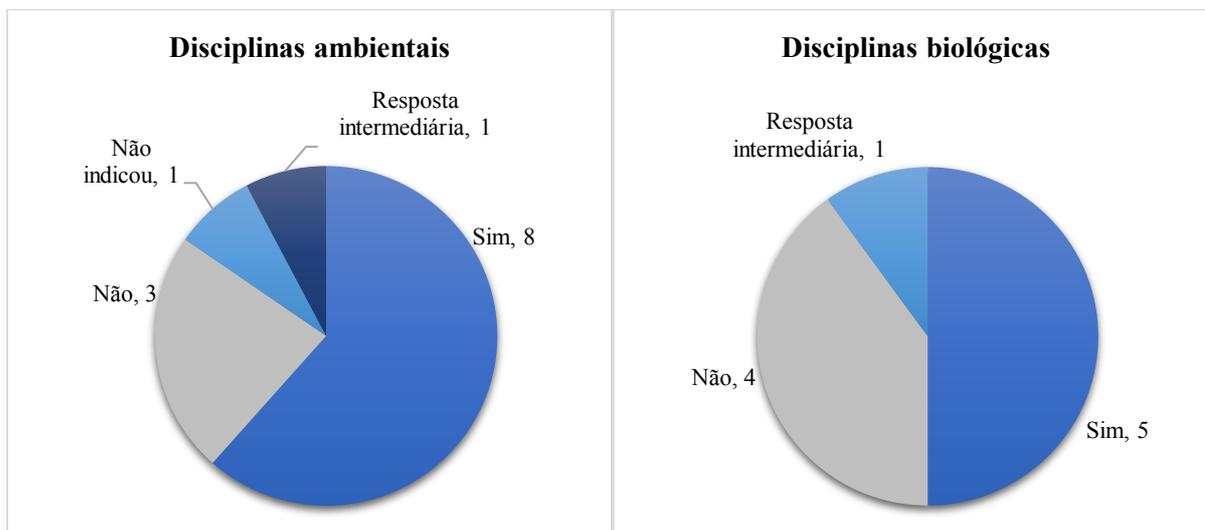


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ainda que suas respostas anteriores possam ter sido negativas, os professores foram convidados a ir além e pensar na possibilidade do atravessamento das disciplinas por questões referentes aos direitos animais (questão 3.2). As respostas positivas foram dadas por 13 dentre os 23 participantes, enquanto as negativas por 7. Em meio à contagem das respostas, duas nos pareceram intermediárias, isso porque uma participante disse ser possível, entretanto não considera que a discussão deva ser feita durante a disciplina, enquanto outra informou que ainda não havia pensado no assunto. Também vale destacar duas das respostas negativas, uma vez que um dos professores informou não enxergar a possibilidade, porém se interessar em conhecer, e outro comunicou nunca a ter abordado, ainda que acredite ser uma discussão possível.

A posição de que os direitos animais não devem ser discutidos, embora não tenha sido acompanhada por uma justificativa, levanta algumas hipóteses e questionamentos: é admissível que esse ponto de vista se embase na concepção de que as ditas *hard sciences* não comportam discussões de cunho ideológico? Seria essa a convicção da maior parte do corpo docente de cursos como Química? Sendo essas indagações verdadeiras, o papel da inter e transdisciplinaridade no movimento de reaproximação entre as ciências, preenchendo lacunas ao restaurar o pensamento globalizante, fica ainda mais claro (Japiassu, 2006).

Gráfico 9 - Comparação a respeito da possibilidade de inserção do direito animal nas disciplinas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação à pergunta anterior, é possível notar que um número menor de participantes respondeu positivamente, agora 13 em relação a 20. A respeito dessa diferença, ainda que os docentes conheçam estudos da área que falem sobre animais, eles acreditam não ser possível trazê-los de maneira a tangenciar a questão dos direitos. Uma vez que não foi intenção da pergunta tal ampliação, essas respostas não implicam, necessariamente, que não se deva tratar do assunto a partir de outra perspectiva, porém exclui o entendimento que perpassa a questão animal.

Podemos observar que, a partir desses dados ainda não tratados pela AC, logo a priori, as respostas dos professores apontam no sentido de refutar a hipótese de que se predominaria a ideia de ser escassa ou nula a possibilidade de inserção da questão animal nas disciplinas. Entretanto, é necessário que tal premissa seja devidamente analisada para uma posterior confirmação ou refutação, etapa prevista nas discussões das categorias.

É possível que o fato de os resultados serem semelhantes, especialmente ao se tratar dos animais, advenha do caráter “inerentemente interdisciplinar” das disciplinas, como alguns dos participantes pontuaram em suas explicações. O tipo de curso investigado aqui conta com cadeiras que são, de certa forma, mais restritas nesse sentido, como é o caso da Química Orgânica, que a cada período se torna mais específica e fechada. Por essa razão, as justificativas dadas a essas quatro últimas perguntas serão discutidas como um todo, logo sem divisões fixas referentes a área de concentração da disciplina, e mais profundamente na análise a seguir.

4.2 A QUESTÃO ANIMAL E SEU ATRAVESSAMENTO EM PESQUISAS

Como há de se notar, não apenas nessa, mas nas demais categorias, a maior parte das unidades de registro encontradas estão presentes em perguntas específicas. Por exemplo, ainda que a interdisciplinaridade e a contextualização possam ser visualizadas em todas as respostas, a questão animal foi trazida apenas nas questões 3.1 e 3.2, quando diretamente perguntadas. Isso ocorre pois, diferentemente de uma entrevista com roteiro aberto e que permite aos entrevistados discorrer sobre as questões mais livremente, os questionários foram produzidos com o objetivo de obter informações mais comedidas e diretas. Esse fato, é importante frisar, não torna os dados e a análise menos apropriados, mas guia-os de acordo com as peculiaridades e necessidades próprias desta pesquisa.

Para a presente categoria, as unidades de registro representaram, fosse direta ou indiretamente, os momentos em que os animais foram mencionados. Marcamos como unidades cada um dos exemplos dados pelos participantes. Por exemplo, a professora Márcia apresentou quatro contextos em que esses seres são mencionados nos estudos da sua área de atuação como docente. Já Ananda apresentou um exemplo e indicou ser possível sua abordagem de duas formas diferentes. Assim, tais respostas apresentaram quatro e duas unidades de registro, respectivamente, ligadas à presente categoria. Respeitando o princípio de que as unidades de registro possuem a delimitação máxima de uma frase, nos casos em que um participante tenha escrito múltiplas frases para elaborar um único tópico, cada uma contará como uma unidade. Ademais, decidimos por não considerar as respostas diretas como “sim” e “não” como unidades, mas as explicações dadas, regras estas que se estendem às demais questões nos casos em que as primeiras respostas tenham sido suas indicações na Escala Likert.

4.2.1 Alusão aos animais

Quando perguntados sobre as pesquisas da área que mencionam animais (questão 3.1), dois docentes foram vagos ao apontar que a literatura faz essa abordagem de diversas formas, sem que indicassem exemplos, enquanto um deles sugeriu a possibilidade apenas de forma indireta. Ainda assim, a forma incisiva como um dos participantes se expressou, nomeadamente o professor Felipe, sugere a confiança de que, de fato, há muitos estudos da área de ecologia que circundam o tema.

A disciplina de ecologia fala o tempo todo de estudos que menciona animais. (Fala do professor Felipe Leite)

A química da vida de forma geral, pode ser extrapolada para vida animal. (Fala da professora Tayana)

Passando para os exemplos de temas desses estudos, as falas dos professores de áreas ambientais puderam ser aninhadas e apresentadas aqui através de oito tópicos:

- ✓ Análise química de metais e compostos orgânicos de amostras vegetais ou animais com interesse ambiental;
- ✓ Contextos que reconhecem os animais como seres inseridos no meio ambiente, logo importantes para o seu equilíbrio e de demais processos ambientais. Esse exemplo foi mencionado por duas professoras, sendo que uma especificou o impacto dos animais de criação no equilíbrio ambiental, destacando a necessidade de se utilizar sistemas menos impactantes e mais ecológicos.

Por sua vez, o professor Michael informa inserir o assunto quando discute os impactos da ação antrópica sobre o meio. Sua posição chamou atenção por ter sido a única, dentre as respostas dos demais participantes da área ambiental, que trouxe o ser humano em primeiro plano. Para além disso, sua fala parece trazer tanto o viés da responsabilização quanto do papel como coautor da mudança:

Indiretamente sim, pois discuto muito o impacto da ação antrópica sobre o meio. [...] Mais no final da disciplina, onde contemplo de maneira mais explícita educação ambiental, sustentabilidade e ecologia social, busco dar a dimensão que o conhecimento científico permite ao ser uma ferramenta de interpretação e intervenção ambiental. (Fala do professor Michael)

A respeito dos impactos gerados pela criação de animais para consumo, três professores os aludiram diretamente ao referenciar a gestão de resíduos da pecuária e, mais especificamente, a contaminação do solo por seus dejetos. O Relatório sobre Impactos Ambientais da Criação e Consumo de Animais (SCHUCK; RIBEIRO, 2018) apresenta dados inquietantes sobre o tema, como o fato de, no estado de Santa Catarina, serem emitidos mais de 75 milhões de litros diários referentes a dejetos e efluentes não tratados da criação de suínos. Dentre os impactos gerados, 95% das fontes superficiais de água no Oeste Catarinense estavam, em 2009, contaminadas por coliformes. “Quando lançados em terra, estes dejetos infiltram-se no solo, contaminando lençóis freáticos, reservatórios e aquíferos. Despejados na

água, além de contaminá-la, eles darão origem a um processo denominado eutrofização [...]” (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 25). Não apenas isso,

Além da contaminação por coliformes fecais e pelo descarte da produção, os dejetos da criação de animais também contêm resíduos de hormônios e antibióticos [...] encontrados de forma recorrente como contaminantes de água subterrânea, superficial e encanada e associados a complicações endócrinas e reprodutivas de peixes e à emergência de cepas bacterianas resistentes a antibióticos.

A produção de dejetos ainda é responsável por outro tipo de poluição associada à volatilização de seus compostos. Dentre os contaminantes atmosféricos estão a amônia, o metano, ácidos graxos voláteis, o gás sulfídrico, o óxido nitroso e o CO₂. Além de associados a complicações respiratórias em humanos, esses gases têm outros impactos ambientais negativos, como a formação de chuva ácida pela descarga de amônia na atmosfera e o aumento do volume de gases de efeito estufa [...]. (SCHUCK; RIBEIRO, 2018, p. 25-26)

À medida que a complexidade dos temas vai sendo tecida, se torna possível relacioná-los aos pontos trazidos por outros participantes. As respostas de três professores se encaixam nesse contexto, uma vez que foram citadas as participações dos animais na poluição atmosférica, no efeito estufa e no aquecimento global. Também é possível notar que os exemplos se complementam em uma relação de causa e efeito, sendo aquecimento global > efeito estufa > poluição atmosférica;

- ✓ Uso de medicamentos veterinários;
- ✗ Perturbadores endócrinos que alteram sistemas hormonais de animais como répteis, aves, mamíferos, peixes, dentre outros. Também chamados disruptores ou desreguladores, são substâncias artificiais capacitadas a modificar o normal funcionamento do sistema endócrino por meio da imitação de hormônios. Sua ocorrência e exposição se dá através de medicamentos, pesticidas e produtos cotidianos, sendo um exemplo o Bisfenol A;
- ✓ A relação entre desmatamento e êxodo das espécies do meio natural para o urbano também foi tema trazido por uma professora. Assunto não explorado pelos demais entrevistados, essa é uma realidade da própria docente:

[...] aqui na cidade possui araras que vieram para o meio urbano porque houve o desmatamento para a plantação de cana. (Fala da professora Catarina)

- ✓ O estudo da toxicidade de compostos e como os animais podem ser afetados foi citado três vezes. Uma das professoras explicitou sua resposta a partir de duas situações verídicas, a primeira delas tomando contexto em uma reportagem investigativa acerca do uso de agrotóxicos e a segunda os efeitos do despejo fabril de mercúrio:

Como no exemplo apresentado no livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson, um marco para o movimento ambientalista, que relata a intoxicação por agroquímicos utilizados indiscriminadamente, que afetava a vida animal de várias formas, tornando pássaros inférteis, por exemplo. Ou[tro] exemplo que é estudado é o caso do desastre de Minamata (Japão), um dos piores desastres ambientais envolvendo a cadeia alimentar, devido à intoxicação por Hg, devido ao descarte de resíduos contendo esse metal na baía de Minamata. Devido ao consumo dos peixes contaminados, os pássaros da região começaram a perder a coordenação motora e os gatos começaram a correr em círculos e espumar pela boca. Posteriormente diversos efeitos também foram observados em seres humanos, principalmente pescadores da região e suas famílias. (Fala da professora Maria)

De forma sucinta, Maria trouxe à tona a temática dos agrotóxicos, totalizando três menções dentre todas as respostas. Por sua vez, a questão relacionada à cadeia trófica e consequente contaminação dos animais que fazem parte dessa rede alimentar foram diretamente citadas por dois participantes ao total. Em relação especificamente à biomagnificação em ambiente aquático por mercúrio, também foram dois os exemplos a fazer tal referência, enquanto a menção genérica à poluição aquática e seus efeitos em animais foi aludida por uma professora.

Por fim, um dos professores se referiu à contaminação de alimentos de origem animal por dioxinas e outros Poluentes Orgânicos Persistentes - POPs. Estes últimos são substâncias sintéticas, dentre elas determinados pesticidas, com características específicas como alta toxicidade e bioacumulação no organismo por via aérea ou dieta. Por sua vez, as dioxinas são subprodutos de processos industriais, podendo ser produzidas também por incineração de lixo e queimadas. A maior fonte de exposição do ser humano às dioxinas é através da ingestão de carnes e laticínios, uma vez que os animais são contaminados, por exemplo, através do pasto ora contaminado através da atmosfera poluída, ainda que em locais distantes das fontes onde foram geradas;

- ✓ Ciclos biogeoquímicos foram citados por dois professores, sendo uma das explicações voltada para a necessidade de se incluir o papel dos animais quando se trata da respiração, alimentação e decomposição;

- ✓ Extinção de animais, a título de exemplo as abelhas, trazida por Catarina. Em sua fala, a professora explica que a temática apresentada já extrapolou as pesquisas científicas ao se tornar um assunto em voga e passível de ser trazido para a sala de aula no contexto da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS):

Costumo trabalhar um episódio da série Black Mirror que trabalha com a extinção e criação de robôs abelhas. Apesar de ficção, a extinção das abelhas é algo real, daí, a partir do episódio trabalho essa temática de extinção dos animais com a relação CTS. (Fala da professora Catarina)

Focando no processo de polinização por abelhas, Goulson *et al.* (2015) analisam o estresse causado pelas mudanças climáticas, doenças infecciosas e inseticidas e que esses animais vêm experienciando. De forma geral, a riqueza de espécies de abelhas selvagens e outros polinizadores tem diminuído nos últimos 50 anos, tendo algumas sido extintas. Houve, durante esse período, o aumento triplicado da demanda de polinização por insetos nas lavouras, tornando a sua importância cada vez mais aparente e, em consequência, também a preocupação de que estamos à beira de uma crise em que os rendimentos das safras caem. Dentre as causas está a perda de habitat, logo a redução da abundância e diversidade de recursos florais e oportunidades de aninhamento, a exposição ao crescente número de parasitas e patógenos transportados acidentalmente pela ação humana ao redor do mundo e a intensificação da agricultura, o que culminou no crescente uso de pesticidas, logo na exposição crônica dos polinizadores por um coquetel de agrotóxicos.

Notamos, aqui, que vários dos exemplos apresentados pelos participantes se conectam. Por exemplo, a extinção de polinizadores está relacionada ao uso de agrotóxicos que, por sua vez, cria a possibilidade de diálogo com o assunto da intoxicação através da cadeia trófica. Ao, inevitavelmente, trazerem a importância dos animais para um ambiente devidamente equilibrado, criamos um ciclo. As disciplinas ambientais, como se pode ver pelos relatos dos professores, estão intimamente ligadas ao assunto animal.

Por sua vez, os exemplos trazidos pelos professores de disciplinas biológicas, divididos em sete tópicos, são das seguintes ordens:

- ✓ Diferença entre vírus e seres vivos como mamíferos e não mamíferos, bactérias e fungos;
- ✓ No quesito da alimentação humana, as respostas de três docentes se destacaram. Uma das possibilidades se encontra na necessidade e influência de cada grupo alimentar na dinâmica de reposição de biomoléculas e fornecimento de energia para os organismos.

O professor Rajesh, por sua vez, brevemente informou já ter conversado com seus alunos sobre veganismo em um momento da aula em que se discutiam dietas.

No mesmo sentido dos assuntos complementares, uma das participantes citou:

Na disciplina Bioquímica Digestória da Medicina abordo os aspectos da alimentação. Porém, no curso de Química não falo muito sobre isso, pois a ementa da disciplina não contém o metabolismo de aminoácidos e nada sobre digestão. O assunto pode surgir na parte de metabolismo quando a turma demonstra mais interesse pela nutrição e eu abordo um pouco do metabolismo de proteína. (Fala da professora Ana)

É interessante notar que, ainda que determinados temas não estejam inseridos nas ementas, planos de ensino e planos de aulas das disciplinas, logo planejados previamente, a dinâmica e diversidade presentes na sala de aula não apenas permitem, como demandam que as discussões se ampliem. A questão animal, tema central da presente pesquisa, pode surgir tanto de forma idealizada (a ser vista nos próximos capítulos) quanto espontaneamente de acordo com o curso da aula;

- ✓ Como as moléculas são produzidas e transformadas no organismo humano e, para fins de comparação, de outros animais;
- ✓ Outro exemplo, este levantado por dois professores, diz respeito ao metabolismo celular. É comum, dentre os planos de ensino de disciplinas bioquímicas, o estudo do metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos. A forma como o conteúdo é trazido, no entanto, varia a partir de diversos fatores. Por exemplo, em sua fala, Rajesh indica considerar pertinente estender o conteúdo para além do sistema humano, enquanto o professor DB traz os animais através da alimentação. Por outro lado, a docente Irene justificou a falta de estudos que tangenciem os animais pelo fato de o curso ser voltado a humanos.

Normalmente estudamos o metabolismo animal com maior intensidade. (Fala do professor Rajesh)

Sim, nas aulas de metabolismo, durante a abordagem das vias oxidativas principais e do metabolismo de aminoácidos, são abordadas a alimentação de proteína animal. (Fala do professor DB)

O curso é voltado para a Bioquímica de Humanos. (Fala da professora Irene)

- ✓ É visto, anteriormente ao estudo do catabolismo das macromoléculas, como e onde esses alimentos são digeridos, além da forma como são absorvidos;
- ✓ A adaptação animal e características frente ao ambiente foi explorada pelo professor Londe:

[...] se estuda os seres produtores, consumidores, os sistemas de obtenção de energia em ambientes com maior ou menor concentração de oxigênio e até mesmo a ausência deste. As adaptações dos animais nos diversos ambientes terrestres em função do clima, geografia ambiental; ou seja, as adaptações alimentares em função dos fatores naturais. (Fala do professor Londe)

- ✓ Por fim, a experimentação e utilização medicinal do animal foi trazida através de cinco exemplos por duas participantes. Ao analisar as falas, notamos que as intenções por trás das respostas de cada um foram diferentes, sendo possível visualizar tanto a finalidade de discutir determinados assuntos que perpassam a experimentação, quanto de debater os ensaios em si.

Primeiramente, a professora Ana informou que traz os animais como parte da história da enzimologia, estudo de proteínas especializadas em catalisar reações biológicas, ao se falar sobre os primeiros estudos com proteases (enzimas que quebram ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas), ora feitos com proteases animais, e a forma como estes eram tratados em comparação aos dias atuais. Outro exemplo toma espaço ao explicar sobre experimentos em geral, a título de exemplo a transferência da informação genética de bactérias do gênero *Streptococcus* em ratos. Nessa mesma linha, a terceira possibilidade volta aos primórdios da extração da insulina a partir de porcos e se encontra com a atual forma de produção de insulina humana sintética a partir de bactérias.

Por conseguinte, a docente chamada pelas iniciais PFP informou as seguintes possibilidades em meio aos seus exemplos:

Podemos discutir porque e o que podemos testar a viabilidade apenas in vitro e não empregar ensaios em animais. Podemos falar da importância do uso de animais para validar as transformações de moléculas dentro dos organismos (ensaio em animais). (Fala da professora PFP)

Em outras palavras, há (i) a possibilidade de discutir, em contrapartida ao uso de animais, razões e viabilidades para testes *in vitro*, logo fora dos sistemas vivos, e (ii) a importância dos animais para determinados ensaios. Nota-se, a princípio, como os exemplos podem ser contrários entre si, visto que um defende alternativas à experimentação em

contrapartida a outro que ampara, salvas as peculiaridades dos assuntos estudados. Uma segunda interpretação seria a de que a professora entende que os testes são necessários apenas em casos em que não é possível realizar o ensaio *in vitro*.

As discussões que circundam a experimentação animal são, certamente, controversas. Para melhor embasar esse contexto, recorremos a um evento memorável que ocorreu em 2012, durante uma Conferência em Cambridge, na qual o físico Stephen Hawkin (1942-2018) foi o convidado de honra. A partir da escrita inicial do neurocientista Philip Low, juntamente a demais 25 profissionais da área reconhecidos mundialmente, todos assinaram um manifesto a respeito da consciência em animais não-humanos. Seu entendimento se dava em razão de que as mesmas estruturas responsáveis pela consciência em humanos se encontram em criaturas invertebradas como polvos e outros moluscos, atestadas após diversas pesquisas no campo. Em outras palavras, demais animais são passíveis de experienciar o mundo de forma individual. No corpo do texto do manifesto, é apontado que

A ausência de um neocórtex não parece impedir que um organismo experimente estados afetivos. Evidências convergentes indicam que os animais não-humanos possuam os substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos de estados conscientes juntamente a capacidade de exibirem comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso da evidência indica que humanos não são únicos em possuir os substratos neurológicos que geram consciência. Os animais não-humanos, incluindo todos os mamíferos e pássaros, e muitas outras criaturas, incluindo polvos, também possuem esses substratos neurológicos. (LOW *et al.*, 2012, tradução nossa)

Enquanto sua famosa afirmação de que “não é mais possível dizer que não sabemos”, fazemos das palavras de Low as nossas. No sentido de continuidade aos preceitos supra apresentados, o neurocientista declara que uma das prováveis mudanças advindas dos impactos do manifesto de Cambridge seria:

No longo prazo, penso que a sociedade dependerá menos dos animais. Será melhor para todos. Deixe-me dar um exemplo. O mundo gasta 20 bilhões de dólares por ano matando 100 milhões de vertebrados em pesquisas médicas. A probabilidade de um remédio advindo desses estudos ser testado em humanos (apenas teste, pode ser que nem funcione) é de 6%. É uma péssima contabilidade. Um primeiro passo é desenvolver abordagens não invasivas. Não acho ser necessário tirar vidas para estudar a vida. Penso que precisamos apelar para nossa própria engenhosidade e desenvolver melhores tecnologias para respeitar a vida dos animais. Temos que colocar a tecnologia em uma posição em que ela serve nossos ideais, em vez de competir com eles. (LOW, 2016)

De fato, são diversos os tipos de testes aos quais os animais são submetidos, geralmente muito criticados. A título de exemplo, vivisseção é o termo empregado ao se tratar da dissecação de animais vivos, sendo também aproveitado para designar as mais diversas formas de experimentação animal nas quais camundongos, porquinhos-da-índia, primatas, porcos, cães, gatos, coelhos, peixes, galinhas, vacas e cavalos estão dentre os animais utilizados.

Segundo Greif e Tréz (2000), os maiores financiadores de vivisseção são os que se relacionam à saúde, ao setor agropecuário e à prática militar. Dentre os experimentos, existem aqueles realizados pelas forças armadas e que envolvem a exposição a armas químicas, testes de irradiação, provas de explosão, descompressão e sobre a força da gravidade, químicas com gases letais, biológicas que empregam sujeição a mosquitos hematófagos, testes balísticos e inalação de fumaça. Na indústria química, podem-se citar testes de toxicidade para verificar se determinadas substâncias químicas são seguras aos seres humanos e em que dose, irritação de olhos e pele, testes de carcinogenicidade e mutagenicidade, estudos de teratogenicidade e toxicidade reprodutiva, de hepatotoxicidade e nefrotoxicidade, neurotoxicidade, dentre outros.

Por outro lado, os autores informam que mesmo, na indústria cosmética, milhões de animais morrem todos os anos a fim de determinar a segurança desde rímeis até produtos de limpeza tais como limpadores de forno. Em testes de irritação ocular, são aplicadas soluções nos olhos de grupos geralmente formados por coelhos, estes conscientes, imobilizados pelo pescoço – em que a tentativa de escape pode resultar em morte – e cujas pálpebras são frequentemente presas com grampos. No teste de sensibilidade cutânea, depila-se os pelos, raspa-se a pele e aplica-se a substância, procedimento considerado doloroso³². Citamos também testes de comportamento e aprendizado, em que animais são colocados em labirintos para buscar a saída, ou nos quais macacos famintos são ensinados a apertar botões que podem levar ou à comida ou a um choque elétrico. Por fim, cirurgias experimentais e experimentos com tabaco/álcool estão dentre os demais exemplos.

Seguindo o panorama da educação, as finalidades da experimentação animal são das mais diversas, como observação de fenômenos fisiológicos, estudos comportamentais, conhecimento da anatomia interna e aperfeiçoamento de habilidades cirúrgicas. Alguns dos experimentos são de miografia, em que um músculo esquelético na perna é retirado da rã ainda viva; de farmacologia, em que drogas podem ser administradas; e do estudo dos

³² Em fevereiro de 2023, através da resolução nº 58, o país deu um grande passo ao ser proibido o uso de animais vertebrados em testes de cosméticos e produtos de higiene pessoal nos casos em que os ingredientes já possuem segurança e eficácia comprovada.

sistemas nervoso e cardiorrespiratório (GREIF; TRÉZ, 2000). No âmbito legal, tais práticas devem ser sucedidas por eutanásia, ou seja, de forma eufêmica, os animais submetidos a vivisseção são então sujeitos a dessensibilização e analgesia para serem abatidos.

Furlan e Fischer (2020) veem, no uso de animais para finalidades acadêmicas visando processos biológicos conhecidos, a legitimação da crença de que esses seres não são sencientes. Ainda que se confie nas técnicas acadêmicas, o avanço do conhecimento científico e a mudança de percepção têm gerado “repúdio e intolerância à conduta de destituir a vida de seres saudáveis apenas para repetir processos consolidados” (FURLAN; FISCHER, 2020, p. 3). A maior parte dos experimentos pode ser substituída por alternativas tecnológicas que envolvem simulações, manequins e vídeos interativos, sem que haja prejuízos para o aprendizado. Além disso, há economia de tempo, recursos financeiros, redução de impacto ecológico, bem como os benefícios advindos da formação de um profissional sensível e responsável. Para Greif e Tréz (2000), complementados por Furlan e Fisher (2020), os impedimentos à substituição de animais se baseiam na falta de informação, discussão sobre alternativas, pouca exposição do descontentamento de determinados estudantes com as práticas e no pensamento tecnicista e utilitário de professores, alunos e sociedade.

4.2.2 Animais como sujeitos de direitos

A pergunta central, agora, diz respeito à possibilidade do atravessamento das disciplinas por tópicos referentes aos direitos animais (questão 3.2). Em outras palavras, as menções discutidas na última indagação sobre estudos que aludam o tema, bem como exemplos advindos de demais fontes, devem se voltar especificamente à questão animal.

À primeira vista foi possível observar que, ao se tratar de direitos, as respostas foram mais curtas em relação a menção aos animais desvinculados do tema, aproximadamente metade da extensão da resposta anterior. Da mesma forma, como os gráficos 8 e 9 trazidos nas páginas que precedem as categorias indicam, enquanto apenas três professores responderam à primeira questão negativamente, a segunda recebeu sete respostas negativas e duas intermediárias. As justificativas se voltam para a falta de relação entre o tema e o curso/disciplina e, ainda que determinados participantes tenham concordado com a possibilidade, não consideraram pertinente trabalhá-la em sala.

Sim, mas dentre as diversas questões ambientais trabalhadas em sala de aula esta não está entre as principais questões discutidas e abordadas na ementa. (Fala da professora Almeida)

As disciplinas que ministro [ensino de química ambiental] são muito específicas da área de química, tanto da área básica quanto da área pedagógica, voltadas principalmente para o ensino. (Fala da professora Andrade, H R C S)

Atualmente não entre no tema de direitos animais, pois ministro aulas na química e agronomia atualmente, mas quando trabalhava em outra instituição isso era abordado, pois ministrava a disciplina nos cursos de ciências biológicas e da área de saúde. (Fala da professora Daniela)

Existe a Bioquímica específica para o curso de Veterinária que aborda a Bioquímica animal. (Fala da professora Irene)

É possível mostrar alguns fatos e levantar alguns questionamentos. Entretanto, não considero que deva ser feita uma discussão aberta sobre isso durante a disciplina Bioquímica. (Fala da professora Ana)

De forma semelhante às respostas anteriores, recebemos de duas professoras da área ambiental a afirmação clara e breve da viabilidade do tema. Um dos retornos, inclusive, sugeriu que a temática não apenas já é trabalhada em sala, como se encaixa em numerosos conteúdos discutidos:

Este tema está sempre presente. (Fala da professora Camila)

É possível em várias temáticas dentro desta disciplina. (Fala da professora Catarina)

Ainda em um movimento de tessitura entre essa e a subcategoria anterior, um tópico comum a ambos os grupos de professores e que decidimos tratá-lo à parte diz respeito à experimentação animal. Foi interessante notar que, de acordo com os primeiros relatos dos participantes nas páginas precedentes, os estudos que envolvem os animais nas disciplinas ambientais estão mais conectados ao cuidado em relação a eles, ainda que também possa haver interesse, em parte das vezes, voltado para si, como no caso da cadeia trófica e das problemáticas da ingestão desses seres. Ainda em relação às respostas dos professores, acreditamos que elas não tenham transparecido a preocupação na autopreservação, com exceção mais clara do momento em que tratam da ingestão de POPs através da alimentação humana de produtos de origem animal.

Por outro lado, os estudos relacionados às disciplinas biológicas estão, de certa forma, mais ligados à exploração, como no caso de experimentos para fins educacionais e da

alimentação humana. Quando perguntados sobre possibilidades da inserção dos animais como semoventes de direitos em suas disciplinas, três docentes do grupo ambiental e dois professores de Bioquímica trouxeram um viés a princípio contrário à experimentação:

Podemos esclarecer e despertar nos estudantes o senso crítico de quais os momentos devemos usar modelos animais de estudo e por que desta utilização. Podemos inclusive falar da importância da conduta ética e dos métodos alternativos que podem ser utilizados em substituição ao uso de animais para alguns ensaios. (Fala da professora de Química Ambiental Sibebe Augusta)

Sim, principalmente na questão de substituição dos modelos animais em pesquisas na área da saúde. (Fala do professor de Ecologia Básica Felipe Leite)

Acho possível a discussão e, com certeza, traria aspectos tanto em relação à alimentação, quanto à questão de ética e bioética em pesquisa. (Fala da professora de Química Ambiental Márcia)

Sim, principalmente na questão de substituição dos modelos animais em pesquisas na área da saúde. (Fala do professor de Bioquímica Teixeira A. I.)

Acho possível a discussão e, com certeza, traria aspectos tanto em [...], quanto à questão de ética e bioética em pesquisa. (Fala do professor de Bioquímica Rajesh)

Por sua vez, a professora PFP acompanha o mesmo raciocínio de sua resposta anterior. Para ela, o direito animal pode estar inserido ao esclarecer e despertar nos estudantes o senso crítico a respeito de quando e porquê se devem utilizar modelos animais no aprendizado. Além disso, para ela, se pode falar na importância da conduta ética e dos métodos alternativos para determinados ensaios. Como expusemos previamente e complementamos aqui, existem numerosas pesquisas que defendem a não utilização animal para fins educativos, especialmente no que diz respeito aos cursos de Química. Ainda assim, compreendemos a visão da professora de que a reflexão e o policiamento dessas práticas estão entrelaçados à questão animal, ainda que não no sentido de extingui-las.

Nos voltando, agora, aos demais exemplos trazidos pelos participantes, primeiramente dividimos as respostas dos docentes das áreas ambientais em onze tópicos, que perpassam temas ricos e controversos nas discussões sobre direitos animais:

- ✓ Investigação de maus tratos contra animais;
- ✓ Explorar a tendência de mais respeito e ética com os animais;

- ✓ Razões pelas quais a sociedade rejeita a implementação de novos hábitos alimentares. Essa, de fato, é uma discussão complexa e que ajuda a nos conhecermos melhor enquanto seres humanos inseridos em contextos históricos e sociais específicos. Melanie Joy (2014), ao se debruçar sobre o assunto, revela a participação crucial da tradição no que diz respeito a preferências alimentares:

A comida, particularmente a de origem animal, é extremamente simbólica e é esse simbolismo, unido à tradição e reforçado por ela, que é em grande parte responsável por nossas preferências alimentares. Por exemplo, poucos apreciam comer caviar até terem idade suficiente para compreender que gostar de caviar significa ser sofisticado e refinado [...]
Apesar do fato de que o gosto é em grande parte adquirido por meio da cultura, as pessoas tendem, mundo afora, a encarar suas preferências como racionais e qualquer desvio como chocante e repugnante. (JOY, 2014, p. 20-21)

A autora considera que existe uma mitologia em torno da carne, relacionada ao que chama de criadores de mitos e aos Três Ns da Justificativa, logo de que consumir animais é *normal, natural e necessário*:

Os criadores de mitos ocupam todos os setores da sociedade, garantindo que, não importa para onde nos viremos, a informação recebida por nós reforce os Três Ns. Os criadores de mitos são as instituições que constituem os pilares do sistema e as pessoas que as representam. Quando está arraigado, um sistema é respaldado por todas as instituições importantes da sociedade, da medicina à educação; muito possivelmente seus médicos e professores não o encorajaram a questionar se a carne é normal, natural e necessária. Nem seus pais, o ministro da sua igreja ou as autoridades eleitas. (JOY, 2014, p. 96)

Outro meio de os profissionais ajudarem a sustentar uma ideologia violenta é atribuir um caráter patológico ou distorcido aos que não a apoiam, como acontece com [...] médicos que advertem sobre os perigos de uma dieta isenta de carne, apesar de tantas evidências em contrário. Contudo, [...] os profissionais *em geral* não apoiam conscientemente a ideologia. Profissionais [...] são pessoas que foram criadas dentro do sistema e, portanto, como o restante de nós, veem o mundo através das lentes do carnismo. (JOY, 2014, p. 97, grifo nosso)

Os criadores de mitos não trabalham exatamente com a criação, mas em sua perpetuação e eventuais atualizações. Uma vez que muitas das crenças relativas ao uso de animais são herdadas e transmitidas por gerações, elas se eternizam;³³

- ✓ Análise de intoxicação relacionada aos temas discutidos na subcategoria anterior;

³³ Me aprofundo na relação veganismo, carnismo, ideologia e cultura em Fernandes (2019).

- ✓ Análise forense também foi um exemplo mencionado. Ainda que a professora não tenha elaborado esse ponto, entendemos que se trata da subárea de Perícia Forense Ambiental ou, como também é chamada, Biologia Forense. Dentre as funções dos profissionais do campo estão identificar espécies de animais presentes em cenas de crimes e realizar análises em situações de danos ambientais como em ocorrências de desmatamento, poluição e crimes contra a fauna;³⁴
- ✓ Desenvolvimento científico em produção de carne sintética e suas implicações. Já é realidade no Brasil e no mundo o consumo de carnes vegetais que simulam a textura e o gosto daquelas provenientes de animais. Em 2019, nos Estados Unidos da América, o *Impossible Burger*, após anos de pesquisas financiadas em parte por Bill Gates, foi o primeiro produto do gênero a ser lançado. Hoje, no Brasil, marcas como a *Beyond Meat*, *The New*, *Behind The Foods*, Fazenda do Futuro, Superbom e mesmo empresas tradicionais no ramo da carne como a Seara e a Sadia lançaram linhas exclusivas para esses produtos, utilizados em estabelecimentos que vão do pequeno porte a grandes cadeias de *fast food* como *Burger King*, *Subway*, *Spoletto* e *Bob's*.

Entretanto, a entrevistada se referiu a um outro tipo de produto, que é a carne animal produzida em laboratório. Para esse processo, os pesquisadores partem de células animais, sendo cultivadas até que se tornem o produto final. A *SuperMeat*, primeira empresa do ramo, marcou 2020 com a abertura de um restaurante experimental e gratuito em Israel, onde se preparam pratos à base de frango. A empresa espera que, em um futuro próximo, seja possível comercializar carnes genuinamente animais e com os benefícios de serem mais baratas, saudáveis, sustentáveis e livres de mortes.³⁵ Em relação ao Brasil, a BRF anunciou, em março de 2021, que prevê passar a comercializar carnes cultivadas em laboratório a partir de 2024.

Em relação à ética vegana, não se chegou (e talvez não se chegue) a um consenso. Por um lado, além da exploração a que animais foram e são submetidos durante anos de pesquisa, existe a questão de que a tecnologia desenvolvida até então não encontrou formas de cessar sua utilização, uma vez que é preciso extrair novas células para a continuidade da produção (ainda que não envolva, necessariamente, sua morte). Por outro lado, a quantidade de vidas a serem poupadas é incontestável e sem precedentes;

- ✓ Abordagem do tema em atividades como seminários apresentados pelos docentes;

³⁴ Informações disponibilizadas pelo Conselho Regional de Biologia e coletadas da página: <https://www.crbio03.gov.br/index.php/institucional/noticias/1278-atuacao-entenda-a-subarea-de-pericia-forense-ambiental>. Acesso em fevereiro de 2023.

³⁵ Para mais informações, visite: <https://supermeat.com>. Acesso em fevereiro de 2023.

- ✓ Questões econômicas e sociais relacionadas à agropecuária. A esse exemplo podemos relacionar, como foram tratadas nos capítulos iniciais desta tese, as quantidades de solo e água utilizadas na criação dos animais, alternativas e seus benefícios;
- ✓ Razões pelas quais não há incentivo a produtos que substituam a proteína animal ou pequenos produtores que trabalham com galinhas livres. Primeiramente, esclarecemos que se chamam galinhas livres os frangos que não são criados no sistema intensivo (em que uma área de cerca de 1.500 m² pode abrigar mais de vinte mil galinhas, fazendo com que cada animal ocupe um espaço menor do que o equivalente a uma folha de papel sulfite) (SCHUCK; RIBEIRO, 2018). No caso da criação livre, essa denominação é dada a partir do critério de existir acesso ao exterior, ainda que por um curto período de tempo. Não se considera, entretanto, a qualidade ambiental, a quantidade de animais no espaço e certas práticas comuns à criação intensiva. Ainda assim, esse é mais um tema controverso, uma vez que o fato de serem “livres” pode melhorar, de certa forma, sua qualidade de vida.

Focando, agora, no quesito do incentivo, aludimos novamente Joy (2014, p. 86-87):

Numa sociedade democrática, uma função central do governo é criar e implementar políticas e leis que melhor atendam aos interesses dos cidadãos. Presumimos, portanto, que a comida que chega à nossa mesa não vai nos deixar doentes ou nos matar. Presumimos isso porque acreditamos que os que fazem parte de nosso governo trabalham para nós [...]. Contudo, quando o poder está excessivamente concentrado em uma indústria, a democracia fica corrompida. É o caso da carne. A pecuária é uma indústria de 125 bilhões de dólares controlada por um punhado de corporações. Essas corporações são poderosas porque foram incorporando um número cada vez maior de empresas [...].

dentre elas as agroquímicas que produzem pesticidas e fertilizantes, de processamento que compram e processam o gado, de alimentação que transformam a carne em produtos específicos, de sistemas de transporte, companhias farmacêuticas e fabricantes de equipamentos agrícolas.

Os economistas advertem que, quando uma indústria tem uma taxa de concentração que ultrapassa quatro companhias controlando 40% do mercado (a chamada CR4),³⁶ a competitividade declina e surgem sérios problemas, particularmente na área de proteção ao consumidor; os conglomerados se tornam capazes de impor os preços e determinar, por exemplo, a qualidade da comida. A indústria da carne excede em muito a CR4 [...]. O poder do negócio pecuarista é tão grande que a indústria acabou

³⁶ CR são as iniciais de *concentration ratio*, isto é, “taxa de concentração”.

entrelaçada com o governo, desrespeitando a fronteira entre interesses privados e serviço público. (JOY, 2014, p. 87)

O assunto ainda se estende à contribuição da indústria da carne, por exemplo na candidatura de políticos e após o início do trabalho no governo. Um bom relacionamento com o legislativo acaba também por conceder benefícios ao ramo, o que se transfigura de diversas formas, como nas queimadas criminosas e posterior grilagem de terras públicas para a criação de animais. Ainda que Joy (2014) se refira à realidade dos Estados Unidos da América, o Brasil não é diferente;

- ✓ Contaminação e surgimento de problemas de saúde em animais devido às substâncias químicas citadas na questão anterior, como o mercúrio, POPs e disruptores endócrinos;
- ✓ A compreensão de que o humano não é um ser à parte, mas um dentre tantos animais cujas vidas devem ser respeitadas. A respeito dessa fala, ainda que seja concordante com os preceitos da questão animal em relação ao direito à vida, o docente sugeriu que um dos fatores que nos diferenciam dos demais animais é a consciência, um assunto controverso e considerado equivocado de acordo com a concepção de senciência apresentada na subcategoria anterior.³⁷

[...] é possível sobretudo quando nos colocamos no patamar de animais, independente da consciência; pois me refiro ao respeito à vida e a biodiversidade (ecológica e ideológica). (Fala do professor Michael)

Em referência às respostas dos professores das áreas biológicas, foram trazidos dois tópicos:

- ✓ Citada sem maiores elaborações, a discussão do direito animal em relação à alimentação, assunto abordado por nós com maior profundidade nos capítulos iniciais;
- ✓ Importância dos animais face à natureza:

[...] não existe distinção entre os seres vivos, quando se trata de direitos, no sentido de grau de importância face a natureza. (Fala do professor Londe)

A resposta do professor Londe diz respeito à importância de todos os seres vivos, sejam eles animais, plantas, fungos, bactérias ou protozoários, para um ambiente devidamente

³⁷ Para estudos que falam sobre as espécies animais e suas particularidades como hábitos, capacidades e sentimentos, ver Joy (2014) e Regan (2006).

equilibrado. Esse ponto de vista é importante, pois vai contra o princípio do antropocentrismo, comungando com a noção de que o ser humano não é superior ou inferior aos demais animais, logo não deve subjugar-los ao seu bel-prazer, premissa elementar da filosofia vegana.

Partindo desse tema, aludimos o professor Rodrigo, participante dessa pesquisa no momento piloto da criação dos questionários. Em um movimento de retorno ao capítulo metodológico, lembramos que uma das contribuições do docente foi a sugestão por incluir uma pergunta a respeito do estilo de vida e da alimentação dos participantes do questionário final. Segundo ele, a opinião dos professores quanto à possibilidade ou não da inserção dos direitos animais contextualmente em suas disciplinas pode estar atrelada tanto ao lado pessoal quanto profissional. Dessa forma, tal questionamento poderia ser uma forma de buscar compreender essa relação, caso exista.

Quando questionados sobre possuem restrições ou optarem por algum tipo específico de alimentação, nove entrevistados responderam positivamente. Dentre eles, três possuem intolerância/restrrição à lactose, um é intolerante ao glúten e uma terceira possui alergia a certos tipos de alimentos, como exemplo azeitonas. As demais participantes responderam no âmbito da opção por certo tipo de alimentação e não da restrição. Dentre elas, uma mencionou que sua alimentação é livre de frituras e açúcar, outra opta pelo “mais saudável possível” (opção justificada através do filho pequeno que necessita boa alimentação) e a terceira evita alimentos processados, se limitando ao consumo de carnes a três vezes por semana. A última respondente se declarou vegetariana.

Partindo para essa análise, notamos que o professor Londe, docente na disciplina Fundamentos de Bioquímica e autor da última resposta transcrita, ainda que tenha trazido a similaridade da importância entre todos os seres vivos, preceito da ética vegana, não declarou optar por algum tipo específico de alimentação. Em contraste, a professora Tayana, que ministra Bioquímica e se declara vegetariana, informou não enxergar a possibilidade do atravessamento por questões referentes aos direitos animais. Isso indica que, dentre o público participante da pesquisa, a opção por uma alimentação livre de carnes animais parece não influenciar na prática docente.

Sim, mas dentre as diversas questões ambientais trabalhadas em sala de aula esta não está entre as principais questões discutidas e abordadas na ementa. (Fala da professora Almeida, alérgica a alimentos como azeitonas)

Sim, acho que isso é uma outra face da "moeda" e que pode ser explorada dentro de uma tendência de mais respeito e ética com os animais. (Fala do professor RAS, intolerante à lactose)

Não. (Fala da professora Márcia, intolerante à lactose)

Atualmente não entre no tema de direitos animais, pois ministro aulas na química e agronomia atualmente, mas quando trabalhava em outra instituição isso era abordado, pois ministrava a disciplina nos cursos de ciências biológicas e da área de saúde. (Fala da professora Daniela, que restringe o leite)

Sim. É possível em várias temáticas dentro desta disciplina. Questões econômicas, sociais relacionadas à agropecuária, o desenvolvimento científico em produção de carne sintética e suas implicações, por que não há o incentivo aos produtos que substituem a proteína animal, aos pequenos produtores que trabalham com galinhas livres? E a sociedade, por que ela rejeita a implementação de novos hábitos alimentares?! (Fala da professora Catarina, intolerante ao glúten)

Não. (Fala da professora Tayana, vegetariana)

É possível mostrar alguns fatos e levantar alguns questionamentos. Entretanto, não considero que deva ser feita uma discussão aberta sobre isso durante a disciplina Bioquímica. (Fala da professora Ana, que prefere alimentos não processados e limita o consumo de carne a 3 vezes por semana)

Não. Existe a Bioquímica específica para o curso de Veterinária que aborda a Bioquímica animal. (Fala da professora Irene, que restringe frituras e açúcar)

Não consigo enxergar essa possibilidade, mas me interessa conhecer. (Fala da professora CKL, que opta por uma alimentação saudável)

Voltando nossos olhares às respostas dos docentes a partir das informações e particularidades compartilhadas por eles, não notamos um padrão de respostas influenciadas por preferências e restrições alimentares. Também vale considerar que o número de entrevistados é pequeno para se chegar a qualquer conclusão que extrapole os sujeitos participantes dessa pesquisa, bem como esse não é nosso objetivo.

4.3 PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM SALA DE AULA

A presente categoria refere-se aos relatos dos professores quanto a suas práticas em sala de aula. Mais especificamente, as unidades aqui analisadas são, em sua maior parte, provenientes do questionamento sobre a existência de planejamento no sentido de trazer a interdisciplinaridade para a sala de aula (questão 2 do bloco “prática docente”). Respeitando o princípio da Análise de Conteúdo em que uma unidade de registro deve compor apenas uma categoria, não trouxemos aqui aquelas encontradas nas respostas de questões que trazem os

animais diretamente - logo presentes na discussão da primeira categoria - ainda que envolvam práticas ocorridas. Não obstante, posteriormente será possível tecer relações entre as categorias.

Partindo ao questionamento sobre a inclusão da interdisciplinaridade em suas disciplinas, todos os participantes responderam positivamente, fosse em menor ou maior grau. Discutiremos, então, suas explicações sobre como essa inserção é feita, fazendo-as conversar com a literatura da área. Para tanto, criamos três subcategorias em busca de melhor organizar as ideias apresentadas, sendo elas a (i) relação entre interdisciplinaridade, contexto e contextualização, (ii) caráter inerente à disciplina e (iii) entendimentos gerais.

4.3.1 Relação entre interdisciplinaridade, contexto e contextualização

A criação dessa subcategoria se deveu à ideia comum, encontrada dentre as respostas, da relação, por vezes como sinônimos, entre os conceitos de interdisciplinaridade, contexto e contextualização. Esse vínculo pode ser visto nos momentos em que parte dos docentes explica de que forma a interdisciplinaridade é incluída em suas aulas:

Relacionando com o cotidiano. (Fala do professor Química)

Busco elementos e situações do cotidiano para contextualizar os conteúdos abordados em sala de aula e a interdisciplinaridade está sempre presente no nosso dia a dia. (Fala da professora Camila)

Ainda que o nosso objetivo não seja problematizar a forma como os entrevistados veem a interdisciplinaridade, notamos que grande parte das concepções confluem no sentido de pensá-la como (i) ferramenta metodológica para o aprendizado do conceito científico, (ii) sinônimo de contextualização e, nesse mesmo sentido, (iii) ligada principalmente à associação entre o tema a ser estudado e alguma situação cotidiana, logo uma exemplificação. Uma vez que não se compreende claramente os termos em seus conceitos, estes não apenas se confundem, como se tornam rasos e, por conseguinte, não se permite a apropriação e domínio dos conhecimentos.

Nossas observações se assemelham aos dados tratados por Wartha, Silva e Bejarano (2013), que analisaram textos que abordassem o cotidiano, a contextualização e os pressupostos relacionados ao ensino de química, refletindo sobre as temáticas. Primeiramente, para que se entenda os termos em suas especificidades, os autores concebem o cotidiano como a relação entre situações do dia a dia e conhecimentos científicos, portanto a

aprendizagens e conceitos. Foi a partir de 1999 que a expressão passou a ser substituída por contextualização, utilizada ao incorporar uma referência a um texto, logo enraizar os aprendizados e a realidade nas suas relações, tornando-os intrínsecos, cujo sentido se perde ao separá-los. Dessa forma, se busca novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando uma aprendizagem mais significativa.

Os resultados dos textos selecionados sugeriram que mesmo determinados livros didáticos se apropriam da ideia de que a contextualização se restringe à exemplificação e ilustração de fatos do dia a dia e que grande parte dos professores a compreende como descrição científica de fatos e processos do cotidiano, bem como a utiliza como sinônimo de contexto. As críticas a essas visões, de acordo com a perspectiva adotada, se baseiam na concepção reducionista dos seus papéis, ficando a compreensão da realidade social como secundária em relação ao ensino dos conhecimentos químicos. Nesse sentido, apenas relações superficiais são tecidas entre eles.

Os autores, então, afirmam que a contextualização não deve ser vista como mero recurso ou proposta de abordagem metodológica, mas como princípio norteador para que se explore o tema contextualizado em seu potencial e para que se transcenda a superfície. Isso significa um entendimento mais complexo do que a simples exemplificação do cotidiano ou mera apresentação de contextos sem uma problematização que, de fato, provoque e busque entendimentos sobre as temáticas. De acordo com a abordagem utilizada por eles, em que a alienação pode ser impedida apenas através da reflexão sobre o cotidiano, o que se busca é

uma educação transformadora, como aquela defendida por Paulo Freire, que implica no desenvolvimento de práticas pedagógicas repletas de significado, fortemente vinculada à problematização de situações reais e contraditórias de contextos locais. As contradições precisam ser compreendidas criticamente por meio da dialogicidade entre educandos e educadores que assume força para atuar no sentido de transformar essa realidade. (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 88)

Portanto, um estudo do cotidiano não é apenas ficar no campo da exemplificação de aspectos do dia a dia das pessoas. Também não é usar o cotidiano como trunfo para motivar os alunos a aprenderem conteúdos científicos, muito menos camuflar com fatos e fenômenos do dia a dia o ensino de química. (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 89)

É dessa forma que a contextualização pode ser vista como um princípio norteador, bem como através de outras perspectivas, como a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), do cotidiano e de aportes históricos e sociológicos das ciências. Uma vez que existem variadas abordagens legítimas, concordamos com a conclusão dos três autores

sobre a necessidade de atenção para que o professor possa assumir seu papel como mediador ativo do processo de aprendizagem.

Em consonância com esses pensamentos, a professora Sibebe Augusta, ainda que aproxime os conceitos interdisciplinaridade e contextualização, acredita que as práticas em sala de aula podem auxiliar os alunos a melhor compreenderem, a partir de um estudo mais aprofundado e criterioso, temas atuais.

Mediante a contextualização com temas atuais, os quais, muitas vezes, são apresentados de forma superficial, na mídia. (Fala da professora Sibebe Augusta)

A professora PFP, por sua vez, aparenta trazer uma perspectiva de ensino em que o tema científico é marcadamente associado ao cotidiano, enraizando-os. Essa visão vai de encontro aos pensamentos de Wartha, Silva e Bejarano (2013), que trazem críticas à sua abordagem “em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos” (p. 85).

Todos os semestres complementamos as discussões com temas de "revistas" científicas e não científicas, discutimos temas "da moda" que influenciam o cotidiano. Interligamos as estruturas moleculares e suas funcionalidades sob os aspectos de saúde e doença, conectando os aspectos nutricionais/ingestão ou exclusão da ingestão de componentes dos nutrientes com a manutenção e recuperação da saúde humana. (Fala da professora PFP)

Por fim, o professor Rajesh procura partir das experiências e interesses dos alunos, sendo o enfoque pensado para aquele grupo a partir das abordagens contextuais, interdisciplinares e CTS, por exemplo. A partir disso, atuam através de aspectos mais holísticos, bem como exploram possibilidades entre as vertentes ensino, pesquisa e extensão. Da mesma forma que o docente, os professores DB e Tayana trazem a interdisciplinaridade, o cotidiano e a contextualização como ferramentas passíveis de se relacionarem. Dessa forma, demonstram não pensar os conceitos como análogos, mas complementares quando propício.

Inicialmente eu busco ouvir os alunos em relação às suas demandas da unidade curricular, pois a bioquímica permite diferentes abordagens em diferentes cursos. A partir das demandas dos alunos, trabalhamos de forma mais contextualizada e interdisciplinar. Muitas vezes trabalhamos com aspectos da bioquímica a partir de dietas, exercícios ou doenças metabólicas. Nestes casos, a abordagem CTS tem sido utilizada para promover a interdisciplinaridade, pois envolvemos, além das unidades

curriculares da área de química, as unidades da área de ensino, como Educação Inclusiva, Prática Pedagógica e etc.

Um exemplo foi um projeto desenvolvido onde os estudantes estudaram o metabolismo de três doenças metabólicas e, trabalharam em um projeto de conscientização acerca destas doenças, fazendo folders e momentos de apresentação à comunidade. (Fala do professor Rajesh)

Sempre levo às aulas exemplos da bioquímica aplicada à assuntos práticos/cotidianos e relacionados à outras áreas do conhecimento. Além dos exemplos em sala de aula, trabalho com os alunos a proposição de um projeto interdisciplinar para resolver alguma demanda da sociedade utilizando-se uma tecnologia ou uma invenção de base bioquímica. (Fala do professor DB)

Procuro relacionar o conteúdo da disciplina com temas do cotidiano e mostrar que outras áreas também são importantes para a compreensão daquele tema. Por exemplo, ao compreender metabolismo, também precisamos conhecer conceitos básicos de termodinâmica (visto em Físico-química), equilíbrio químico (Química analítica), estequiometria (Química Geral), ligações químicas (Química Inorgânica) e conceitos de ácido e base de Lewis (Química Orgânica). (Fala da professora Tayana)

Ademais, a fala da docente Tayana nos chama a atenção no sentido de como a compreensão de determinado assunto complexo presente na ementa da disciplina, o metabolismo, demanda diálogo não apenas com a Biologia e a Química, mas com demais subáreas como a Físico-Química. Seu caráter complexo e que nos aproxima das ideias de Morin (2017) quanto às novas ciências poli e transdisciplinares nos introduz à próxima subcategoria.

4.3.2 Caráter inerente à disciplina

Outra perspectiva trazida pelos professores foi a de que os conteúdos de suas disciplinas, sejam de caráter ambiental ou biológico, são inerentemente interdisciplinares. Dessa forma, ensiná-las satisfatoriamente demanda abordagens interdisciplinares, o que pode ser visto na fala de Catarina, professora de *Abordagem CTS e Educação Ambiental para a Formação de Professores*, para quem a própria disciplina conduz à perspectiva interdisciplinar, uma vez que

[...] quando já estamos planejando os temas para o debate, já se pensa em como pode haver o diálogo entre as outras disciplinas. (Fala da professora Catarina)

Além disso, a professora demonstra compreender a teoria e natureza da abordagem interdisciplinar com maior aprofundamento, uma vez também que cita a autora Ivani Fazenda ao afirmar que a interdisciplinaridade parte da postura do docente frente ao conteúdo. Por sua vez, o professor Michael nos apresenta a possibilidade não apenas de trabalhar a proposta interdisciplinar junto à disciplina, mas inserir os alunos de forma que compreendam os princípios do método utilizado.

*Totalmente, pois a própria disciplina CTS-EA se fundamenta nisso. Eu costumava trazer os conceitos de interdisciplinaridade, o que os autores sustentam etc., mas na prática não observava mudança na postura dos alunos. Isso me fez pensar que mais importante do que apresentar a ideia de interdisciplinaridade era ministrar uma aula que evidenciasse isso. Dessa forma, comecei a trazer exemplos e fazer com que os alunos identificassem as mudanças e o possível impacto disso. **No âmbito da disciplina, é importante o aluno perceber que o conhecimento científico de forma rizomática, ou seja, interligada e horizontal, sem a hierarquia imposta.** (Fala do professor Michael, grifo nosso)*

Como Catarina, o docente também alude a teoria interdisciplinar, bem como contesta a fragmentação do conhecimento quando se remete ao rizoma, de origem em Deleuze e Guattari. Explorando o conceito, a pedagogia rizomática se opõe ao modelo epistemológico arbóreo cartesiano:

O modelo arborescente é a estrutura de onde deve partir todo o conhecimento, inclusive no sentido precisamente cartesiano. Descartes utiliza a imagem da árvore para descrever o todo ou a totalidade do conhecimento. São identificadas as raízes, ou seja, a origem do tronco, e, portanto, do próprio conhecimento. Por se erguer sobre premissas irrefutáveis, o tronco precisa ser firme, pois se ramificam todas as áreas do conhecimento, representadas pelos os galhos. E, assim, emerge a problemática dessa metáfora, demonstrando como o processo arborescente do conhecimento conduz da raiz ao galho, às especializações do conhecimento. (NOVIKOFF; CAVALCANTI, 2016, p. 45)

O rizoma, por sua vez, é devir. Ele representa as relações múltiplas, diretas e sem hierarquias entre os saberes, não havendo começo ou fim, mas uma imersão ao meio por onde cresce. De acordo com Novikoff e Cavalcanti (2016, p. 43), “O conceito de rizoma surge em oposição à forma segmentada de se perceber a realidade, bem como ao modo positivista de se construir conhecimento”. Dessa forma, a crítica apresentada vai ao encontro de Fazenda (2012) quando nos científica de que todas as principais teorias interdisciplinares concordam

com a necessária superação da dicotomia que se impõe entre os conhecimentos, também chamada crise das ciências.

Se o conhecimento for pensado como rizoma e não como árvore, as disciplinas já não seriam gavetas que não se comunicam, mas tenderiam a soar como linhas que se misturam, teia de possibilidades, de conexões, multiplicidade de nós, de interconexões. A noção de rizoma é contributiva principalmente nas discussões quanto a natureza, abrangência da área e suas inter-relações com outros domínios. (NOVIKOFF; CAVALCANTI, 2016, p. 49)

De forma correlata à ideia do papel inerentemente interdisciplinar das disciplinas, a grande importância em se adotar tal postura também foi trazida. A professora Márcia, bem como demais docentes, suscita perspectivas interessantes ao dizer que, em se tratando

de disciplinas relacionadas ao meio ambiente, tudo é interligado, desde reações ácido-base quando se fala, por exemplo, sobre chuva ácida; até sobre problemas socioeconômicos, quando se trata de poluição atmosférica devido ao alto índice de poluentes lançados pelos veículos automotivos. (Fala da professora Márcia)

Eu procuro apontar, durante a explanação do conteúdo, elementos característicos das outras áreas do conhecimento. Para isso, fico atento a esses elementos, durante a preparação das aulas. Busco abordá-los de maneira técnica e correta; mas, sem aprofundar. Para isso pesquisei um pouco sobre o elemento a ser enfatizado e, quando oportuno, procuro desenvolver o assunto na forma de seminários ou palestras convidadas. (Fala do professor RAS)

*As aulas são planejadas com o intuito de demonstrar a aplicação dos conceitos químicos para a compreensão de diversos fenômenos ambientais, para compreender causas, consequências, possíveis remediações de problemas, bem como a influência de características físico-químicas e reatividade das substâncias envolvidas nos diversos processos ambientais. **A interdisciplinaridade é uma característica inerente à química ambiental.** (Fala da professora Maria, grifo nosso)*

[...] busco as interligações entre as questões históricas, química ambiental, gestão ambiental, dentre outros. Desta forma, tendo em vista que muitas vezes é necessário criar uma base ou realizar um nivelamento entre o grupo para as discussões sobre as problemáticas ambientais e as diversas formas de atuação nesta área a interdisciplinaridade é extremamente necessária. (Fala da professora Almeida)

Como qualquer disciplina ambiental a interdisciplinaridade é fundamental. Preciso passar para os alunos conhecimentos de várias áreas da química, e também informações e conhecimentos em biologia, física, história, geografia, economia, etc... Para isso, busco informações de diferentes fontes (livros, vídeos, notícias na internet, etc...) (Fala do professor Gil)

Também chamamos a atenção para a fala da professora Daniela, para quem existe uma relação de interdependência entre o aprendizado de determinados conceitos bioquímicos e conhecimentos que fazem parte tanto de disciplinas prévias quanto futuras (como o exemplo da Fisiologia, ainda que não faça parte da grade curricular da Licenciatura em Química).

Sempre faço a interdisciplinaridade para que o aluno consiga entender que necessita de um conhecimento prévio de outras disciplinas para entender a bioquímica e que ela é a base para a compreensão de outras disciplinas no curso, como fisiologia. Procuro sempre levar problemas para que possam ver na prática a teoria aprendida em sala de aula. (Fala da professora Daniela)

As disciplinas em questão têm como característica possuírem ementas e conteúdos programáticos cujos tópicos naturalmente demandam conhecimentos próprios de outras áreas. A Bioquímica, a título de exemplo, cadeira frequentada por licenciandos em Química, requer a interface com a biologia e suas subáreas de conhecimento, complexificando os temas.

O mesmo objeto - um organismo - é simultaneamente objeto físico (atômico), químico (molecular), biológico (macromolecular), fisiológico, intelectual, social e cultural. [...] A emergência dos campos da interdisciplinaridade é outro fator-chave. Desde 1945, um significativo número de campos com caráter multi ou interdisciplinar tem evoluído [...]. Os exemplos variam de estudos na área, estudos relacionados às mulheres, estudos ambientais, estudos urbanos e estudos culturais a estudos psicológicos, ciências políticas, criminologia e gerontologia a ciências cognitivas e da informação, ciência dos materiais e biologia molecular. (KLEIN, 2004, p. 3, tradução nossa)

Para Klein (2004), a histórica separação das disciplinas ainda é inerente à forma como as universidades funcionam, porém vem erodindo e se tornando obsoleta em algumas áreas. O desenvolvimento interno das ciências impõe tarefas cada vez mais interconectadas entre as ciências naturais, sociais e técnicas. Como relações mutuais são consideradas, novos níveis de organização são revelados. Afinal, “interdisciplinaridade é uma exigência natural e interna das ciências, no sentido de uma melhor compreensão da realidade que ela nos faz conhecer” (FAZENDA, 2012b, p. 91).

4.3.3 Entendimentos gerais

Último tópico da categoria, aqui tratamos das respostas em que os participantes compartilham informações a respeito das abordagens em suas disciplinas e que não se

adequaram às demais subcategorias sobre as quais buscamos maior discussão e visibilidade. A título de exemplo, nos chamou a atenção a frequência com que encontramos respostas que explicam a interdisciplinaridade como a relação explícita entre os assuntos que compõem as cadeiras em questão com outras disciplinas e áreas de conhecimento:

*[...] abordo aspectos de **química orgânica, química de alimentos**, um pouco sobre **meio ambiente**, etc. (Fala da professora Ana, grifos nossos)*

*[...] dentro do possível, procuro trabalhar a disciplina abordando os aspectos **químicos, físicos, biológicos e nutricionais**, sempre com a questão geral da **saúde** permeando todos os conteúdos. (Fala do professor Teixeira A.I., grifos nossos)*

Ademais, algumas respostas foram mais vagas no sentido de não discutirem e deixarem claras as relações entre interdisciplinaridade, abordagens ou temáticas escolhidas em relação às disciplinas:

Existe, mas pouco. Incluindo temas interdisciplinares para as aulas. (Fala do professor Felipe Leite)

Através de textos para discussão em grupos de estudo. (Fala da professora Irene)

É preciso estudar outros assuntos ou temas, para melhor conhecer a inter-relação entre as disciplinas ou tópicos. (Fala do professor Londe)

Todo o conteúdo é discutido com outras disciplinas específicas para garantir a interdisciplinaridade. (Fala da professora CKL)

Ao planejar minhas aulas busco sempre trazer exemplos, exercícios, estudos de caso de outras áreas e/ou assuntos importantes para que o aluno perceba a importância dos assuntos trabalhados em sala e sua amplitude. (Fala da professora Ananda)

Como informado previamente, não nos propusemos julgar os relatos enviados como sendo ou não práticas interdisciplinares, mas compreender a forma como esses professores as empregam em suas aulas. De forma geral, o que pudemos notar foram as visões de interdisciplinaridade como característica importante ou inerente às disciplinas aqui estudadas, como fortemente relacionada aos conceitos de contexto e contextualização e como ferramenta não apenas para auxiliar o ensino, mas também a pesquisa e extensão.

4.4 PERCEPÇÕES ACERCA DA CONTEXTUALIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE

Última categoria, *Percepções acerca da contextualização e interdisciplinaridade* diz respeito, principalmente, à dois questionamentos postos aos professores, que correspondem aos números 1 e 4 do questionário: “Em uma escala [Likert] de importância e a partir de uma perspectiva geral, qual tipo de relação você observa entre a interdisciplinaridade e o aprendizado em sala de aula? Por quê?” e “Para fins de comparação, tendo em mente seus conhecimentos sobre as demais cadeiras ofertadas pelo curso de Química, como você percebe a aplicabilidade de um ensino contextual na disciplina que ministra? Explique”.

A partir dessas questões, e diferentemente da categoria anterior em que visávamos as práticas em sala de aula, aqui buscamos compreender um pouco mais sobre como os docentes enxergam tais conceitos. Para tanto e buscando melhor compreensão, dividimos o presente tópico em duas subcategorias, cada uma a respeito de uma abordagem: (i) a interdisciplinaridade e (ii) a contextualização. Também vale a pena mencionar que as perguntas relacionadas à presente categoria foram as que tiveram maior número de abstenções, ou seja, ainda que a numeração da escala tenha sido indicada, muitas não foram explicadas, logo fatores que se relacionam à representatividade e à variedade de opiniões são menos enriquecidos, ainda que não tire a validade e a importância das discussões. Embora não nos caiba realizar essa análise, é concebível que o silenciamento se justifique por uma visão ingênua dos conceitos. Em outras palavras, a falta de clareza quanto ao seu entendimento pode vir a gerar hesitação ao se discorrer sobre os temas.

4.4.1 A interdisciplinaridade

Das 23 respostas para o questionamento sobre o grau de importância da interdisciplinaridade nas disciplinas ministradas, 14 professores justificaram suas opiniões. Como informado anteriormente, todos acreditam que a abordagem seja importante ou muito importante para o aprendizado em sala de aula. Os argumentos se basearam em 7 tópicos divididos por nós, sendo eles:

- ✓ A maior parte dos professores, 6 ao total, atribuiu o auxílio no processo de aprendizagem à importância da interdisciplinaridade. Dentre as respostas, os entrevistados alegaram que o uso da pesquisa interdisciplinar

[...] permite ao discente uma visão mais ampla do conhecimento teórico e prático, uma vez que o mesmo entende a presença dos conteúdos em diferentes áreas do saber. (Fala da professora Ananda)

[...] amplia aprendizado em sala de aula por possibilitar ao grupo docente verificar que para a resolução de um problema dentro ou fora da sala de aula ele necessitará de diversos conhecimentos e suas interações. (Fala da professora Almeida)

[...] garante o aprendizado de qualquer conteúdo, porque fornece o “sentido” que precisa existir no processo do ensino-aprendizagem. (Fala da professora CKL)

Demais atributos conferidos pelos professores se relacionaram a facilitar a assimilação e ampliar o conhecimento das disciplinas de base, possibilitar a resolução de problemas, auxiliar na vinculação entre conhecimentos e a construção de novas relações entre os conteúdos da Química. Nesse mesmo sentido, assumir a atitude interdisciplinar

[...] pressupõe fatalmente a formação de mais e melhores pesquisadores, de novas pesquisas, de métodos próprios para toda forma de ensino, de um investimento maciço e diferenciado na capacitação e formação dos professores e na criação de modelos que permitam tornar mais claras as inter-relações e interpenetrações das ciências [...]. (FAZENDA, 2012, p. 22)

- ✓ Em relação às discussões presentes na categoria anterior, também aqui encontramos a importância da interdisciplinaridade devido à sua inseparabilidade em relação a determinadas disciplinas complexas, no caso Bioquímica:

Muito importante, pois a Bioquímica por si só possui um caráter interdisciplinar entre Química/Biologia. (Fala do professor Teixeira A.I.)

Ainda no que diz respeito à discussão prévia, a professora PFP atrela à contextualização a importância da interdisciplinaridade, uma vez que torna possível, para o estudante, relacionar os conteúdos e habilidades desenvolvidos nas disciplinas com aspectos pessoais:

A interdisciplinaridade faz com que os estudantes consigam contextualizar em quais momentos de sua vida cotidiana e profissional poderão lançar mão daqueles conteúdos e habilidades desenvolvidos ao longo de cada disciplina cursada. (Fala da professora PFP)

- ✓ Enriquece o aprendizado e aumenta a interação entre os estudantes. Como exemplo, a professora Maria citou a própria disciplina de Química Ambiental, em que alunos dos cursos de Química e Engenharia Ambiental discutem assuntos em comum através de diferentes perspectivas:

Em disciplinas como a de Química Ambiental, que é cursada por estudantes dos cursos de Química e de Engenharia Ambiental, também notamos o quanto a interação de estudantes de cursos diferente na discussão de assuntos em comum pode ser enriquecedora para todos. (Fala da professora Maria)

- ✓ Dentre os argumentos compartilhados, 5 trouxeram a interligação dos conhecimentos e, em mais um momento, consequentemente à resolução de problemas. A esse respeito, é dito sobre a impossibilidade de se ministrar uma disciplina sem que se considerem conhecimentos prévios e passíveis de interligação, bem como

A interdisciplinaridade permite que os estudantes sejam capazes de criar links entre conteúdos teóricos e aplicações práticas, permite perceber que embora as ciências sejam divididas em áreas, todas são interligadas. (Fala da professora Maria)

Também chamou nossa atenção a fala da professora Tayana ao afirmar que a interdisciplinaridade nos mostra que a ciência é uma, ainda que se tenham, como afirmam os principais autores das teorias interdisciplinar e transdisciplinar (MORIN, 2017; FAZENDA, 2012; JAPIASSU, 2006; NICOLESCU, 1999), fragmentado e compartimentado seus saberes em disciplinas.

[...] essa interdisciplinaridade mostra que a ciência é uma só. A divisão de disciplinas é feita para facilitar a formação, mas todas estão interconectadas e relacionadas. (Fala da professora Tayana)

Por fim, recebemos o relato de que a interdisciplinaridade, consequentemente, torna possível resolver problemas ao compreender fenômenos que as áreas demasiadamente ramificadas, por si só, não são capazes. A respeito da ramificação, podemos nos referir a ela como, por exemplo, a divisão das Ciências em Biologia, Química e Física ou da Química em Bioquímica, Orgânica, Analítica, Inorgânica e Físico-química;

- ✓ Já uma professora, dentre seus argumentos, mencionou que a ferramenta é capaz de atribuir novos olhares a conceitos ora maçantes e pouco interessantes, tornando o

processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, atrativo, prazeroso e com propósito mais claro;

- ✓ O professor Michael, por sua vez, apontou ser de extrema importância, ainda que a postura interdisciplinar em sala de aula seja dificultosa. Isso porque, segundo ele, a prática interdisciplinar se tornou um discurso diluído e, por muitas vezes, superficial.

Embora seja de extrema importância, pontuo a dificuldade de se ter uma postura interdisciplinar em sala de aula. Afirmando isso pois a interdisciplinaridade se tornou um discurso diluído e uma prática, muitas vezes, superficial. É praticamente impossível explorar a Química sem uma interlocução efetiva entre as outras áreas do conhecimento, pois a sinergia que garante que o conhecimento seja compreendido sem as barreiras invisíveis das disciplinas. Infelizmente, trazer exemplos e conceitos variados se tornou uma “forma de interdisciplinaridade”. (Fala do professor Michael)

A posição do docente caminha com a de Fazenda (2012) ao dizer que, ainda que seja improvável explorar a Química sem que haja interlocução efetiva entre as outras áreas do conhecimento, existe a ideia errônea de que a apresentação de exemplos e conceitos variados é uma forma de interdisciplinaridade. Ainda assim, a autora demonstra otimismo ao reconhecer que o conceito passou e ainda passa por um processo de amadurecimento dentre os pesquisadores, sendo tais equívocos parte desse percurso:

O termo interdisciplinaridade vem sendo utilizado com desmedida frequência, sempre que se busca imprimir um caráter de seriedade a determinado trabalho de equipe, seminário, encontro de educadores ou projeto educacional. A socialização dessa terminologia, entretanto, com muita frequência tem contribuído para o empobrecimento do significado originário e desvio do mesmo. Dessa forma, podemos constatar que a história da interdisciplinaridade, porque recente, tem sido marcada por equívocos. Esses equívocos, entretanto, fazem parte de seu próprio processo construtivo, emergente que vem tentando adquirir maturidade estrutural. (FAZENDA, 2012, p. 65-66)

- ✓ Por fim, a professora Catarina trouxe uma perspectiva diferente uma vez que não justificou sua resposta, mas fez uma ressalva que, como mencionamos na categoria anterior, transparece um conhecimento mais aprofundado sobre o tema. Em sua fala, a entrevistada diz que a interdisciplinaridade é importante, devendo-se levar em consideração que os docentes devem ser livres para escolher qual perspectiva adotar, uma vez que o conceito é aberto e envolve diferentes visões.

Importante, no entanto, é preciso deixar os docentes livres para escolher qual perspectiva de interdisciplinaridade ele vai querer adotar, tendo em vista que é um conceito ainda aberto e com diferentes visões de acordo com os diferentes autores. (Fala da professora Catarina)

Como podemos ver nos capítulos iniciais, algumas das perspectivas através das quais a interdisciplinaridade é trabalhada são exploradas por autores como Ivani Fazenda, Edgar Morin, Hilton Japiassú, Basarab Nicolescu, dentre numerosos outros. A partir das perspectivas que se aproximam e distanciam em determinados pontos, não acreditamos ser possível determinar a validade de uma em detrimento à outra. Dessa forma, concordamos com a professora Catarina no sentido de que o pesquisador é livre para adotar a postura que considerar mais pertinente.

4.4.2 A contextualização

A respeito do questionamento sobre o grau de dificuldade/facilidade em se inserir a contextualização na disciplina ministrada em comparação às demais cadeiras do curso de Química, 15 professores justificaram suas respostas. A fim de tornar a discussão mais organizada, as dividimos entre os docentes que consideram a inserção mais fácil, mais difícil e de mesmo grau ou que relativizaram sua resposta, não escolhendo entre as opções oferecidas pela escala.

Primeiramente, é necessário esclarecer que, embora a questão se referisse à contextualização, parte das respostas se concerniram diretamente à interdisciplinaridade. Na maior parte, porém, não foi deixado explícito sobre qual definição se estava dizendo respeito. Ainda que, por vezes, o conceito a que o entrevistado se refere esteja claro na fala, uma vez que em momento anterior constatamos que ambos demonstraram se confundir conceitualmente, resolvemos por não buscar distinção e separação, mas sim expandir o sentido que procuramos imprimir no questionário, logo das visões e atitudes interdisciplinares e contextuais, à essa pergunta.

Os docentes que informaram considerar a inserção, seja da interdisciplinaridade, seja da contextualização, mais fácil ou muito mais fácil que em demais disciplinas, traçaram seus argumentos em diversos sentidos, sendo o mais comum a facilidade em relacionar os conteúdos, seja com aqueles de outras disciplinas ou com aspectos mais voltados ao âmbito extra universitário:

A disciplina permite a integração de outras disciplinas, como Química Ambiental, Química Analítica Qualitativa, Toxicologia e outras a partir da interpretação dos resultados das análises químicas. (Fala da entrevistada Ananda, professora de Química Ambiental e da disciplina Meio Ambiente e Responsabilidade Social)

[...] procuro relacionar a aplicabilidade de outras disciplinas (Orgânica, Inorgânica, Geral, Analítica e Físico-Química) no conteúdo apresentado. (Fala da entrevistada Tayana, professora de Bioquímica)

[..] a disciplina permite aplicar a contextualização, principalmente nas questões voltadas para a nutrição e a saúde como um todo. (Fala do entrevistado Teixeira A.I., professor de Bioquímica)

[...] a Química Ambiental pode ser explorada com temas muito pertinentes aos problemas da nossa sociedade. (Fala da professora Sibebe Augusta)

Podemos conduzir e contextualizar todos os temas de acordo com os interesses dos estudantes. Fazendo com que a Bioquímica seja um estímulo ao aprendizado global. Conseguimos conectar vários conceitos (estrutura química e funcionalidade biológica); Transformações químicas e metabolismo; química analítica e dosagem de metabólitos. Podemos mudar a “roupagem” da disciplina adequando ela aos diferentes estudantes. (Fala da professora PFP)

Outros argumentos se relacionam, por exemplo, à Química Ambiental ser ministrada ao final do curso, o que auxilia na relação entre o conhecimento prévio, logo aquele adquirido durante a trajetória da graduação, e outros tópicos. Ainda em relação à Química Ambiental, o professor Gil entende ser demasiadamente importante a alta participação dos alunos, o que compreende seus relatos de experiências pessoais ou conhecimentos complementares, bem como,

Além de ser uma disciplina interdisciplinar, a química ambiental necessita do uso de vários recursos (vídeos, gráficos, informações atualizadas a cada descoberta ou novos dados sobre um dado assunto). (Fala do professor Gil)

Já dentre os professores que relativizaram suas respostas, tendendo a ambos os lados da Escala Likert (assim como aqueles que consideram que o nível de dificuldade/facilidade envolvido na inclusão da contextualização em sua disciplina não se diferencia das demais presentes no curso), o professor Londe, ainda que tenha utilizado a escala para sua resposta, uma vez que foi instruído para tanto, utilizou o espaço da justificativa para relativizá-la. Segundo ele, ao mesmo tempo que a interdisciplinaridade traz dificuldade ao exigir maior vivência dos professores em relação a outros conteúdos, também torna o ensino mais atrativo, relevante e justificável para o aluno, o que amplia seu interesse e facilita a aprendizagem.

De fato, a postura interdisciplinar demanda comprometimento, envolvimento e engajamento como pressupostos fundamentais. Segundo Fazenda (2012, p. 115), o nascimento da pesquisa interdisciplinar

não é rápido, exige uma gestação prolongada, uma gestação em que o pesquisador se aninha no útero de uma nova forma de conhecimento – a do conhecimento vivenciado e não apenas refletido, a de um conhecimento percebido, sentido e não apenas pensado. [...] A espera que esse processo de gestação determina começa a gerar novas dúvidas, passa a duvidar das teorias sobre educação existentes; duvidar no bom sentido, no sentido de percebê-las imperfeitas e incompletas.

Outras duas docentes optaram por não escolher um dentre os pontos apresentados na escala, porém compartilharam seus pontos de vista:

Difícil considerando que há a necessidade de interação e disponibilidade de outro professor, mas fácil considerando alguns dos componentes curriculares que fazem parte do Projeto Pedagógico do Curso. (Fala da professora CKL)

Nas disciplinas que ministro prezo por um ensino contextualizado principalmente com a realidade da nossa região. Acredito que a aplicabilidade de um ensino contextualizado é viável e produtiva. (Fala da professora Andrade, H R C S)

Já o professor RAS escolheu a neutralidade, logo não considera a inserção nem mais fácil e nem mais difícil, nos contando que a Química, como uma ciência experimental, permite que todas as áreas tenham aplicações práticas e que podem ser destacadas. A professora Catarina, em uma perspectiva semelhante:

Percebo que quando olho para as demais disciplinas do curso, já vejo como trabalhar de forma contextualizada, acredito que seja consequência da minha formação na área de educação em Química que me deixou com uma visão diferente. Muitos docentes, apesar de ter licenciatura, conseguem ver a aplicação de seus conteúdos mas não conseguem elaborar uma aula mostrando isso, ficando apenas nos exemplos. (Fala da professora Catarina)

Por fim, apresentamos duas falas que representam pensamentos singulares em relação aos docentes de percepção contrária, expressando que a inserção, seja da interdisciplinaridade, seja da contextualização, é mais ou muito mais difícil:

[A disciplina de Química Ambiental] é bastante abrangente e demanda conhecimentos em diferentes áreas da química, biologia, etc. (Fala do professor Química)

[Se utilizar da interdisciplinaridade é] muito mais difícil, no sentido de ser uma vertente e uma abordagem atípica. Os alunos não são formados nessa perspectiva, embora sejam cobrados por. Uma aula interdisciplinar exige muito mais dos personagens de sala, pois ainda que a aula tenha planejamento, o que é fundamental, ela traz elementos multidirecionais, indo para campos do conhecimento que não temos tanta segurança e que exigem trazer para a aula outros interlocutores e colaboradores. Mesmo que minha visão seja calcada na interdisciplinaridade, eu ainda fui formado no modelo técnico e me pego "deslizando" em vícios formativos. É um desafio para quem aprende e muito maior para quem se aventura a ensinar. (Fala do entrevistado Michael, professor de CTS-EA)

A partir, em específico, da fala do professor Michael, pudemos notar, mais uma vez, que a pergunta pode não ter sido colocada de forma clara para todos. Isso porque um último entrevistado trouxe explicações sobre o porquê de tal inserção ser dificultosa, não fazendo contraponto com demais cadeiras. Ainda assim, nos é proveitoso tomar ciência e compreender, a partir da fala outra e como pudemos observar previamente, que adotar a postura interdisciplinar em sala de aula não é uma tarefa simples ou fácil.

Quadro 18 - Unidades de registro e frequência definidas durante a análise.

(continua)

Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência	
			Número de unidades da categoria	Relação com o número total de unidades
A questão animal e seu atravessamento em pesquisas	Alusão aos animais	<p>“Dentro de um contexto como componente do meio”</p> <p>“Na gestão dos resíduos gerados na pecuária”</p> <p>“A influência da contaminação por compostos tóxicos na cadeia alimentar”</p> <p>“Transferência da informação genética de Streptococcus em ratos”</p> <p>“Os primórdios da extração da insulina de porcos”</p> <p>“Alimentação de proteína animal”</p>	60 unidades	27,9%
	Animais como sujeitos de direitos	<p>“Pode ser explorada dentro de uma tendência de mais respeito e ética com os animais”</p> <p>“O desenvolvimento científico em produção de carne sintética e suas implicações”</p> <p>“Respeito à vida e a biodiversidade (ecológica e ideológica)”</p> <p>“traria aspectos tanto em relação à alimentação, quanto à questão de ética e bioética em pesquisa”</p>	23 unidades	10,7%
Práticas pedagógicas em sala de aula	Relação entre interdisciplinaridade, contexto e contextualização	<p>“Busco elementos e situações do cotidiano para contextualizar os conteúdos abordados em sala de aula”</p> <p>“Mediante a contextualização com temas atuais”</p> <p>“a interdisciplinaridade está sempre presente no nosso dia a dia”</p>	67 unidades	31,2%

(continuação)

Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência	
			Número de unidades da categoria	Relação com o número total de unidades
Práticas pedagógicas em sala de aula	Caráter inerente à disciplina	<p>“Sempre faço a interdisciplinaridade para que o aluno consiga entender que necessita de um conhecimento prévio de outras disciplinas para entender a bioquímica”</p> <p>“A interdisciplinaridade é uma característica inerente à química ambiental”</p> <p>“comecei a trazer exemplos e fazer com que os alunos identificassem as mudanças e o possível impacto disso”</p>	67 unidades	31,2%
	Entendimentos gerais	<p>“Incluindo temas interdisciplinares para as aulas”</p> <p>“Todo o conteúdo é discutido com outras disciplinas específicas para garantir a interdisciplinaridade”</p>		
Percepções acerca da contextualização e interdisciplinaridade	A interdisciplinaridade	<p>“permite perceber que embora as ciências sejam divididas em áreas, todas estão interligadas”</p> <p>“a interdisciplinaridade se tornou um discurso diluído e uma prática, muitas vezes, superficial”</p> <p>“A divisão de disciplinas é feita para facilitar a formação, mas todas estão interconectadas e relacionadas”</p>	31 unidades	14,4%

(continuação)

Categoria	Subcategoria	Exemplos	Frequência	
			Número de unidades da categoria	Relação com o número total de unidades
Percepções acerca da contextualização e interdisciplinaridade	A contextualização	<p>“a Química Ambiental pode ser explorada com temas muito pertinentes aos problemas da nossa sociedade”</p> <p>“prezo por um ensino contextualizado principalmente com a realidade da nossa região”</p> <p>“procuro relacionar a aplicabilidade de outras disciplinas (Orgânica, Inorgânica, Geral, Analítica e Físico-química) no conteúdo apresentado”</p>	34 unidades	15,8%

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

5 OBSERVAÇÃO TOTAL, INTERVENÇÕES DIDÁTICAS E APRECIACÕES

Aqui serão descritos e discutidos os resultados obtidos durante o acompanhamento das disciplinas de Química e Saúde, Química do Meio Ambiente e Química Biológica. Para tanto, dividiremos os tópicos primeiramente por disciplinas e, em seguida, por grandes temas de cada área, mesclando as metodologias e sua cronologia. Uma vez que as informações trazidas se basearão nos diários de campo produzidos durante as aulas, acreditamos que a exposição temática das anotações trará maior organização e inteligibilidade.

Em suma, o subcapítulo de Química do Meio Ambiente será dividido a partir da constituição da biosfera: litosfera, atmosfera e hidrosfera, organização esta já adotada pela própria disciplina; Química e Saúde, pela maior brevidade devido a tratarmos apenas da observação total, será apresentada de forma corrida dentro da seção; enquanto a divisão do subcapítulo de Química Biológica se dará em: proteínas; metabolismo e alimentação; e ética em pesquisas.

5.1 QUÍMICA DO MEIO AMBIENTE

Primeira disciplina acompanhada, o processo de observação total de Química do Meio Ambiente se iniciou de forma presencial em 11 de março de 2020. A aula começou com a minha apresentação e a da pesquisa, tendo todo o alunado concordado em participar, aparentando visível interesse pela pesquisa. Devido, porém, ao surto de coronavírus que vinha sendo noticiado pela mídia desde dezembro de 2019, as aulas presenciais foram canceladas a partir do dia 17 de março, não havendo um segundo encontro.

Após alguns meses, foi anunciado o retorno das aulas para setembro do mesmo ano na modalidade Ensino Remoto Emergencial (ERE), ocorrendo, para algumas disciplinas, 100% de forma assíncrona. Com a possibilidade de rápido retorno ao presencial, ainda que o momento fosse de incertezas, preferimos não seguir com o trabalho de campo no momento. Em 2021, porém, resolvemos reiniciar as observações totais. Com essa decisão, houve o entendimento de que a coleta de dados poderia não resultar na mesma riqueza quanto o esperado presencialmente, porém seria imperativo seguir com o cronograma.

A observação participante ocorreu no semestre seguinte, ainda durante o ERE. A organização da disciplina seguiu os mesmos moldes em ambos os momentos: três encontros síncronos, sendo dois deles dedicados exclusivamente à apresentação de seminários, e o

terceiro, que ocorreu no último dia de aula, voltado para discutir sobre o mercado de trabalho. Como não houve aulas teóricas síncronas, o espaço para discussões diversas, trocas de ideias e dúvidas ficou, durante o andar dos semestres, restrito aos fóruns das plataformas, parcamente utilizados. Dessa forma, as intervenções se concentraram apenas no material didático criado (a ser discutido adiante), e a coleta de dados nas atividades avaliativas e questionário enviado ao final.

Devido ao que acreditamos ter sido baixa participação, circunstancial distância entre a pesquisa e os sujeitos (pequeno contato direto comigo e com o âmago da tese), além da aparente baixa adesão à leitura do material didático disponibilizado, a qualidade das informações colhidas ficou prejudicada. Por essa razão, resolvemos realizar nova observação participante, agora na modalidade presencial, tomando lugar no semestre 2022.2. Buscando não nos estendermos demasiadamente, nos concentraremos nas experiências vivenciadas apenas no contexto da observação total (durante o ERE, classe que chamaremos de turma A) e no último semestre de intervenções, tendo ocorrido após o retorno das aulas presenciais (turma B). No primeiro semestre, foram 26 alunos matriculados, tendo 19 deles concordado em participar da pesquisa. Já no segundo momento, dentre os 6 discentes inicialmente matriculados, um deles evadiu, participando da pesquisa as cinco alunas restantes.

A respeito, agora, do material didático, desde o início do doutorado, quando auxiliei o professor como tutora da disciplina, também passei a fazer parte da confecção da apostila utilizada na cadeira. Ele, desde o começo, abraçou a temática e me deixou livre para inserir a questão animal sempre que propício, auxiliando com suas ideias e opiniões. Dessa forma, devido à minha proximidade com a disciplina mesmo antes da observação propriamente dita, já existiam propostas de intervenção inseridas no material didático. Buscando o mínimo de interferências, para o primeiro semestre do trabalho de campo, os capítulos foram editados para que os animais não fossem trazidos, sendo reinseridos durante a etapa de intervenção, quando a apostila foi finalizada quanto aos conteúdos.

Principal material didático da disciplina, ela foi produzida de forma conjunta em formato de obra organizada (SOUSA; FERNANDES, 2023). Sua divisão ocorreu em 4 capítulos (Química das Águas; Química Atmosférica; Química dos Solos e Sedimentos; e Química Ambiental e Educação) que, por sua vez, foram divididos em 14 partes. Os 3 primeiros capítulos (SOUSA; FERNANDES; MILANI, 2023a; SOUSA; FERNANDES; MILANI, 2023b; SOUSA *et al.*, 2023), bem como as 9 partes que os compuseram, foram utilizados durante as 9 aulas assíncronas/expositivas. Já o último capítulo (OLIVEIRA; AFONSO, 2023), que não será analisado aqui, foi construído como produto de uma outra tese

em andamento no mesmo departamento, cujo objetivo foi melhor contemplar a educação ambiental, valorizando a formação docente dos licenciandos e possibilitando uma abordagem mais aprofundada no tema pelos professores que futuramente poderão utilizar esse material.

Durante sua organização, procuramos trazer curiosidades, contextualizar quanto à realidade do país e do município de Juiz de Fora, instigar os discentes a realizarem pesquisas sobre assuntos específicos, trazer atualidades, sugerir links externos e utilizar uma linguagem simples, podendo um exemplo ser visto na figura 7. Além disso, buscamos realizar conversas com demais áreas do conhecimento ligadas à geografia, biologia, economia, política e história.

Voltando às observações em sala, com o fim do ensino remoto, a disciplina voltou a se basear em aulas expositivas, ocorrendo também seminário, mesa redonda e avaliações. Nesse modelo, minha participação envolveu ministrar duas aulas, sendo uma delas um “fechamento” da matéria, arguir as alunas quanto à apresentação dos seminários, participar da mesa redonda com uma apresentação e criar questões para as avaliações. A apostila, cujas partes foram disponibilizadas semanalmente por meio de plataforma online, foi aludida em diversos momentos durante o semestre, sendo encorajado seu uso também através de atividades em sala de aula.

Figura 7 - Recorte da apostila.

Em relação a essa classe de poluentes, muita confusão é feita por profissionais da química, áreas afins e, principalmente, pela mídia. Por essa razão, é bom **evitar o termo "metal pesado"**, substituindo-o por “metais tóxicos” ou, simplesmente, por “elementos tóxicos”. A título de exemplo, **faça o exercício de PROCURAR ALGUMA NOTÍCIA na mídia sobre o alumínio (Al)** e verifique que não é incomum que os jornalistas e outros profissionais considerem esse metal como um metal pesado, o que está errado do ponto de vista das recomendações da IUPAC e também não concorda com o contexto geral de uso do termo.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 12).

No presente tópico serão trazidos, além das participações dos discentes durante os semestres, os trechos da apostila especificamente nos momentos nos quais os animais foram contemplados. Para tanto, investigaremos, respectivamente, os assuntos ligados à hidrosfera, à atmosfera e à litosfera.

5.1.1 Hidrosfera

A iniciar pelo capítulo das águas, a abordagem dos animais foi feita em alternância entre momentos explícitos e mais sutis. Quanto a esse último tipo, exemplos podem ser vistos nas partes 1, “Introdução à Química Ambiental”, e 2, “Importância e Poluição da Água, Legislações Brasileiras e Processos Químicos Naturais”. Na primeira, a inserção foi feita no contexto das classes de substâncias químicas consideradas poluentes: compostos orgânicos voláteis, compostos halogenados, pesticidas, elementos tóxicos (como os chamados “metais pesados”), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e espécies inorgânicas.

Figura 8 - Introdução aos elementos tóxicos.

Aprofundando-nos um pouco na classe dos elementos tóxicos, por definição, metais pesados são aqueles elementos que apresentam alta massa atômica e densidade. As principais fontes de contaminação de águas e rios por essas substâncias são indústrias metalúrgicas, mineradoras, de tintas, cloro e plásticos. De forma recorrente, embora irregular, subprodutos dessas empresas são descartados em cursos d’água. Outra situação preocupante é o garimpo ilegal que, na mineração de ouro, utiliza-se do mercúrio, descartando-o também em sua forma gasosa, altamente tóxica.

Uma vez no organismo dos animais, o excesso dos metais dessa classe altera células, processos bioquímicos e afeta o funcionamento de órgãos, podendo provocar incontáveis malefícios. A principal fonte de exposição do ser humano a metais pesados é de forma indireta, através da alimentação. Ao longo da vida, seres aquáticos que habitam nesses ambientes contaminados são expostos aos elementos tóxicos, absorvendo-os pouco a pouco. Nossa ingestão, especialmente de peixes – visto que a probabilidade de terem acumulado produtos nocivos é maior que a de plantas na mesma situação – significa risco acrescido de contaminação.

O que acha de fazer uma breve pesquisa sobre o Desastre de Minamata, tragédia ligada ao envenenamento por mercúrio em uma pequena cidade do Japão?

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 6-7).

Ao entrarmos no âmbito dos elementos tóxicos, optamos por mencionar a problemática da contaminação de corpos d’água por mercúrio. Salientamos a intoxicação dos seres vivos que lá habitam, sendo a exposição humana ligada principalmente à cadeia trófica. Dessa forma, tanto animais aquáticos quanto terrestres, como é o caso do ser humano, são afetados, embora tenhamos trazido o bem-estar desse segundo grupo em maior evidência. É propício esclarecer que, em muitos momentos durante as intervenções, o interesse animal está acompanhado, mesmo que implicitamente, do humano. Em outras palavras, tentamos promover a conscientização para a questão animal recorrendo à sua ligação com nossa própria subsistência. Nesse caso, é colocado que a exposição dos animais gera, conseqüentemente, a

contaminação das pessoas que se alimentarão desses seres. Se conscientizar e tomar providências quanto a essa problemática, assim, pode favorecer ambos os grupos (ainda que não ocorram mudanças significativas quanto à alimentação).

A partir desse exemplo, fica visível que a principal ambição desse trabalho não é romper com o antropocentrismo. Tal posição se deve a diversas causas, sendo a principal o contexto em que a pesquisa vem sendo feita. Ainda que a questão animal possa envolver o abolicionismo radical, acreditamos que o momento seja de maior pragmatismo, vistos os objetivos das disciplinas acompanhadas e o público com o qual nos comunicamos.

Ademais, devido à concisão necessária a uma apostila, decidimos não nos aprofundar no tema, deixando a sugestão para que o próprio alunado o faça. No exemplo dos elementos tóxicos, sugerimos uma pesquisa acerca do Desastre da Baía de Minamata (tema trazido por uma professora no capítulo anterior e cuja doença relacionada foi abordada pelos discentes no semestre de observação total durante as apresentações dos seminários), evento que ocorreu em torno da intoxicação por mercúrio lançado por uma indústria local da cidade costeira de Minamata, no Japão. Os sintomas passaram a ser sentidos após duas décadas de descarte de centenas de toneladas de metilmercúrio, afetando peixes, moluscos, aves, animais domésticos e humanos. Dentre os primeiros efeitos estava o descontrole motor de aves e gatos, posteriormente surgindo casos em pessoas, principalmente dentre as famílias de pescadores.

Na segunda parte, onde nos adentramos um pouco mais nas classes de substâncias tóxicas, também esclarecemos como ocorre a intoxicação de organismos vivos pelo mercúrio, seja diretamente pela água ou indiretamente pela cadeia trófica, já que a substância, uma vez armazenada, não pode ser excretada:

Figura 9 - Intoxicação e cadeia trófica.

A toxicidade depende dos elementos (que apresentam aspectos bioquímicos diferentes), da forma química (Cr^{3+} e Cr^{6+} , por exemplo) e, também, do "ambiente" ou meio químico em que são encontrados. O Hg^{2+} , por exemplo, é tóxico se for encontrado na água. Mas, se nesta água houver íons S^{2-} , pode ocorrer a precipitação do Hg^{2+} na forma de $\text{HgS}_{(s)}$, o que torna o metal inerte e atóxico para a biota. Por outro lado, se este mercúrio for absorvido por determinados microrganismos, ele pode se transformar em metilmercúrio (Me-Hg^+) ou dimetilmercúrio [$(\text{Me})_2\text{Hg}$], ambos com toxicidade muito maior que o Hg^{2+} (inorgânico) ou Hg^0 (em torno de 100 vezes), pois são lipossolúveis e absorvidos pela pele. As formas orgânicas do Hg, então, ficam armazenadas na carne dos animais.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 12).

Quando trazido de forma presencial (turma B), as alunas demonstraram ter prévio conhecimento sobre o assunto da cadeia trófica, adquirido através de documentários e séries. *Vitral*, por exemplo, falou sobre a série Ragnarok, cujo enredo traz indícios, através de graves mudanças climáticas e poluição fabril, da iminência de um apocalipse. Já *Ferreira* aludiu um documentário sobre os riscos do consumo de carne de tubarão contaminada no estado do Espírito Santo. O Brasil é considerado o maior importador e consumidor de carne de tubarão do mundo, sendo esta vendida, junto a carne de raias, sob o nome de “cação”. Sendo as barbatanas muito apreciadas na culinária de alguns países asiáticos e a prática de cortá-las e devolver os corpos dos animais ao mar proibida, o restante é vendido a um preço acessível. Tais fatos contribuem para a uma “lavagem de barbatanas” e comercialização livre de espécies ameaçadas, tornando o Brasil diretamente responsável pela extinção de tubarões. Por serem topo de cadeia, a prática também gera desequilíbrio do ecossistema marinho, além do potencial danoso relacionado à bioacumulação.³⁸

Para além dos elementos tóxicos, esclarecemos que efeitos negativos sobre o ecossistema também podem estar ligados a nutrientes em concentrações elevadas. Isso ocorre por meio de desequilíbrios acarretados por fatores diversos, por exemplo no descarte indevido de resíduos agropecuários, o que pode desencadear fenômenos como a eutrofização de corpos d’água.

Figura 10 - Desequilíbrio de nutrientes e eutrofização.

3.2 Nutrientes minerais como fósforo e nitrogênio

Mesmo as substâncias que são nutrientes para a biota podem ter efeito negativo sobre o equilíbrio de um ecossistema se estiverem em concentração elevada. Exemplos importantes são íons que contêm fósforo e nitrogênio, naturalmente presentes no esgoto não tratado, nos **resíduos agropecuários** e de algumas indústrias. Essas espécies químicas favorecem o crescimento desordenado de vegetais aquáticos, como as algas. Isso gera um processo chamado EUTROFIZAÇÃO ARTIFICIAL, que leva à degradação completa do corpo de água. Na Região Sudeste da cidade de São Paulo, o rio Tietê é um exemplo de corpo eutrofizado, cujo processo será detalhado posteriormente.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 11).

Além de problemáticas ligadas à alimentação, também tomamos o cuidado de fornecer alternativas ao uso de animais. Por exemplo, na parte 3 (“Parâmetros de Qualidade das Águas:

³⁸ Uma das campanhas da Sea Sheperd Brasil, organização de conservação da vida marinha, sob o nome “cação é tubarão”, busca erradicar o comércio de tubarões e raias no país. Os dados apresentados aqui e demais informações podem ser encontrados em: <<https://seashepherd.org.br/cacao-e-tubarao/>>. Acesso em abril de 2023.

Definições, Importância e Métodos Analíticos”) se fala de ensaios bioquímicos realizados com microrganismos no contexto dos parâmetros ecotoxicológicos de águas. Método consagrado, a primeira versão da apostila constava apenas o ensaio feito com um microcrustáceo, que é colocado em contato com a água em avaliação para definir seu grau de toxicidade. Após uma breve pesquisa, descobrimos que existe a possibilidade de realizar tal teste com bactérias sem prejuízos à pesquisa, como pode ser visto a seguir:

Figura 11 - Ensaio para avaliação de toxicidade.

Esse **ensaio pode ser feito com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia***, por exemplo, que é colocado em contato com a água em avaliação. Os efeitos observados definem o grau da toxicidade, sendo AGUDA ou CRÔNICA. A toxicidade é considerada aguda quando a observação principal é a morte dos organismos em até 96 horas, enquanto a crônica tem como resposta mudanças comportamentais, alterações fisiológicas e reprodutivas. Essas alterações podem ocorrer num período equivalente a 1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo. Logo, a água usada para consumo não pode apresentar toxicidade alguma quando da realização deste tipo de teste.

Complementamos que, ainda que os testes com crustáceos sejam mais difundidos e utilizados há mais tempo que os demais, ensaios que utilizam bactérias fotoluminescentes *Vibrio fischeri* estão sendo continuamente aperfeiçoados. Embora ainda não haja unanimidade no campo, tem sido possível observar que tais organismos-teste vêm apresentando maior precisão de resposta em virtude do avanço da microbiologia e da engenharia genética.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 21).

Dentre as substâncias intoxicantes e seus efeitos, um exemplo colocado é o da amônia. Ainda que ela possa causar prejuízos graves ao ser humano, quando em baixas concentrações em meio aquoso, acomete especialmente peixes. Embora essa conjuntura traga prejuízos mais óbvios aos animais, levantamos a importância em se atentar a ela.

Figura 12 - Efeito da amônia no corpo d'água.

Com relação à amônia (NH₃), trata-se de uma substância encontrada, normalmente, em baixas concentrações. Embora não cause danos aos seres humanos nessas concentrações, pode ocasionar sufocamento de peixes. Por isso, uma vez **na água, pode ser mais tóxica para os peixes do que para o ser humano**, condição que, ainda assim, deve ser evitada.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 19).

Em consonância com o tema da aula, finalizamos a parte 3 inserindo um quadro de título “Você sabia?” em busca de apresentar uma curiosidade. Nesse momento, introduzimos diretamente a criação de animais para abate, sendo o setor econômico que mais contribui para

a poluição de mananciais e corpos d'água. A despeito de essa ser uma abordagem mais explícita, uma vez que sugerimos repensar hábitos alimentares, seguimos justificando a tomada de atitude não na questão animal, mas sim na sustentabilidade ambiental, fator que afeta diretamente o ser humano, seguindo os objetivos da disciplina:

Figura 13 - O papel da pecuária na poluição das águas.

Você sabia?

Segundo a ONU, já em 2006, a pecuária foi considerada o setor que mais polui mananciais e corpos d'água. Apenas ela é responsável por consumir, em relação ao gasto global de água, mais de 90% do montante. Além da água, terra e alimentos necessários para manter os animais terrestres para abate, são produzidas quantidades expressivas de dejetos, bem como são emitidos poluentes que se dispersam pelo ar, água e solo, direta ou indiretamente, como veremos a seguir.

Em geral, as duas formas de poluição das águas por esse meio são pelo volume de dejetos e refugo produzidos e pelo escoamento de fertilizantes, pesticidas e demais aditivos utilizados nos cultivos para a ração dos animais. Em termos numéricos, ao relacionarmos a produção de dejetos, uma granja pode se igualar ao produzido por uma cidade pequena. Por exemplo, apenas no estado de Santa Catarina, os dejetos e efluentes não tratados da criação de suínos chegam a 75 milhões de litros por dia.

Um grande problema envolve seu descarte no ambiente sem tratamento. Quando despejados em água, dejetos, sangue, gordura, vísceras e restos de carcaças carregam consigo níveis elevados de nitrogênio, fósforo, antibióticos e demais agentes utilizados na criação e abate dos animais, contaminando águas superficiais, subterrâneas e, inclusive, encanadas. Além da problemática da eutrofização, o descarte também está envolvido com cepas de bactérias resistentes a antibióticos, criação de zonas oceânicas mortas, degradação de recifes de coral e problemas de saúde pública.

Do ponto de vista da sustentabilidade, a prática pecuária atual precisa ser modificada e melhorada. Independentemente de hábitos e culturas, vale a pena avaliar as fontes de alimentos que temos escolhido, seja pensando em aspectos de saúde pública, éticos ou mesmo ambientais.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 22).

Na parte 4, de tema “Purificação de Águas: Tratamento de Água para Abastecimento”, após discorrermos sobre os processos envolvidos no tratamento da água, inserimos mais um quadro ao final, esse de título “Reflexão”. A ideia dessa categoria de quadro foi instigar os alunos a refletirem, se possível através de uma discussão com os colegas de turma, a respeito de um tema selecionado, nesse caso a pegada hídrica.

Figura 14 - Pegada hídrica e reflexão.

Reflexão

É provável que você tenha uma boa ideia sobre as problemáticas da escassez hídrica e, por conta disso, procura diminuir o uso direto e desnecessário ao fechar a torneira para escovar os dentes ou reduzir o tempo do banho. O que muitas pessoas não pensam, porém, é na chamada “água virtual”, a água gasta indiretamente na produção de roupas, alimentos, eletrodomésticos, entre outros produtos.

A respeito da nossa alimentação, a título de exemplo, uma xícara de café possui, além dos 125 mL de água que utilizamos no preparo, outros 140 litros envolvidos desde a irrigação do cafezal até o processamento dos grãos. No caso dos derivados animais, devemos considerar também toda a água utilizada por eles durante sua vida, seja em forma de bebida ou de alimento, o que adiciona etapas ao cálculo e valor total. No final das contas, enquanto um banho de 15 minutos gasta cerca de 135 L de água, são utilizados 15.500 L para se produzir 1 kg de carne bovina.

Figura 8. Pegada hídrica de alguns produtos.



Fonte: Guia do estudante.

A partir dessa breve provocação, que tal fazer uma pesquisa mais aprofundada sobre as questões econômicas, geopolíticas e ambientais em torno do tema da escassez hídrica? Compartilhe com seus colegas de turma, também, a pegada hídrica de outros alimentos e objetos utilizados no cotidiano, refletindo sobre ações que podem ser tomadas visando o tema.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 28-29).

Durante a observação participante (turma B), ao final do semestre, juntamos este e outro quadro reflexivo (a ser comentado em subseção apropriada) para debate em grupo. Dentre as discussões, refletimos sobre medidas amplamente divulgadas para se economizar água, como fechar a torneira ao escovar os dentes, tomar banhos de 5 minutos, lavar carros apenas com o uso de baldes e a campanha “xixi no banho” da Fundação SOS Mata

Atlântica³⁹, comparando-as com as pegadas hídricas pesquisadas e trazidas para sala. Essa confrontação nos levou a refletir, por exemplo, acerca da responsabilização individual e qual é o peso de pequenas ações cotidianas no uso da água. Em adição a essas atitudes, buscamos entender o papel das grandes indústrias, sendo necessário que se pressione empresas e governantes para mudanças de maior impacto.

Quanto às pegadas em si, conversamos sobre nossas expectativas e comparamos o uso de recursos naturais entre produtos animais e vegetais, discussão que foi além do gasto hídrico e englobou conhecimentos adquiridos durante todo o semestre. Outro fato que merece destaque é o uso de leite na vertente da pesquisa, cujas análises são comuns no Departamento de Química da UFJF:

A do leite acho que foi um dos mais assustadores, porque a gente trabalha com leite. Então aí eu fico pensando: aquela quantidade de leite que a gente trabalha, olha quantos litros de água passaram por mim. (Fala da aluna Vitral)

A próxima parte tem como tema “Purificação de Águas: Tratamento de Esgoto”, fechando o capítulo das águas para se iniciar a química atmosférica. Nela, adicionamos mais um quadro do tipo “Você sabia?”, cujo objetivo foi trazer o beneficiamento e potencial poluidor dos curtumes, uma vez do descarte de restos animais e demais compostos utilizados durante todo o processo, bem como da alta pegada hídrica. A participação dos animais, então, não se limita àqueles cujas peles são utilizadas, mas também aos que serão prejudicados pelas prováveis contaminações.

Figura 15 - Potencial poluidor do beneficiamento do couro.

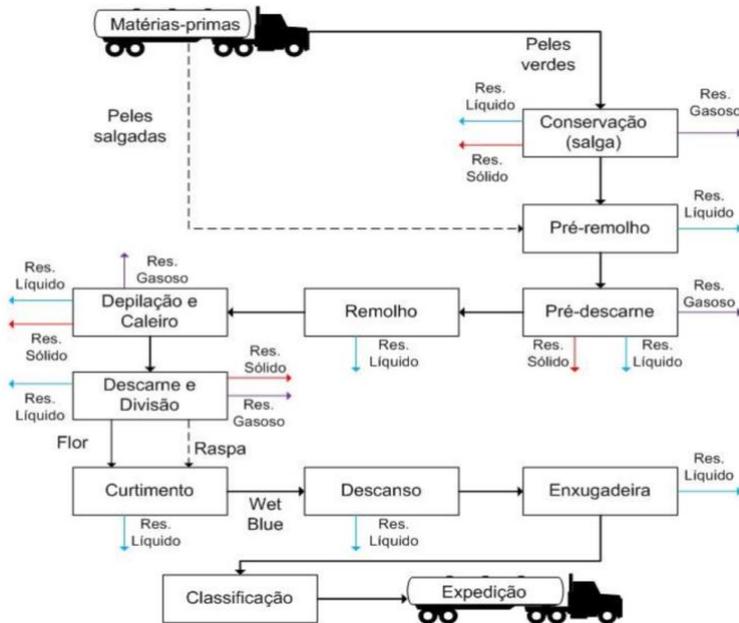
(continua)

Você sabia?

Segundo o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil, o país conta com 310 curtumes, sendo que a cada mês são exportados milhões de metros quadrados de couro. Seu processo de beneficiamento envolve etapas com alto potencial poluidor através da geração de resíduos sólidos, atmosféricos e hídricos. Estima-se que, para cada tonelada de pele utilizada, são produzidos 200 kg de couro e 600 kg de resíduo como pelos, colágeno, graxas naturais, tecido muscular, aparas, raspas e lodos ativados. Já em relação aos **resíduos atmosféricos**, estes são gerados pela decomposição da matéria orgânica de carcaças, gorduras e aparas de pele não curtida, o que produz gases como o ácido sulfídrico e amônia, além de compostos voláteis de solventes orgânicos e partículas de água em suspensão (aerossóis). Essas emissões podem afetar a qualidade de vida dos trabalhadores, da população em torno do curtume e, também, o meio ambiente.

³⁹ A campanha, criada em 2009, visava a economia de descargas diárias, tendo sido amplamente divulgada. Uma das propagandas pode ser acessada em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1KE3mRyHn1E>>. Acesso em abril de 2023.

(continuação)

Figura 15. fluxograma do processo de produção do couro denominado *wet blue*.

Fonte: FÁRIA.

A respeito dos **resíduos hídricos**, dentre as razões para o potencial poluidor da indústria curtidora vir crescendo nas últimas décadas, está a grande quantidade de água utilizada, estimada em 17.800 L por tonelada de couro, e pelo uso de metais pesados no processo produtivo, o que pode acarretar a grave contaminação de águas superficiais, subterrânea e do solo. Tais efluentes possuem quantidades significativas de compostos de fósforo, nitrogênio amoniacal, orgânicos (clorofórmio, diclorobenzeno, diclorometano, éter, etilbenzeno, fenol, naftaleno, pentaclorofenol, tolueno e triclorofenol), sais (cianeto e sulfatos) e metais (alumínio, chumbo, cobre, cromo trivalente, manganês, níquel, titânio, zinco e zircônio), sendo esses os principais exemplos. Sendo assim, devem ser destinados a aterros especializados, uma vez que levam de 300 a 500 anos para serem degradados.

Estima-se que um curtume que beneficie 3.000 peles por dia produza efluentes equivalentes a uma cidade de 85 mil habitantes. Dentre os impactos bióticos estão o potencial envenenamento dos peixes e comprometimento da biodiversidade local com risco de extinção da fauna e da flora. Devido a tudo isso, o setor coureiro pode ser considerado um dos segmentos mais poluidores.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 36-37).

5.1.2 Atmosfera

Nos remetendo às apresentações de seminários do semestre de observação total (turma A), ao falar sobre catástrofes nacionais, o grupo responsável citou o que descreveu como sendo os principais desastres ambientais já ocorridos no Brasil. Dentre eles, *SG* disse que os maiores acontecimentos dos últimos anos foram os rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019). Já *Ana Carolina H* falou sobre o restante da listagem, que incluía o vazamento de óleo do petroleiro *Tarik Iba Ziyad*, o vale da morte em Cubatão, o incêndio na Vila de Socó, o acidente radiológico de Goiânia, os vazamentos de óleo na Baía

de Guanabara, na Bacia de Campos e nos rios Barigui e Iguçu, o naufrágio da plataforma P-36, o rompimento das barragens de Cataguases e de Bom Jardim e o incêndio na Ultracargo.

Não foram citadas, porém, as queimadas criminosas na região amazônica e mato-grossense. Durante a aula, minhas suposições foram de que eles não consideraram tais acontecimentos como catástrofes ou, então, que não estavam ligados à ação antrópica, visto que os demais citados apresentaram essa característica. Assim, julgamos ser importante trazer, de forma a transpassar a disciplina, pesquisas e informações aos alunos para que reconheçam criticamente os aspectos envolvidos com as queimadas.

Para tanto, no segundo capítulo, este voltado à química do ar, nos dedicamos a tratar das emissões relacionadas à criação de animais de corte, havendo apenas duas partes para fazê-lo. A primeira delas, de tema “Composição e Poluição da Atmosfera, Regiões e Transporte de Substâncias”, abordou os ciclos biogeoquímicos, dentre eles o ciclo do nitrogênio. Quanto às condições capazes de desequilibrá-lo, mencionamos alguns dos gases emitidos na criação animal:

Figura 16 - Desequilíbrio no ciclo do nitrogênio.

Do ponto de vista ambiental, fatores que afetam significativamente esse ciclo são a **produção de amônia** (para uso como matéria-prima na indústria de fertilizantes e como aditivo em petroquímicas) e o **uso demasiado de fertilizantes nitrogenados**. Mais especificamente, o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) são dois dos principais gases emitidos pelo setor agropecuário. Isso se deve principalmente à criação de animais, de cujos dejetos esses gases são volatilizados.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 44).

Já na parte 7, “Principais Problemas Ambientais e as Legislações Brasileiras”, apresentamos problemáticas como da chuva ácida, aquecimento global, efeito estufa e *smog* fotoquímico. Para tanto, ao falarmos sobre gases do efeito estufa, reforçamos as principais formas de produção de cada um, sendo o metano conhecidamente relacionado à indústria pecuária:

Figura 17 - Metano enquanto gás do efeito estufa.

O **metano**, por exemplo, é um gás cuja emissão por meios antrópicos corresponde a 70% do total de emissões, sendo seu potencial de aquecimento 20 vezes maior que o do CO₂ e seu tempo médio de permanência na atmosfera de, pelo menos, 8 anos. Grande parte de sua produção ocorre em pastos de criação de ruminantes, uma vez que o processo de digestão fisiológica do capim resulta nessa emissão. Cada boi libera uma média de 58 quilos de metano por ano. Multiplicando esse valor por cerca de 170 milhões de cabeças de gado, apenas no Brasil a emissão anual é de aproximadamente 10 milhões de toneladas.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 51).

No semestre de intervenções (turma B), uma das aulas ministradas por mim teve como tema essa parte em específico. Ao tratarmos os gases do efeito estufa, as alunas contaram que, durante a Semana da Química, ouviram a um palestrante que estava à procura de ideias para minimizar as emissões relacionadas à pesca sem que se mude a quantidade de animais capturados/criados e vendidos. A partir de um comentário meu sobre a diminuição do consumo, *Vitral* contou que o palestrante cobriu essa vertente através do argumento de que “*you can reduce animal consumption, but many families depend on this work, so you can't tell families to stop raising fish to sell*”, continuando a fala focada em comunidades humildes que pescam em pequenos barcos para a própria subsistência.

Ao serem perguntadas sobre se os peixes que elas consomem vêm de pequenos pescadores, todas pararam por um instante e riram. Talvez a razão das risadas tenha sido por perceberem que, embora se argumente em favor da atividade pesqueira no caso de pequenos negócios, ao passarmos para a prática, é mais provável que não estejam apoiando essas famílias, mas grandes pescadores e criadores. A partir disso, conversamos sobre as pescas por arrasto, os riscos à biodiversidade marinha e a criação de peixes em tanques, como no caso do salmão.

Vitral também trouxe o argumento do palestrante de que não se pode parar de comer carne de uma hora para a outra, ainda com base na subsistência de famílias que dependem dessa prática. Quem respondeu foi *Gabriela*, uma aluna ovolactovegetariana, cujas participações durante o semestre fizeram transparecer sua opção alimentar:

Gabriela - *Mas também não é uma coisa que vai acontecer de um dia pro outro. Todo mundo vai parar de comer carne aos poucos, então as pessoas vão ter tempo pra se adaptar. Igual muita empresa hoje, até a Sadia mesmo já tá se adaptando, claro que é pensando no dinheiro pra também pegar as pessoas que não comem carne, mas já tão se adaptando pra...*

RAS - *É, não deixa de ser um caminho.*

Karine – Eu já até ouvi gente me perguntando “ah, mas e se todo mundo parar de comer carne, que que vai fazer com os bois que já tão aí?”, e eu “uai, gente, não vai acontecer”. A questão é: se a gente diminui o consumo, diminui a produção. Isso é causa e feito [...]. Mas, claro, é tudo bem-vindo, né? Se a gente tiver, pensar em formas de minimizar, por exemplo em empresas, as indústrias que têm as chaminés e têm os filtros e tudo, já ajuda [...]. É difícil, né, a gente fala assim “ah, então a pessoa pra ajudar tem que cortar a carne, virar vegana” não, às vezes uma redução...

A partir dessas informações, visto também o importante potencial contextualizador e interdisciplinar dessa parte, buscamos tecer um paralelo entre tais problemáticas e as preocupantes queimadas dos últimos anos nas regiões da Amazônia e do Pantanal. Ao optarmos por esse assunto, consideramos como crucial à sua importância a parca reflexão quanto à responsabilização e poder do cidadão. Em outras palavras, enquanto uma parcela da população acredita que tais acontecimentos são consequência apenas da estação quente ou que os governantes, sem motivo aparente, são os responsáveis, propomos um aprofundamento quanto ao nosso estilo alimentar e a política feita no país, calcada de forma significativa no agronegócio. Cabe, aqui, uma reflexão não apenas acerca da responsabilização individual quanto aos impactos negativos que podemos causar, mas do que podemos fazer enquanto eleitores e cidadãos críticos.

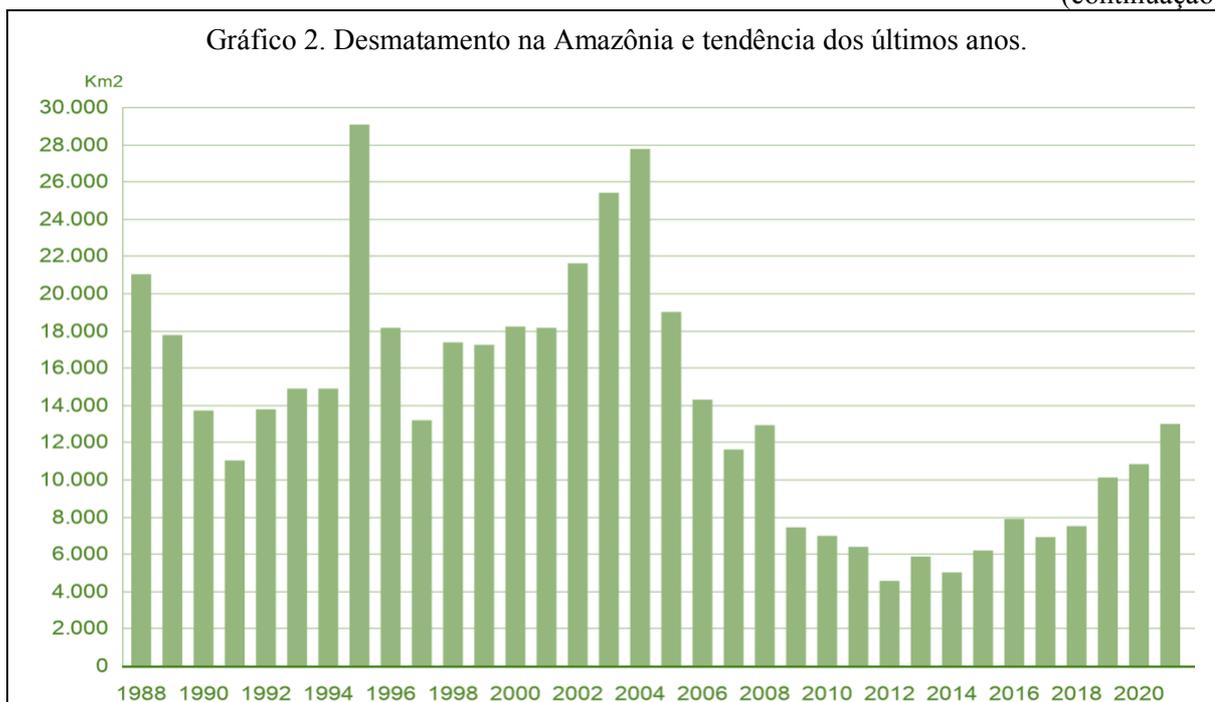
Figura 18 - Queimadas e sua relação com a indústria pecuária.

(continua)

E o que isso tem a ver com as queimadas que vêm ocorrendo na Amazônia e no Pantanal?

As recentes notícias sobre queimadas na Floresta Amazônica partem de uma estatística que cresce ano após ano e tem se tornado alvo de atenção e preocupação tanto da população brasileira quanto mundial. Em 2018, a taxa média de desmatamento da região amazônica nos 3 anos anteriores foi 65,8% maior que a registrada em 2012, sendo que cerca de 20% da cobertura florestal já foi perdida.

(continuação)



Fonte: INPE.

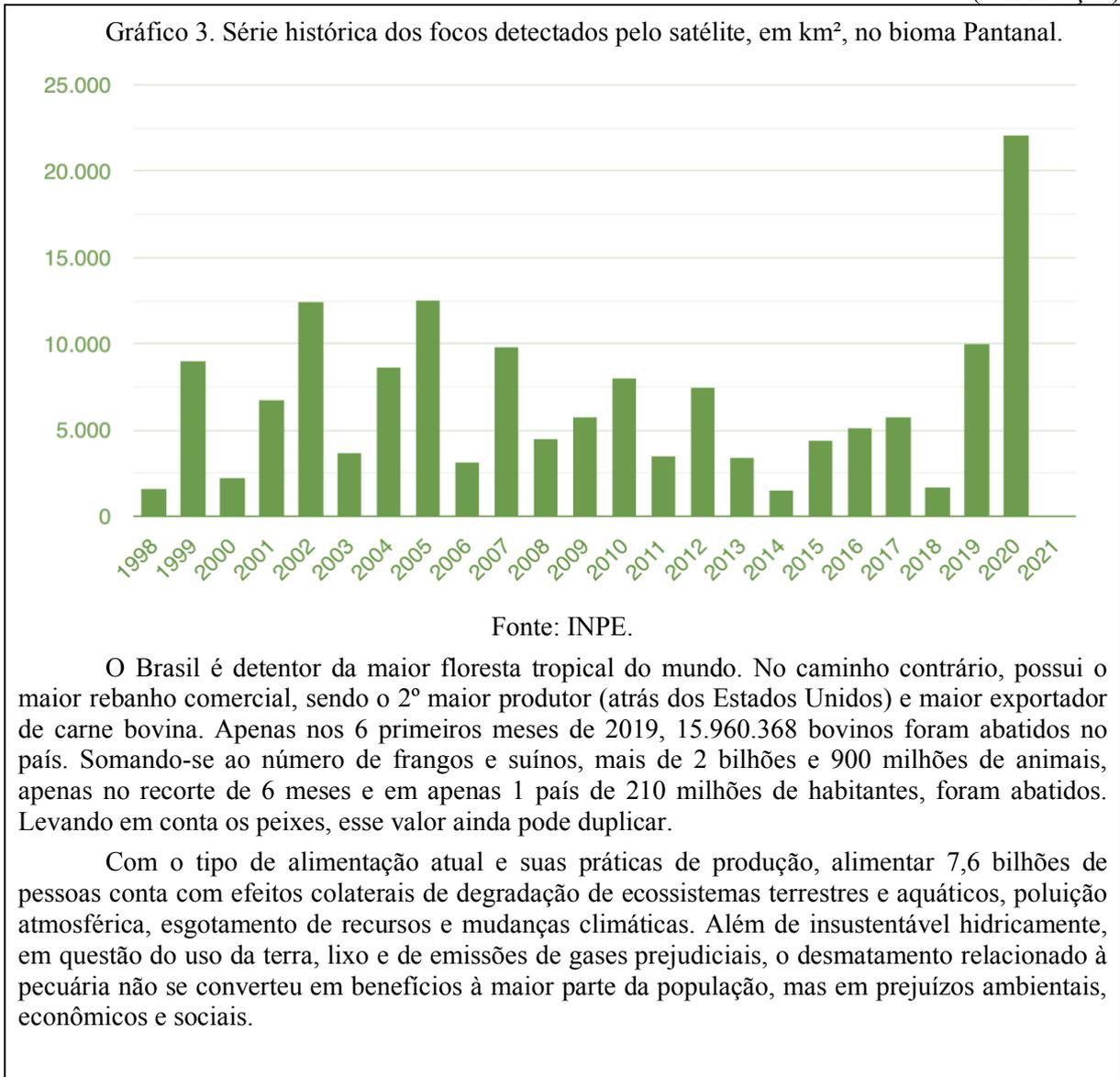
Dentre os fatores de maior impacto desses desmatamentos está a grilagem de terras públicas com a justificativa de desenvolvimento econômico. Dois terços da área desmatada no norte do país se converteu em pastagens, de forma que a produção de carne bovina se constitui como uma das atividades de maior impacto em produção de gases estufa no país. Estima-se que 40% do rebanho nacional se encontre na Amazônia, sendo o número de bovinos três vezes maior que o de pessoas nesse território. Também é interessante mencionar que grande parte da produção de monoculturas como de soja e milho, também relacionadas à devastação dessas áreas, é destinada à alimentação de animais de corte.

Já o Pantanal, em especial a região mato-grossense, também vem sentido os impactos das queimadas. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os incêndios registrados no bioma em 2020 são os máximos registrados desde que começaram a ser medidos em 1998. Dentre a área perdida nos últimos anos à custa da vida dos animais silvestres, da flora nativa e da qualidade das águas, a maior parte também foi convertida em pastagens.

Em todo o mundo, a cadeia de suprimentos alimentícios é responsável por 13,7 bilhões de toneladas de CO₂, equivalentes a 26% da emissão antropogênica de gases do efeito estufa. Desse valor, os impactos gerados por produtos de origem animal podem exceder aqueles de substitutos vegetais de forma que a carne, aquicultura, ovos e derivados do leite usam cerca de 83% da terra cultivável do mundo, contribuindo com 57% das diferentes emissões relacionadas a alimentos, além de prover apenas 37% da proteína e 18% das calorias consumida por nós.

Considerando apenas as emissões por fermentação entérica (digestão pelos ruminantes), estrume e lagos utilizados na aquicultura, 15 kg de CO₂ são emitidos na produção de 100 g de proteína vindas dessas fontes. Em relação à proteína bovina, cada 100g de carne é responsável por 150 kg de CO₂. Suas emissões são 3 vezes maiores que aquelas relacionadas à produção, por exemplo, de ervilhas, sendo que essa grande variação entre produtos ricos em proteína também é manifestada no uso das terras, sua acidificação, no uso de água e na eutrofização de recursos hídricos.

(continuação)



Fonte: Adaptado de Sousa; Fernandes (2023, p. 51-53).

Ainda no semestre de intervenção, quando as alunas foram perguntadas sobre a relação das problemáticas discutidas e as queimadas, *Vitral* logo respondeu sobre a criação de pastos. A partir desse ensejo, conversamos também sobre monoculturas em contrapartida à produção de alimentos orgânicos, quais são os usos da soja oriunda dessas plantações (ração, exportação, produção de óleo e consumo), como funciona a grilagem de terras, o costume de provocar queimadas como forma de “limpeza” de terrenos e, pensando no argumento de que é “normal” ocorrerem queimadas em épocas mais quentes, o que significa esse normal. Em uma das avaliações, inserimos uma questão a respeito desse quadro em específico:

Figura 19 - Questão da avaliação relativa à química atmosférica.

Dentre as problemáticas ambientais discutidas em sala de aula, é possível compreender que todas estão, de certa forma, conectadas ao efeito estufa. A respeito desse fenômeno, discursar sobre seu mecanismo de funcionamento, principais gases envolvidos e suas fontes emissoras, traçando um paralelo com as queimadas noticiadas nos últimos anos.



Fonte: Arquivos da disciplina (2022).

As respostas variaram, sendo possível identificar uma clara diferença, devido a erros conceituais e nenhuma associação com a pecuária, entre as alunas que estiveram presentes na aula e as que faltaram (e, possivelmente, não consultaram o quadro da apostila durante os estudos para a avaliação):

O principal gás do efeito estufa é o metano, porém temos a presença de outros gases também que podem se originar da queima de combustíveis fósseis, processos industriais ou através da fotossíntese. Quando temos as queimadas, mais gases são emitidos para a atmosfera acarretando assim no ato do aquecimento. (Fala da aluna Julia P. Leal, grifo nosso)

[...] Estes gases provêm, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e das atividades industriais. No entanto, as queimadas que estão ocorrendo no pantanal e na amazônia, que tem como finalidade a criação de pastagens para ruminantes, também contribuem para a intensificação do efeito estufa, uma vez que, no processo de queima há liberação de gases de efeito estufa, como o CO₂. Além disso, como esta tem como objetivo a pastagem de ruminantes, há outro problema, dado que durante o processo digestivo destes animais há a liberação de metano, o qual apresenta capacidade de intensificação do efeito estufa 20 vezes maior que o CO₂. [...] (Fala da aluna Thayla)

[...] As principais fontes emissoras desses gases são as indústrias, as queimas de combustíveis fósseis e as queimadas, sendo essa última muito destacada em noticiários nos últimos anos, visto que ela é feita, em sua maior parte devida a pecuária. No Brasil, por exemplo, na região da floresta amazônica e do serrado, as queimadas tem crescido muito, aumentando assim a emissão de gases do efeito estufa, como CO₂. Além desses pastos limpos serem destinados à pecuária, que também é uma grande emissora de gases do efeito

estufa, como o CH₄ que é liberado pelos ruminantes. (Fala da aluna Vitral)

A partir das respostas acima, uma delas dada por uma aluna que não estava presente na referida aula, temos um indicativo da importância em se trabalhar o assunto, visto não ser de conhecimento geral. Via de regra, porém, as respostas foram satisfatórias, trazendo corretamente todos os aspectos solicitados na questão.

Já na segunda avaliação, formulamos uma pergunta de modo a deixar as alunas mais livres em suas respostas, de enunciado “A partir da temática da questão animal e como as ações antrópicas relacionadas a ela podem afetar o ambiente, escreva sobre como você, enquanto profissional, pode agir para diminuir tais impactos”. Apesar de a segunda avaliação ter sido aplicada ao final do semestre, muitas das questões discutidas até aqui foram trazidas, logo cabe nos aproveitarmos da argumentação já posta para também discuti-la.

Não é de hoje que as ações antrópicas vêm afetando o meio ambiente. Contudo, as queimadas e desmatamentos provocados pelo homem a fim de aumentar as áreas para criação de bovinos de corte, as pescas utilizando redes em alto mar, as caçadas e dentre outras ações provocadas pelo homem motivadas pela ganância vem afetando ainda mais o meio ambiente, uma vez que tais práticas levam à contaminação e degradação da fauna e flora local. Assim, nós, enquanto profissionais da química, podemos agir para minimizar tais impactos, seja por meio da educação ambiental mostrando para todos a importância de preservar o meio ambiente. Ou por meio das leis, cobrando que estas sejam seguidas e que aqueles que as descumpram sejam punidos e que se responsabilizem pelos atos provocados. (Fala da aluna Thayla)

Acredito que como profissional e participante da comunidade acadêmica e científica, em primeiro momento faz-se necessário que haja uma ampla discussão sobre tais assuntos, suas problemáticas e consequências com a comunidade como um todo, sendo necessário divulgar e debater sobre de maneira que o conhecimento não fique somente restrito ao meio científico.

Pode-se ainda propor pesquisas que estejam voltadas para a substituição e eliminação de produtos que consumimos e que oferecem danos e impactos ao meio ambiente. Se debruçando ainda em pesquisar novos meios de reutilização e degradação total de materiais e/ou compostos presentes em dejetos e efluentes.

Como professores de química, propor práticas pedagógicas que estejam voltadas à conscientização e autonomia de seus alunos para que sejam capazes de pensar criticamente e argumentar com embasamento sobre as questões ambientais. (Fala da aluna Ferreira)

Dentre as respostas, tivemos a menção, por exemplo, às queimadas, à pesca de arraste e à utilização de água. A educação ambiental e a divulgação científica foram trazidas como forma de conscientizar e minimizar os impactos antrópicos, uma vez que, a partir da informação, cada um será capaz de tomar decisões conscientes de seus impactos. Tais falas sugerem um efeito positivo das aulas, que não apenas expandiram o leque de assuntos trazidos, mas os trouxeram de forma crítica e aplicada à formação daquelas alunas.

5.1.3 Litosfera

Na parte 8, “Definições, Composição, Propriedades e Aplicações”, ao falamos sobre a composição dos solos, começamos discorrendo sobre a porção orgânica e o húmus, este último constituído por vegetais e animais parcialmente decompostos. Nos aproveitando dessa abertura, trouxemos a temática da compostagem, prática que tem se tornado mais popular e presente nas casas dos brasileiros em busca de destinar corretamente restos de alimentos e demais compostos. Para tanto, foi importante esclarecer que o uso de animais (minhocas) em sua construção é opcional, como pode ser visto:

Figura 20 - Húmus e compostagem.

Outra característica relevante é que o húmus se forma naturalmente no solo devido à ação de bactérias e fungos específicos e que são chamados de “organismos decompositores”. Esse processo é espontâneo e depende de fatores como umidade e temperatura, além da presença desses microrganismos. Desta forma, a formação do húmus pode ser induzida e utilizada como um recurso para tratar o lixo orgânico, processo conhecido como COMPOSTAGEM.

A compostagem doméstica tem ficado cada vez mais popular, processo que pode ser ecológico do início ao fim, uma vez que possibilita aproveitar materiais que seriam descartados (como baldes alimentícios reutilizados, grama cortada e demais folhas secas) e utilizar o biofertilizante gerado para cuidar das plantas. Fazer sua própria composteira doméstica é uma tarefa simples e não necessariamente ligada à vermicompostagem, sendo a não utilização de minhocas uma alternativa possível, mais acessível e que não agride tais animais, por exemplo, ao retirá-los dos seus habitats e no manejo dos compostos onde estariam inseridas. Além do benefício de diminuir o descarte de compostos orgânicos que teriam diversos destinos, o que inclui lixões a céu aberto, reduzimos a emissão de poluentes, evitamos a contaminação do lençol freático e promovemos a sustentabilidade.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 58-59).

Já na 9ª e última parte da apostila, de título “Resíduos Perigosos e Resíduo Sólido Urbano”, além de lembrarmos a discussão acerca da potencial poluição advinda de curtumes, a primeira versão também falava brevemente sobre um conhecido teste realizado em animais chamado Dose Letal 50. A partir disso, consideramos necessário melhor informar do que se

trata, logo de como os animais são utilizados, bem como a possibilidade de alternativas que não envolvam esse uso:

Figura 21 - Dose letal 50 e testagem animal.

Um dos problemas inerentes a essas substâncias é a toxicidade que apresentam para os seres vivos e, neste contexto, podem ser caracterizadas em relação ao parâmetro biológico Dose Letal 50 (DL₅₀), que é a dose da substância que causa a morte de 50% de uma população de organismos expostos, em condições experimentais definidas. Para essa avaliação toxicológica, geralmente são usados ratos, camundongos, porquinhos-da-índia, cabras, macacos, gatos, cachorros e coelhos, que são expostos às substâncias oralmente, por meio de contato cutâneo, intravenoso, intraperitoneal, misturadas à comida, via retal ou vaginal e, também, por inalação. Para cada meio de exposição, existe uma DL₅₀ calculada em mg da substância teste por kg de peso corpóreo.

Para uma reflexão sobre essa prática, informamos que a ingestão dessas substâncias muitas vezes é feita através de sonda gástrica, logo é comum a morte dos animais por perfuração, dentre outros efeitos causados como convulsões, diarreia, úlceras, hemorragias, lesões pulmonares, renais e hepáticas, além da morte, propriamente. Como a indústria química é uma das principais promotoras dos testes em animais, vale salientar que os mesmos devem ser realizados após aprovação de Comitês de Ética e seguindo todos os protocolos já estabelecidos. Além disso, em alguns casos, já há alternativas confiáveis como provas de toxicidade para células humanas.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 64).

Ainda nessa parte, também tangenciamos a problemática dos lixões a céu aberto, realidade que traz prejuízos diretos e indiretos ao ser humano. Tal agravo ocorre através do contato de animais diversos com os resíduos, que adoecem e podem se envolver em acidentes aéreos:

Figura 22 - Contaminação do solo pelo descarte de lixo.

No nível do solo, onde os resíduos são amontoados, ocorre a concentração de animais diversos, que ao se alimentarem do lixo, adoecerem e interagirem com as pessoas, atuam como **vetores de doenças**. No caso de aves (urubus, principalmente) a grande concentração dificulta o tráfego aéreo, o que chega a resultar em acidentes. Dessa forma, a disposição do lixo em lixões só traz consequências negativas tanto para a sociedade quanto para os demais animais.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 67).

Como forma de finalizar o capítulo, trouxemos um último quadro “Reflexão”, este voltado à pegada ecológica, sendo fornecido um *QR code* para que o alunado pudesse calcular sua própria pegada e refletir sobre como seus hábitos cotidianos são capazes de influenciar o planeta:

Figura 23 - Pegada ecológica e reflexão.

Reflexão

Agora que você já tem uma boa noção sobre a química das águas, do ar e do solo, o que envolve diversas problemáticas relacionadas ao nosso dia a dia, a próxima atividade será descobrir qual é a sua pegada ecológica. Em resumo, a pegada é uma proposta de cálculo cujas variáveis estão relacionadas aos recursos naturais utilizados e impactos causados durante atividades cotidianas. Por exemplo, é levado em conta se o indivíduo fuma, com quantas pessoas vive, se possui carro e, inclusive, qual é o tipo de alimentação, trazendo à tona atividades muitas vezes invisíveis e consideradas inofensivas. A partir das respostas, o resultado representa o número de planetas necessários, de acordo com a capacidade ecológica da Terra, caso toda a população nutrisse os mesmos hábitos que você.



Após descobrir qual é a sua pegada, reflita sobre as informações e sugestões dadas pelo próprio questionário sobre como é possível ajustar sua forma de consumo em prol da saúde do nosso planeta como um todo. Você tinha conhecimento da magnitude do impacto que as nossas atividades provocam no meio ambiente? A partir das perguntas, foi possível identificar de quais formas tais ações podem ser prejudiciais? Ao final, compartilhe e discuta com seus colegas de turma sobre esses pontos.

Fonte: Sousa; Fernandes (2023, p. 70-71).

No período presencial (turma B), após o término das aulas formais, fui responsável por ministrar uma segunda aula. Ao idealizá-la, o professor fez algumas sugestões do que poderia ser discutido, deixando a escolha a meu critério. Meu planejamento teve como foco a educação ambiental, suas concepções e relações com a questão animal. Pensada para que ocorresse de forma mais interativa e menos expositiva, a aula foi leve e rica em participação. Ainda que o perfil da turma não seja de apenas licenciandas, elas demonstraram gostar das conversas, compreendendo que a educação ambiental não está presente apenas na sala de aula.

Primeiramente, esse foi o momento para tratarmos as atividades de reflexão presentes na apostila, nomeadamente as pegadas hídrica e ecológica. Quanto a esta segunda, as alunas responderam ao questionário em casa e trouxeram as informações obtidas para discussão em grupo, dizendo terem se espantado com seus resultados. Ainda assim, *Vitral* comentou que, de certa forma, as aulas da disciplina a haviam preparado para a constatação do seu grande impacto no planeta, tendo a pegada hídrica sido mais chocante.

Ao compartilharmos nossos achados, os resultados mais baixos foram os de *Gabriela* (1,11 planetas) e *Thayla* (1,27 planetas), ambos abaixo da média mundial. Quando as questioneei sobre como obtiveram esses números, *Vitral* respondeu “*ela é vegetariana*” sobre *Gabriela* e “*ela não vive, porque não sai de casa, aí ela não gasta nada em bar nem em festa*” sobre *Thayla*. Ao entregar os resultados, o questionário também informa 1 fator que

contribuiu positivamente e 1 que favoreceu para aumentar a pegada. A alimentação, por exemplo, possui grande peso e costuma ser destacada nesse momento (tanto para um lado quanto para o outro), já que uma dieta balanceada e a base de vegetais, ao contrário do consumo de produtos animais, requer menos recursos ecológicos. Passamos, então, a analisar cada um dos pontos perguntados, procurando compreender a importância de cada um deles. Dentre as discussões, imaginamos o preço virtual da carne (uma vez que o valor de prateleira não contabiliza a água necessária, a poluição gerada e a terra utilizada na cadeia produtiva), além da pegada média de países desenvolvidos e subdesenvolvidos, mais e menos populosos.

A próxima parte da aula se voltou a indagações sobre formas de promover a química ambiental, os alicerces da educação ambiental, o que é e quais as concepções por meio das quais ela é vista. Ao tratarmos o pensamento pragmático de EA, que “apresenta o foco na ação, na busca de soluções para os problemas ambientais e na proposição de normas a serem seguidas” (SILVA; CAMPINA, 2011, p. 33), uma das suas principais características é modo antropocêntrico de se observar o ambiente e seus componentes, o que inclui os animais não-humanos.

A partir dessa deixa, discutimos os conceitos de questão animal, vegetarianismo e veganismo, bem como as relações entre a indústria da carne e o meio ambiente. As problematizações se iniciam nos milhões de porcos, bilhões de frangos e galinhas, e milhões de bois que habitam o território nacional, sendo que esse último grupo supera, sozinho, o número de habitantes humanos no país. Onde, então, se encontram esses animais? Que comida eles comem? Que água eles bebem? O que é feito com seus dejetos? Que processos envolvem o abate? O que é feito com o refugo da indústria? De que forma os insumos são tratados? No caso dos animais marinhos, como são capturados? E qual o efeito da poluição ao consumirmos esses animais?

Em meio às falas, compartilhamos muitas histórias sobre a realidade dos animais na indústria da carne. Embora não seja nosso objetivo tratar essa vertente aqui, vale mencionar que a forma como são tratados foi alvo de muitos comentários. Isso se deve aos assuntos estarem diretamente relacionados, ou seja, embora o cerne das discussões seja o meio ambiente, os diálogos acabaram compreendendo, em maior ou menor escala, a nutrição, a ética e demais aspectos.

As discussões, assim, perpassaram e foram além de temas já trazidos pela apostila. Dentre eles, tratamos a quantidade de áreas de pastagem e monocultura em locais desmatados, a água virtual, a contaminação de solos e corpos d'água por dejetos e subprodutos da indústria da carne, a emissão de gases no transporte dos animais aos abatedouros, a destinação e

tratamento dos insumos, o potencial poluidor dos curtumes, a ameaça a biodiversidade marinha, a cadeia trófica e a bioacumulação.

Como continuação, promovi duas atividades. Na primeira, exibi algumas imagens (representando o consumismo na era digital, práticas de reciclagem e cultivo de árvores, e desigualdade social), questionando qual ou quais estariam ligadas à temática ambiental discutida até então. Já na segunda atividade, apresentei o videoclipe de uma música, pedindo que prestassem atenção às imagens que apareceriam.

A respeito dessa última atividade, a música, chamada “*ready to fall*” da banda *Rise Against*, é tocada por um grupo cujas apresentações se voltam a problemáticas ambientais e sociais. No videoclipe, são mostrados fragmentos de filmagens que trazem à tona impactos ambientais de origem antrópica, o que inclui imagens do uso dos animais pelo ser humano. Perguntadas sobre suas percepções sobre elas, se seguiu o seguinte diálogo:

Karine - *E o que chamou a atenção de vocês?*

Vitral - *Tudo.*

Karine - *Muitas imagens fortes, né?*

Vitral - *É. É tipo assim, a questão de a gente consumir, mas a gente não ver a procedência, a gente não sente o real impacto que a nossa ação tem. Então tipo assim, a gente ver assim é uma sensação muito forte.*

Para a discussão dos fragmentos, os questionamentos orientadores foram: “quais ações antrópicas são notadas?”, “quais são as consequências dessas ações?”, “como elas se relacionam com seus hábitos de consumo?”, “e com sua alimentação?” e, por fim, “quais ações podemos tomar para diminuir esses impactos?”. Passando as imagens, foi possível classificá-las em três categorias: impactos antrópicos diretos (desmatamento, queimadas, mineração, poluição fabril e automotiva); impactos antrópicos indiretos (relacionados às imagens de um pássaro coberto por petróleo, da vida ártica sendo prejudicada pelas mudanças climáticas, da morte de animais pela contaminação de corpos d’água e de animais sendo afetados pelas queimadas); e nossas ações (laçada de cordeiro, caçadas, transporte de frangos para o abatedouro, testes em animais, zoológicos, abate de golfinhos, seleção de pintinhos, criação de perus, golfinho pego por uma rede de arrasto, *baby beef* e indústria leiteira).

Esse momento foi importante para, como o professor sugeriu, promover um “fechamento” da disciplina, já que tivemos a oportunidade de trazer todos os conceitos previamente tratados a respeito da questão animal, fazendo novas conexões e relações. Restaria, agora, apenas uma aula para discussões, ocasião em que nos organizamos em uma

mesa redonda. Aqui, cada aluna ficou responsável por escolher e apresentar uma notícia recente relacionada à química ambiental.

A primeira foi *Vitral*, que trouxe uma reportagem de título “Milhares de peixes aparecem mortos na Lagoa de Marapendi, na Barra da Tijuca”⁴⁰. O texto informa que foram retiradas mais de 6,4 toneladas de peixes mortos, tipo de ocorrência que era recorrente há alguns anos, antes de uma recuperação das águas. Buscando uma resposta, amostras da água foram enviadas para análise, ainda não tendo saído os resultados. Em sala, procuramos pensar em possíveis causas para o episódio, indo além ao discutirmos os impactos sociais acerca dessa problemática, como no caso de pescadores locais, e diversos casos e notícias relacionadas, como a poluição de áreas indígenas e as análises químicas de águas.

Thayla, por sua vez, trouxe outra notícia diretamente relacionada aos animais, de título “Agrotóxico causa morte de araras-azuis no Pantanal, aponta pesquisa”⁴¹. Nela, os cientistas-pesquisadores, ao analisarem os corpos dos animais encontrados mortos, confirmaram intoxicação por um pesticida organofosforado, provavelmente proveniente de canaviais próximos. A exposição das araras, além de mais de 100 antas e outros animais, ocorreu no seu habitat-natural pela contaminação do solo (logo das plantas que cresceram em tais terrenos) e da água. A esse respeito, discutimos o uso dos termos “agrotóxicos” e “agroquímicos”, a cadeia trófica, a ação nas plantas nativas, a falta de cuidado da população geral ao lidar com pesticidas, a necessidade do letramento científico e as formas como informações científicas são apresentadas ao público. A respeito da bioacumulação, o professor trouxe a seguinte reflexão:

Uma coisa que eu gosto de chamar à atenção quando a gente discute esse tipo de contaminação, pessoal, é a característica bioquímica dele, né, que é a lipossolubilidade. Então, isso impacta muito a cadeia alimentar, né, porque ele é menos tóxico que os organoclorados, mas ele é lipossolúvel, então ele se acumula muito facilmente nos organismos, né, e aí [...] em algum momento, a quantidade, ela atinge ali um valor que começa a gerar um problema, e quando a gente pensa na cadeia trófica, né, o predador, ele não vai consumir um pouquinho, ele vai consumir um pouco. Né, porque na presa já tá concentrado, então isso é algo que é muito impactante, e no caso, né, quando a gente ingere carne, é uma grande fonte de toxinas. (Fala do professor RAS)

⁴⁰ Reportagem disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/01/13/milhares-de-peixes-aparecem-mortos-nesta-sexta-feira-na-lagoa-de-marapendi-na-barra-da-tijuca.ghtml>. Acesso em abril de 2023.

⁴¹ Reportagem disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2022/03/10/araras-azuis-sao-encontradas-mortas-no-pantanal-e-pesquisa-detecta-agrotoxico-em-organismos-das-aves.ghtml>. Acesso em abril de 2023.

Quanto à *Ferreira*, embora não tenha trazido uma notícia cujo cerne é os animais, é possível perceber que, como parte do mesmo ambiente, os mesmos impactos que afetam ao ser humano também os afetarão. Nesse caso, tratamos o tema do uso e descarte plásticos, o que envolve as problemáticas dos microplásticos, poluição dos oceanos e suas consequências para a vida marinha e humana. Dentre as discussões, refletimos sobre como a vida marinha é obrigada a se adaptar à poluição das águas, bem como o fato de determinadas medidas tomadas em busca de diminuir esses impactos serem rasas (como é o caso de pessoas que compram sacolas retornáveis para colocar as compras em sacolas descartáveis dentro delas).

Finalizamos a aula com a minha apresentação, sendo exibidas duas notícias. A primeira tinha como título “Cerca de 70% de novas doenças que infectam seres humanos têm origem animal, alerta ONU”⁴², enquanto a segunda tratava da “Origem do coronavírus: de morcegos a laboratório, veja as conclusões da investigação da OMS na China”⁴³. Comecei a discussão perguntando quais doenças de origem animal vinham à mente, surgindo a própria Covid-19, as gripes aviária e suína, a doença da vaca louca e a doença de chagas. Em seguida, passamos a tratar as origens dessas doenças, chegando ao tema da discriminação, devido à atual pandemia, contra asiáticos em razão da sua forma de alimentação. Refletimos que muitos não ponderam, porém, que doenças como a gripe suína (classificada, em 2009, como pandemia) originada no México, e a doença da vaca louca na Inglaterra, resultaram do consumo de animais pela população ocidental.

Além de nos atentarmos a questões culturais, ponderamos sobre a invasão do habitat de animais silvestres e os impactos da domesticação e consumo de espécies. Concluímos que, de forma geral, o problema não é o consumo do morcego ou do pangolim, mas de animais. As alunas mencionaram, também, a dificuldade em explicar esse tipo de problemática para a população geral, como ocorreu recentemente no caso da varíola dos macacos. Na época do surto, vinha sendo veiculada a falsa informação de que os macacos estariam transmitindo a doença aos humanos, fato que resultou em ataques e mortes desses animais (sendo a mesma atitude adotada em massa em outros surtos de zoonoses). Por fim, questionamos se, com posse dessas informações, algo será feito para evitar futuras pandemias com origens similares, entendendo que, muitas vezes, o ser humano tende a lidar com o problema apenas após o seu acontecimento, não investindo em meios de prevenção.

⁴² Notícia disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/64621-cerca-de-70-de-novas-doencas-que-infectam-seres-humanos-tem-origem-animal-alerta-onu>. Acesso em abril de 2023.

⁴³ Notícia disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-56587394>. Acesso em abril de 2023.

Após discussões, os últimos minutos da aula foram dedicados ao questionário da pesquisa. A respeito da interdisciplinaridade na disciplina, *Ferreira* acredita que todas as aulas foram ministradas de forma interdisciplinar, o que, para ela, significou abordar os conteúdos por meio não apenas da química, mas da geografia e biologia, além da contextualização pelas problemáticas ambientais. Já *Gabriela* explicou sua afirmação através do uso de séries, notícias, filmes e músicas que relacionaram os impactos ambientais aos conteúdos da disciplina. *Thayla*, por sua vez, reconhece o caráter inerentemente englobante da Química Ambiental, tendo relação tanto com o cotidiano quanto com outras disciplinas de dentro ou fora do curso.

Quanto à inserção da temática animal na disciplina, todas a consideraram adequada. A partir das falas, notamos o caráter de novidade do tema, embora todos tenhamos contato diário com seus impactos:

Sim, pois junto com os impactos ambientais causados pelo homem, que já era de meu conhecimento, pude ver além, tanto pelos impactos que esses [animais] causam, quanto o modo que o homem impacta eles. (Fala da aluna Thayla)

Sim, pois traz um novo olhar para os temas abordados, nos fazendo repensar os temas por outras perspectivas e compreendendo a relação e ligação de questões ambientais muito faladas como aquecimento global, desmatamento e poluição através da temática animal. (Fala da aluna Ferreira)

*A questão animal é algo muito adequado para se tratar nesta disciplina, pois **tem grande impacto no meio ambiente e não são muito abordados na mídia**, sendo uma boa forma de trazer essas informações para os alunos. (Fala da aluna Gabriela, grifo nosso)*

*Sim, achei o tema bastante importante para ser abordado na disciplina. É importante observarmos **os impactos que acabamos provocando também de maneira direta como indireta**. (Fala da aluna Julia P. Leal, grifo nosso)*

Quando perguntadas sobre os impactos dessa inserção no aprendizado dos conteúdos, elas mencionaram ter facilitado o entendimento, um aprofundamento e contextualização, e uma aprendizagem mais significativa:

[...] para se ter um melhor entendimento de como atitudes do dia a dia podem interferir na questão. (Fala da aluna Gabriela)

[...] tornou mais fácil o entendimento do conteúdo. (Fala da aluna Thayla)

*[...] foi possível eu ter uma **aprendizagem mais significativa** sobre a temática. (Fala da aluna Julia P. Leal, grifo nosso)*

Já quanto ao questionamento sobre interferências na vida pessoal, mais uma vez, todas concordaram. Dentre as respostas, notamos pontos como a compreensão de novas relações com aspectos cotidianos e conhecimentos prévios, aprendizagem de novas informações e olhar crítico para ações individuais tomadas no dia a dia.

Me fez refletir e aprender sobre assuntos que não eram do meu conhecimento, impactando a maneira como penso sobre questões animais e a relação destas com outras temáticas. (Fala da aluna Ferreira)

Algumas questões abordadas já eram do meu conhecimento mas ter essa discussão em sala de aula colaborou ainda mais para o meu entendimento do assunto e descoberta de outras informações sobre a questão ambiental. (Fala da aluna Gabriela, vegetariana)

Sim, me fez refletir sobre meus hábitos e conhecimento a respeito das práticas por trás do que é “exposto”. (Fala da aluna Thayla)

*Sim, como está é uma temática muito impactante, devido aos animais e também ao meio ambiente, **a abordagem me fez repensar sobre meus hábitos e comportamentos** frente a isso. (Fala da aluna Vitral, grifo nosso)*

Sim, me fez refletir mais sobre os produtos de origem animal que consumo e de [ilegível] produtos também. A abordagem me trouxe uma maior consciência dos meus impactos como pessoa de maneira direta e indireta. (Fala da aluna Julia P. Leal)

A partir das falas das alunas e interações durante o semestre, pudemos notar a importância da presença e participação do pesquisador em sala de aula. Diferentemente do ERE, tive a oportunidade de fazer ponderações sempre que relevante, evidenciando a complexidade e pertinência da questão animal no aprendizado da Química Ambiental. O perfil da turma também serviu de auxílio, havendo entrosamento entre as poucas discentes, o que enriqueceu as aulas com discussões sinceras e plurais. Todos esses fatores contribuíram para o que foi trazido no questionário, logo um interesse na temática apresentada, o que possibilitou seus impactos positivos.

Por fim, consideramos que a confecção e divulgação da apostila pode ser um produto permanente e interessante no que diz respeito a temática animal. Conduzida de forma que se faça perceber o papel dos animais nas ações humanas, acreditamos que o entendimento ambiental e dos problemas da nossa época possam ser enriquecidos ao contemplar novas perspectivas.

5.2 QUÍMICA E SAÚDE

Tratando, agora, da disciplina de Química e Saúde, a observação total ocorreu durante o ERE, tendo início em 17 de maio de 2021. De forma geral, a professora optou por alternar entre aulas síncronas e assíncronas (sendo sugeridos textos e vídeos para aprofundamento), o que enriqueceu o acompanhamento devido à maior participação dos estudantes. Estiveram matriculados 15 discentes, dos quais 13 concordaram em participar. Como colocamos inicialmente, uma vez ocorridas todas as observações totais, optamos por não seguir com a observação participante nessa disciplina, sendo a principal razão o entendimento de que as intervenções seriam demasiadamente similares às da cadeira de Química Biológica (devido à proximidade dos temas tocantes à questão animal). Ademais, por esta ser uma seção menor, apresentaremos os conteúdos de forma corrida, não havendo a divisão temática de subseções.

Partindo para as observações, a professora começou a primeira aula cedendo espaço para que eu me apresentasse e a pesquisa, não havendo manifestações por parte dos alunos. Ao tratar a dinâmica da disciplina, dentre as atividades avaliativas, os discentes deveriam apresentar dois seminários, cujos temas poderiam ser escolhidos a partir de uma lista de possibilidades. Dentre os temas para o 1º seminário, estavam: (i) vitaminas e micronutrientes, (ii) intolerância à lactose, (iii) doença celíaca, (iv) alimentos que podem causar dor de cabeça, **(v) veganismo e seus desafios para nutrição humana**, (vi) conservantes e aditivos, (vii) corantes alimentícios e (viii) aromas. Ao inserir os temas na plataforma do *Google Classroom* e solicitar aos alunos que escolhessem, o veganismo foi o penúltimo, selecionado após algumas semanas.

Tendo a oportunidade de conversar com a professora sobre essa atividade, ela explicou que teve a ideia de inserir o quinto tema após minha participação como estagiária na disciplina de Iniciação à Pesquisa em Ensino de Química, a qual ela participou como aluna. Durante a disciplina (que ocorreu de setembro a novembro de 2020), tive a oportunidade de falar sobre veganismo e educação, o que a incentivou a inserir o assunto em suas próprias aulas. Assim, esse vinha sendo um dos temas para o seminário desde o semestre anterior, cuja intenção era informativa, já que ele não estava presente em nenhum momento durante o curso.

Para a próxima aula, esta assíncrona, a professora enviou dois materiais sobre química dos alimentos para estudo em casa. O primeiro trazia informações como a mudança dos hábitos de consumo do brasileiro, que diminuiu o consumo de feijão, arroz, ovos, peixes e aumentou o de biscoitos, refrigerantes, salsichas, linguiças e refeições industrializadas em geral. Ao tratar as proteínas, elas seriam encontradas em carnes (frango, boi e peixes), ovos e

leguminosas (como soja, feijão e lentilha). Já as gorduras saturadas estariam presentes principalmente em produtos de origem animal, sendo alertado sobre o cuidado e moderação ao consumir carnes gordas, leites integrais e queijos amarelos, relacionados ao risco de elevar o colesterol ruim, o que reflete na aterosclerose e doenças do coração. A recomendação da fonte para se montar um prato completo é ocupar 50% com verduras e legumes, 25% com arroz ou outro carboidrato e os outros 25% com feijão e carne. Não se considerou, entretanto, uma dieta sem produtos de origem animal. Já o segundo material, a respeito das proteínas, informou que os animais que consumimos utilizam os carboidratos para construí-las. Consumi-las já prontas, então, facilita com que o nosso próprio organismo as utilize. Também se ressalta que elas são encontradas em vegetais, por exemplo a soja, cuja quantidade é alta e semelhante à encontrada em ovos.

Em continuação ao tema das proteínas, o assunto foi tema principal de outras aulas. É interessante notar que, em vários momentos, embora seja reconhecida a presença de todos os aminoácidos em plantas, fica clara a predileção pelos alimentos de origem animal. Dentre os assuntos tratados a esse respeito, primeiramente foram trazidos exemplos específicos de proteínas presentes em certos alimentos, levantados o glúten (farinha de trigo), o colágeno (fontes animais), a albumina (ovo), a caseína (leite), as proteínas solúveis do soro do leite (*whey protein*) e a queratina (fontes animais). Em outro momento, a professora tratou da desnaturação de proteínas, que pode ser desencadeada pelo aumento da temperatura, como no caso do alisamento de cabelo por chapinha. Ainda que não tenha sido citado, o tema me remeteu ao processo UHT, em que o leite animal é submetido a aumento e diminuição abruptos de temperatura visando a conservação do produto, sendo um resultado indesejado a desnaturação proteica.

Dentre as atividades da disciplina, em uma delas os discentes deveriam escolher e criar um *post* a respeito de uma proteína ou aminoácido. As elegidas e respectivas fontes foram: albumina (ovos), hemoglobina (hemácias), caseína (queijo), glúten (panificados), colágeno (carnes e gelatina), creatina (alimentos de origem animal), aminoácidos presentes no *whey protein* (o próprio *whey protein*) e lisina (feijões). Em resumo, tivemos 1 fonte não utilizada diretamente como alimento, 2 referências a produtos vegetais e 6 referências a produtos animais. Ao ver a postagem sobre o colágeno, minha impressão foi de estar lendo uma propaganda, dando motivos e informando a necessidade de consumi-lo: “esta proteína é produzida pelo nosso corpo, porém não em quantidades suficientes, então seu consumo através da alimentação se faz necessário. Podemos encontrar colágeno nas carnes vermelhas, carnes brancas ou na gelatina”.

Há algumas aulas, porém, a professora havia disponibilizado um vídeo que trazia falácias a respeito do colágeno, explicando como é feita sua digestão. O link⁴⁴ levava à primeira parte de uma aula de bioquímica sobre nutrição proteica da Universidade Virtual do Estado de São Paulo. Nela, o docente informa que o colágeno é composto por 1/3 de glicina, 1/3 de prolina e 1/3 de outros aminoácidos. Como ocorre com toda proteína (diferentemente de carboidratos e lipídeos), ao ser digerido, o colágeno será quebrado em seus respectivos aminoácidos, que serão utilizados na síntese de novas proteínas de acordo com as necessidades e código genético do indivíduo. Assim, o colágeno poderá ser ressintetizado, mas em menor quantidade. Além disso, como ele não oferece, em sua composição, as 20 variedades de aa encontradas no organismo humano, haverá uma gama de proteínas que não poderão ser formadas, logo também é possível a formação de lipídeos após degradação e retirada dos grupos amino.

A aula também tratou de temas mais práticos, como as recomendações diárias para ingestão de proteína, que vão de 0,66 g/kg a 1 g/kg. Aqui, o docente reforçou que as proteínas estão presentes em praticamente todos os alimentos, logo uma alimentação baseada em carnes não é necessária visando uma oferta adequada, que pode ser suprida dentro de uma alimentação baseada em plantas. A questão, afirma ele, é que o teor proteico varia entre os alimentos, sendo dados os seguintes exemplos (cujos teores são dados em gramas de proteína por 100 gramas do alimento): carne bovina (27 g), queijo prato (26 g), carne de frango (24 g), peixe (23 g), soja (17 g), ovo (13 g), feijão (6 g), aveia (3,7 g), milho (2,4 g) e arroz (2 g).

Segundo ele, outro ponto a se levar em consideração é a digestibilidade da proteína, que seria a porcentagem digerida para posterior absorção. Os exemplos apresentados são: ovo (97%), leite e queijo (95%), “carne” e “peixe” (94%), arroz polido (88%), milho (85%), feijão (75%). Já se tratando da porção absorvida, são apresentados: leite humano (95%), ovo (90%), leite de vaca (81%), carne bovina (70%), arroz polido (60%), farinha de soja (58%), amendoim (50%), trigo integral (45%), milho (40%). Ele destaca que o vegetariano deverá, então, levar tais dados em consideração ao calcular o consumo diário de proteínas.

No entanto, como colocado nos capítulos iniciais, Slywitch (2022) explica que os estudos não sustentam uma recomendação diferente para vegetarianos e não vegetarianos, havendo críticas aos métodos utilizados para determinação da digestibilidade de absorção desse macronutriente. Me chamou a atenção, também, a diferença entre a absorção do leite humano e do leite de vaca, já que, possivelmente, os valores se inverteriam no caso da análise

⁴⁴ Aula disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2iFkWVJxfFo&t=676s>. Acesso em abril de 2023.

da absorção por bezerros, visto que o leite materno é naturalmente produzido visando as necessidades da própria espécie.

Na segunda parte da aula⁴⁵, o docente discursou sobre patologias ligadas à carência proteica, como ocorre em regiões de pobreza intensa e guerras, e em indivíduos com insuficiência cardíaca, renal crônica e estado terminal de câncer. Em outro extremo, também foram tratadas as dietas hiperproteicas. Nesse segundo caso, ele informa ser falacioso dizer que proteínas não engordam, havendo apenas o aspecto estético ligado à produção de musculatura esquelética. Para essa síntese, três fatores são necessários: o hormônio testosterona, o conjunto de aminoácidos e o estímulo físico, sobretudo de atividade anaeróbia, de força e de contração. Caso esses fatores não estejam equilibrados, nosso organismo irá lidar com o excesso de proteínas eliminando o grupo amino e sintetizando lipídeos a partir da cadeia carbônica restante. Para que seja expulso, o grupo é convertido em amônia e, em seguida, em ureia. A via de eliminação depende principalmente do fígado (que participa do ciclo da ureia) e dos rins (responsáveis pela recepção de substâncias que passam pelo sangue para a eliminação pela urina), podendo ser comprometidos quando superestimulados por tempo prolongado.

Passando para outro grupo de macromoléculas, os assuntos ligados aos lipídeos foram as classificações quanto a existência ou não de insaturação, o tipo de isomeria e os ômega 3 e 6. De forma breve, alguns dos pontos que me chamaram a atenção foram: comentários sobre os benefícios da ingestão de linhaça como no caso do ômega-3; a presença de ácidos graxos saturados majoritariamente em alimentos de origem animal, havendo a mesma relação entre alimentos vegetais e as cadeias insaturadas; e o sebo bovino que, embora não seja comestível, é utilizado na alimentação dos próprios animais.

Dentre as sugestões de leitura e vídeos para a aula assíncrona, foi informado que a quantidade de ômega-3 encontrada em peixes brasileiros é baixa, sendo fontes mais confiáveis os óleos de soja e canola. Não se entrou, entretanto, na questão da competitividade de absorção entre os ômega 3 e 6, fato que deve ser levado em consideração ao se consumir tais óleos. Outro ponto levantado foi a não recomendação do uso de banha de porco para todas as preparações, uma vez que é rica em gorduras saturadas, relacionadas a efeitos danosos à saúde cardiovascular.

Já durante as apresentações dos seminários, *Renata*, ao discutir sobre hipercolesterolemia, informou que as recomendações para se evitar a condição compreendem

⁴⁵ Aula disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MupQ_77uohY&t=849s. Acesso em abril de 2023.

não fumar, comer frutas e substituir carnes vermelhas por brancas, complementando acreditar que diminuir o consumo de carnes em geral seja o ideal. Seguidos os comentários dos colegas de classe, *Hinata* também colocou os alimentos animais como grandes fontes de colesterol.

Passando, agora, para o papel do químico na indústria alimentícia, a professora pediu aos alunos que escrevessem um pouco a respeito da química dos alimentos, discutindo com os colegas suas reflexões. *Mariana*, por exemplo, disse que esses profissionais podem fazer a troca de certos ingredientes presentes nos alimentos processados, como entre corantes artificiais e naturais. Ela também trouxe o papel de ensinar alunos da educação básica a ler embalagens, promovendo a educação nutricional. O assunto também passou pela importância do conhecimento químico para que as pessoas não se enganem por certas dietas milagrosas. Para a professora, um dos seus benefícios seria se alimentar adequadamente para que não sejam necessárias certas suplementações. Já *J*, um aluno vegetariano, trouxe o consumo de carne:

Outro aspecto importante também que a gente tem que prezar na química dos alimentos, na escola básica, não é só comer o valor nutricional dos alimentos, como também o impacto ambiental que eles podem causar, por exemplo o consumo de carne hoje em dia: quão ele é prejudicial e danoso à natureza. E isso, é, como a gente pode ver as notícias que estão circulando pela mídia, esse consumo desenfreado, esse consumismo desenfreado tá com o prazo contado, porque se o ser humano não adotar uma prática sustentável a partir de já nos vamos entrar num ponto irreversível de desequilíbrio ecológico, de desequilíbrio da natureza. Isso pode causar sérios danos pra saúde do ser humano, né, então é interessante também a gente repensar as formas de consumo de carne. (Fala do aluno J, vegetariano)

A professora, então, pediu que eu comentasse um pouco a esse respeito. Durante a minha fala, tratei alguns dos que seriam os impactos ambientais envolvendo o consumo de produtos animais, passando rapidamente pela quantidade de bovinos criados para consumo no país e pela poluição passível de todos os processos, seja de processamento da carne (produção entérica de gases do efeito estufa, problemática das queimadas e grilagem de terras para a criação de animais), do leite, de couro e dos refugos de forma geral. Uma vez que não esperava o convite para participação, visto que a pesquisa não prevê esse tipo de interação, apresentei os pontos que vieram à mente, procurando ser breve.

Mais adiante, a professora trouxe a existência de técnicas utilizadas para se detectar certas adulterações do leite, práticas comuns na indústria leiteira. Esse tema chama a atenção pois, por mais que seja um assunto já corriqueiro dentro do departamento, traz uma realidade pouco comentada sobre as características de um produto tão consumido pela população. Outra

problemática levantada foi a existência de alimentos contaminados por medicamentos, sendo o leite de vaca o exemplo apresentado. Como trazido nos capítulos iniciais dessa tese, aos animais de consumo é dada uma gama de medicamentos desde seu nascimento. No caso dos antibióticos, a prática é adotada mesmo que o animal não apresente sinais de doenças, como prevenção e coadjuvante no ganho de peso. Ao consumirmos sua carne e derivados, consequentemente estaremos consumindo as drogas indiretamente, contribuindo com o aparecimento de bactérias resistentes.

Em aulas posteriores, continuando a tratar a química dos alimentos, entramos em aditivos alimentares como espessantes e gelificantes. Dentre eles, olhamos mais a fundo a pectinas, gomas (todas de origem vegetal como exsudados de árvores, algas, sementes, frutas, legumes, microrganismos) e suas propriedades. Um dos exemplos foi o ágar-ágar, extraído de algas marinhas e muito utilizado na substituição da gelatina, esta de origem animal.

Ainda a respeito dos aditivos alimentares, durante os seminários que ocorreram em momento posterior, *Isaura* e *Hinata* os classificaram de acordo com sua origem, podendo ser animal ou vegetal. Em complementação, *Isaura* fez a colocação de que o veganismo não visa necessariamente a saúde, excluindo apenas os aditivos animais da alimentação. Dentre eles, está o E120 (cochonilha, advindo de certos insetos), E542 (fosfato de cálcio, derivado de restos de ossos e carcaças de animais abatidos), E904 (goma-laca, uma resina secretada por um inseto), E471 (mono e diglicerídeos de ácidos graxos, podendo derivar de chifres, cascos e gordura animal) e castóreo (retirado de castores). Sobre a cochonilha, por exemplo, elas explicaram que o corante vem de fêmeas grávidas, enquanto o castóreo é retirado mediante a prisão dos animais. Outro grupo também trouxe o carmim, tendo *Liz* informado que o corante é extraído a partir das fêmeas dessecadas dos insetos.

Hinata também falou sobre nitritos, estes utilizados como aditivos em produtos cárneos para preservar a coloração vermelha e inibir a oxidação. Tais conservantes estão relacionados a cânceres, sendo proibidos por lei em carnes *in natura*, ainda que muitos açougues os utilizem clandestinamente para maquiagem as carnes. A respeito do termo “*in natura*”, acreditamos valer a reflexão de até que ponto a carne deveria se encaixar nessa classificação, visto que os animais recebem suplementações e medicamentos durante o tempo de vida.

Já a respeito das vitaminas, *J*, durante a apresentação do seminário, falou sobre a família de vitaminas do grupo B, cujas fontes são diversas, o que inclui as plantas. *Camilla Calçado*, ao tratar também de minerais, destacou algumas questões relacionadas a alimentos de origem animal, como (bio)disponibilidade e deficiência:

Eu trouxe dois que melhoram a biodisponibilidade e dois que inibem. Os dois primeiros, que são ácidos orgânicos e o fator carne, eles aumentam a biodisponibilidade. [...] e o fator carne, é, o que acontece: carnes bovinas, aves e peixes melhoram a absorção de ferro, porque a carne exerce um fator de redução do ferro, passando de ferro 3 pra ferro 2, e além disso o produto da digestão da carne pode formar quelatos com o ferro.

[...] a deficiência do cobalto, que é a vitamina B12, é um problema apenas para indivíduos vegetarianos ou para indivíduos que sofrem de alguma síndrome de má absorção.

[...] a gente precisa de uma adequação dos alimentos de origem vegetal ao suprimento das necessidades humanas, porque a lista de alimentos essenciais para as plantas, ela é semelhante, mas não é idêntica à lista que a gente precisa, então pode esperar que haja uma deficiência de alguns elementos dependendo da concentração deles. Infelizmente a concentração de alimentos, dos minerais nas plantas, as vezes é muito baixa em relação ao que a gente precisa, e além disso os minerais podem estar presentes em formas que não podem ser utilizadas pelo ser humano, e por isso é necessário melhorar a qualidade nutricional dessas estruturas por meio de práticas agrônomas e melhoramento vegetal. Agora em relação à composição mineral de alimentos de origem animal: essas concentrações variam menos que as concentrações minerais de alimentos vegetais por conta do mecanismo homeostático que eu citei anteriormente e, em relação à adequação de alimentos de origem animal ao suprimento das necessidades humanas, o que acontece: os produtos de origem animal eles são boas fontes de cálcio, mas desde que a gente consuma os ossos, o que não acontece, né, normalmente. E aí além disso o teor de iodo ele pode ser muito baixo, e aí a gente conclui que pra garantir a ingestão de todos os alimentos minerais essenciais, a gente precisa consumir alimentos variados de origem animal e alimentos variados de origem vegetal. (Fala da aluna Camilla Calçado)

A respeito das informações apresentadas pela aluna, algumas merecem comentários adicionais. Ácidos orgânicos (como a vitamina C) e aminoácidos sulfurados (fator carne), de fato, são considerados dois dos principais fatores que influenciam na absorção do ferro não heme, sendo o terceiro o álcool. Quanto à vitamina B12, também conhecida como cobalamina, possui o cobalto em sua estrutura, não se resumindo a ele. É desinformativo afirmar que sua deficiência acomete apenas a população vegetariana e aquelas pessoas com síndromes de má absorção, visto que 40% da população mundial que consome carne apresenta a deficiência. No tocante à última fala, a vitamina B12 é o único nutriente que deve, necessariamente, ser suplementado por vegetarianos, sendo uma alimentação bem planejada suficiente para suprir as demais necessidades. Fala semelhante se aplica a dietas com produtos de origem animal, visto que esse consumo não exime o indivíduo de apresentar deficiências

nutricionais, apesar de haver a suplementação através dos animais, como já mencionado nos capítulos iniciais (SLYWITCH, 2022).

O último seminário do dia foi apresentado por *Renata*, que tratou sobre o veganismo. Sua exposição foi notável, cobrindo todos os principais pontos com propriedade. Em resumo, ela expôs: a definição do termo; diferenciação entre vegetarianismo e veganismo; discussão de mitos e fatos: “veganismo é caro”, “veganos só comem salada”, “veganos precisam comer soja”, “veganos são sempre magros”, “veganos ficam doentes” e “veganos precisam de vários suplementos”; alimentos vegetais proteicos e seus respectivos aminoácidos; minerais presentes nos alimentos e suas quantidades; vitaminas presentes nos alimentos e suas quantidades; cálcio (e não necessidade de consumir leite para adquiri-lo), ferro, vitamina D, vitamina B12 e ômega 3; substitutos para ovos em receitas; possibilidades de queijos vegetais; famosos veganos; aplicativos de informações como marcas que não testam em animais e os impactos ambientais positivos relacionados ao veganismo; e algumas dicas para quem deseja iniciar na dieta vegetariana.

Renata utilizou, como fonte para a definição de veganismo, a sociedade inglesa responsável pela criação do termo; tratou do ferro não heme não como limitante, mas através de fatores para que se contorne a questão da biodisponibilidade; apresentou a informação estatística de que parte significativa da população mundial tem deficiência de vitamina B12; dentre diversos outros conceitos e explicações trazidas de forma correta. Ao final, uma vez que a professora havia pedido para que eu comentasse sobre a apresentação, parabeneizei a aluna e fiz algumas pequenas complementações, não havendo debates subsequentes. Também perguntei se ela era vegana, já que claramente possuía amplo conhecimento sobre o assunto, a qual respondeu ser vegetariana estrita, transacionando para o veganismo desde o início do ano.

A segunda metade da disciplina foi voltada ao estudo de fármacos, assunto que finda esse capítulo. Dentre os assuntos específicos apresentados pela professora, vale a pena destacar a origem dos fármacos, que pode ser vegetal, mineral ou animal, sendo exemplos desse último hormônios, insulina, vitaminas e corticoides. Ao tratar das etapas de desenvolvimento de um medicamento, a docente apenas comentou que são feitos experimentos, porém não entrou nesse mérito, o que envolveria os testes em animais.

A esse respeito, um dos exemplos trazidos em momento posterior foi a talidomida. Muito tratado em aulas sobre isomeria óptica, o medicamento foi testado em animais, porém apenas tardiamente descobriram a capacidade dos ratos em metabolizá-lo de forma diferente do ser humano. Já ao discutir as ações de medicamentos, a Dose Letal 50 foi mencionada

como a dose capaz de matar 50% de uma comunidade, sendo dados os exemplos das doses letais de certos medicamentos em ratos, camundongos e porquinhos da Índia. A professora não entrou em como são aferidas essas doses, mas, ao falar sobre os roedores, passou pelo conteúdo com naturalidade, não tratando o assunto como delicado. Em vídeo passado para aprofundamento, o apresentador deixa mais explícito sobre do que se trata o teste.

5.3 QUÍMICA BIOLÓGICA

Por fim, o acompanhamento da disciplina de Química Biológica ocorreu em dois semestres, um deles no modo ERE (observação total – turma A) e o segundo de forma presencial (observação participante – turma B). Conforme informado nos tópicos anteriores, devido à pandemia, demos início às observações em 2021.1, contando com a participação consentida de 5 dos 11 estudantes. Sendo previstas duas aulas por semana, a professora optou por alterná-las entre encontros síncronos (dos quais participei integralmente) e assíncronos, disponibilizando textos e vídeos para estudo nesse segundo tipo. Embora a concordância em participar da pesquisa tenha sido baixa, a quantidade de discentes presentes nas aulas síncronas também o foi, logo foi possível colher informações suficientemente completas.

A próxima etapa da pesquisa ocorreu em 2022.1, procedendo entre abril e agosto. Uma vez que esse semestre foi voltado à participação, não seria necessário, como no anterior, estar presente em todas as aulas. Ainda assim, estive em 11 dos 26 encontros, me fazendo presente para os alunos, observando a dinâmica e os assuntos tratados. Foram 16 discentes matriculados, tendo 2 evadido durante o semestre. Dentre os que restaram, todos concordaram em participar da pesquisa. Quanto ao curso, apenas 1 (*Arion*) não cursava, no momento, Licenciatura ou Bacharelado em Química, estando ainda no ciclo básico (Bacharelado em Ciências Exatas); dois informaram estar nos semestres finais do curso; e 1 dos discentes (*Dani*) lembrou ter participado da disciplina de Química do Meio Ambiente durante essa mesma etapa da pesquisa, ou seja, de observação participante.

Como foi feito em Química do Meio Ambiente, dividiremos esse tópico nos principais temas discutidos no que interessa à pesquisa: proteínas; metabolismo e alimentação; e ética em pesquisas. Em cada um deles serão trazidas as intervenções propostas, sendo elas: três palestras, inserção em uma das avaliações da disciplina e participações pontuais, pensadas junto à professora para que não trouxesse prejuízos ao cronograma segundo o plano de ensino.

5.3.1 Metabolismo e alimentação

Como informado acima, dentre as intervenções propostas esteve receber visitantes para que participassem de algumas das aulas. Um desses convites foi feito a uma nutricionista cuja clínica é voltada principalmente ao público vegetariano. Ao convidá-la, para que a apresentação estivesse alinhada à realidade daquela turma, informei sobre o perfil dos alunos e o plano de ensino da disciplina. Para essa subseção, nos guiaremos a partir desta aula (com exceção da discussão sobre proteínas, que será feita em tópico subsequente), fazendo inserções a respeito das observações à medida que julgarmos propício.

A visitante iniciou sua fala se apresentando. Ela conta que, na ocasião da sua formação inicial em nutrição, se especializar quanto à alimentação vegetariana era menos acessível devido ao menor oferecimento de cursos, embora já houvesse um movimento vegano na cidade. Nessa época, se faltava segurança quanto à alimentação vegetariana, sendo um marco a divulgação, pela OMS (Organização Mundial da Saúde), de uma carta aberta a respeito da viabilidade e potencial em termos de saúde das dietas vegetarianas balanceadas, podendo ser empregadas em qualquer fase de desenvolvimento, de recém-nascidos a atletas e idosos.

Para a apresentação, ela optou por uma abordagem que priorizou, como fizemos no referencial teórico, alguns grupos de macro e micronutrientes importantes ao se planejar uma alimentação vegetariana saudável. Segundo ela, o vegetarianismo traz a seus adeptos a consciência alimentar, uma percepção e entendimento dos alimentos no sentido de compreender o que estamos comendo, o que inclui seus nutrientes.

Começando pelo cálcio, ela trouxe exemplos de alimentos ricos no nutriente, como vegetais verde-escuros (normalmente com bons teores de ferro), talos de verduras (que nos remetem à estrutura da planta, em uma analogia à participação do cálcio na composição óssea), gergelim e tahine. A respeito do leite de mamíferos em geral, ela explicou a importância do aleitamento materno devido à presença de glóbulos brancos, hormônios e resíduos metabólicos voltados às necessidades da própria espécie. Ao consumirmos leite que não o humano, ingerimos todos esses grupos de substâncias, cuja interação com nossas células de defesa gera reação adversa. O leite de vaca é, assim, um alimento potencialmente inflamatório, podendo causar ou agravar doenças e focos inflamatórios prévios.

Outros agravantes também envolvem o intestino. De forma didática, ela explicou que tudo o que consumimos possui um local de absorção no corpo, que é intermediada por receptores. Existem, também, enzimas específicas responsáveis por quebrar carboidratos para posterior absorção, sendo a lactase a responsável pela quebra da lactose, açúcar presente no

leite. Tecnicamente, seria esperado que nós produzíssemos tal enzima apenas durante o período de amamentação, produção que diminuiria aos poucos. Ao passar a consumir leite de outras espécies, porém, o organismo humano é estimulado a continuar com essa formação.

O intestino delgado, em condições saudáveis, possui microvilosidades, estando as enzimas normalmente posicionadas nas chamadas bordas em escova. É fácil, através de uma alimentação debilitada, atrofiá-las, o que interfere na produção e ação da lactase. Sem ela, a lactose segue diretamente para o intestino grosso, onde se encontra a microbiota. Com a chegada do açúcar do leite, ele será fermentado pela ação das bactérias, ocasionando um desbalanceamento que pode gerar formação de gases, estufamento, dores, diarreia ou constipação. A proteína do leite, igualmente, pode ser problemática, uma vez da complexidade da sua quebra e absorção.

Durante a disciplina, a professora dedica algum tempo para tratar dos temas de intolerância e alergia à lactose/leite. De acordo com a docente, tais condições se dão devido a, na modernidade, adotarmos o consumo de produtos lácteos com maior constância. Uma vez que o intestino não é capaz de absorver oligossacarídeos inteiros, essas moléculas devem ser quebradas em monossacarídeos, o que ocorre através de enzimas. No caso da não presença da lactase, não sendo possível degradar a lactose em glicose e galactose para sua digestão e metabolização, algumas bactérias intestinais se tornam responsáveis por eliminá-la, gerando desconforto gástrico pela geração de gases. Já quanto à alergia, os sintomas não são apenas gastrointestinais, mas sistêmicos, podendo se manifestar de forma cutânea e no trato respiratório. Em momento distinto, ela também chegou a informar que, ao se tratar de alimentos muito proteicos, existe maior chance de haver proteínas com potencial alergênico, o que justifica a grande quantidade de pessoas alérgicas ao ovo, por exemplo.

Outro assunto abordado pela nutricionista (e tratado por nós na seção do referencial teórico referente ao cálcio) foi o potencial acidificante do leite. Na intercorrência do efeito tampão são utilizadas substâncias tais como o cálcio, que é posteriormente extravasado para a corrente sanguínea. O efeito de desmineralização dos ossos, porém, não ocorre no consumo de cálcio de origem vegetal, o que, aliado ao consumo de fibras, caracteriza um consumo saudável.

Em aula distinta, a professora explicou que o conceito de pH é relativo, vistas as diferenças em se analisar um reagente em tubo de ensaio e no organismo. Devendo o pH do organismo permanecer em sua faixa original a despeito das alterações provocadas, como pela alimentação, o corpo recorre a mecanismos biológicos de tamponamento. O exemplo dado

por ela, abordando aqui o tampão fosfato, foi a desmineralização dental que ocorre com o excesso de acidez no local.

A respeito, agora, do ferro, foram dados exemplos de fontes vegetais do micronutriente e falado sobre a importância de outros componentes na sua absorção, transporte e armazenamento (como as vitaminas A, E, C e do complexo B, zinco e magnésio). A palestrante também informou sobre as especificidades dos ferros heme e não-heme, além de entrar no mérito dos fatores antinutricionais e da competição por mesmos sítios de absorção (motivo pelo qual não se deve ingerir laticínios junto às principais refeições). Por serem informações já apresentadas nos capítulos iniciais, porém, não nos adentraremos nas particularidades da fala.

Passando ao ômega-3, a nutricionista falou sobre suas principais fontes e deu dicas sobre a porção diária recomendada para a ingestão e como os alimentos devem ser preparados e armazenados. No caso da linhaça e da chia, ela explica que, ainda que o ser humano não produza a enzima necessária para clivar a celulose presente na casca das sementes (sendo necessário triturá-las para a absorção do lipídio), tais fibras são importantes para a manutenção da microbiota intestinal e na produção do bolo fecal, que transportará toxinas e restos metabólicos para descarte.

Ao tratar a temática dos lipídeos, a professora chegou a citar os óleos de soja, canola, gergelim e azeite como exemplos de fontes de ômega 3 (linoleico alfa) e 6 (linoleico). Apesar de não se delongar, mencionou os ácidos EPA e DHA, convidando os discentes a fazerem uma pesquisa sobre os tipos de ômega-3. Em momento distinto, ela também mencionou a recomendação de crianças de 6 anos de idade consumirem ovos, uma vez que são ricos em fosfolipídios. Ela tomou o cuidado, porém, de salientar que determinados alimentos de origem vegetal também podem ser considerados boas fontes:

E aí, então, dentro de alimentos que a gente tem disponível pra dieta diária, o ovo ele tem uma riqueza de fosfolipídios grande, e aí eu tenho um aporte, aí vou colocar entre aspas, né, [inaudível], famílias ômega 3, 6 e 9. Ômega 6 e 9 os vegetais têm abundância, mas existe uma associação de que o ômega 3, que é aquela, é a família mais simplinha, tá, ela seja, é, ela tenha maior quantidade em alimentos que sejam de origem animal, e aí então, assim, não é que os vegetais não tenham, mas a gente falando de quantidade, a gente tem uma quantidade maior em alimentos de origem animal, e aí então a gente acaba recomendando o ovo. (Fala da professora PFP)

Ainda que a convidada não tenha tratado sobre colesterol, vale citar sua menção em determinados momentos da disciplina, em especial na turma A. Em suma, nos interessa

colocar que alimentos de origem animal não produzem colesterol, mas sim uma molécula semelhante chamada fitoesterol (que, inclusive, ajuda a controlar a colesterolemia). Durante o semestre, a aluna *Lívia* enviou a seguinte pergunta à plataforma:

Não consumismo diretamente LDL ou HDL? Ou consumimos o colesterol proveniente de algum alimento de origem animal (biscoito doce ou salgadinhos também?) e há a transformação em HDL, LDL e os outros tipos de lipoproteína?

A professora respondeu que lipoproteínas são associações de proteínas e lipídios que não são absorvidas (logo não são consideradas alimentos *per se*), mas ficam disponíveis na corrente sanguínea de mamíferos, cuja função é facilitar o transporte de lipídeos pelo plasma sanguíneo. Sua estrutura básica é a mesma, variando de tamanho e proporção entre os constituintes. A fração lipídica é formada por colesterol, triglicerídeos e fosfoglicerídeos, sendo divididos em: quilomícrons, formados no intestino por 85-95% de triglicerídeos de origem alimentar; VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade), cuja função é transportar os triglicerídeos endógenos e o colesterol para os tecidos periféricos, locais onde serão estocados ou utilizados como fontes de energia; LDL (lipoproteína de baixa densidade), a lipoproteína que mais transporta colesterol para locais onde ela exerce uma função fisiológica, como, por exemplo, para a produção de esteroides; e HDL (lipoproteína de alta densidade), o “bom colesterol”, em que uma das funções é carrear o colesterol diretamente até o fígado. Todos os alimentos de origem animal possuem lipídios e colesterol, esses sim absorvíveis, sendo importante também compreender que o colesterol ingerido corresponderá a apenas 20% do encontrado no nosso corpo. Tais moléculas circulam através das lipoproteínas até o fígado, quando a produção de novas lipoproteínas é estimulada.

A hipercolesterolemia é o principal fator responsável pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo seu controle essencial para redução dos seus riscos. Proteínas de alimentos de origem vegetal como tremoço, lentilha, feijão-caupi e soja têm sido descritas como hipocolesterolêmicas, logo possíveis coadjuvantes no controle ou na prevenção de doenças cardiovasculares. Esses efeitos são ocasionados por peptídeos bioativos oriundos da hidrólise dessas proteínas, que exercem inibição, modulação ou regulação em alguns genes de transportadores ou enzimas relacionadas à inibição da síntese endógena e à absorção intestinal do colesterol. Essas leguminosas, assim, também representam importante alvo de estudos, visto sua abundância produtiva e as propriedades funcionais exercidas por suas proteínas.

No tocante, agora, às vitaminas, a convidada tratou da B12, explicando sua importância seja para quem adota uma alimentação vegetariana ou com a adição de carnes. Ela informou que, após os 50 anos de idade, principalmente em se tratando do sexo feminino, os estoques da vitamina diminuem consideravelmente, o que deveria, por si só, justificar sua promoção a uma questão de saúde pública. Em sua prática clínica, ainda que seu foco seja o público vegetariano, ela compartilhou que todos os pacientes já atendidos, independentemente do tipo da dieta, apresentaram níveis séricos inadequados nos casos em que não era feita a suplementação. Isso ocorre porque, para que possamos absorvê-la de forma satisfatória, alguns parâmetros são necessários, como o pH gástrico em faixa adequadamente ácida e a presença de proteínas de ligação, chamadas fator intrínseco, para se ligarem e levarem a vitamina para seu sítio de absorção. A saúde do estômago e do intestino delgado possuem grande relevância, podendo mesmo uma mastigação inadequada ser comprometedora.

Ao fazer uma breve pausa para indagar sobre as dúvidas dos discentes, uma aluna perguntou se há alguma necessidade nutricional que não é suprida por fontes vegetais, demandando suplementação. A nutricionista informou que esse é o caso da vitamina B12, embora exista a presença de fontes análogas e ineficientes. Buscando melhor entendimento, a analogia utilizada foi que elas (a vitamina absorvível e a sua forma análoga) seriam como irmãs gêmeas, mas com funções diferentes, já que uma é médica e a outra veterinária. Quanto aos demais nutrientes, todos podem ser supridos em uma alimentação vegetariana bem planejada.

Esse tipo de informação foi explorado pela professora no primeiro semestre de observação (turma A), ocasião em que apresentou determinadas vitaminas e alimentos onde podem ser encontradas. Por meio de slides, foram passadas as seguintes informações:

Vitamina D – óleos derivados de peixes e fígado;
Vitamina B2 (riboflavina) – vísceras, leite, ovo;
Vitamina B12 (cianocobalamina) – carnes, fígado, leite e queijos – não existe em vegetais;
Vitamina C – vegetais, legumes e frutas.

Finalizando sua fala, a nutricionista tratou brevemente sobre o tema dos agrotóxicos, explicando que a gordura presente no organismo auxilia na conservação de substâncias ali presentes (motivo pelo qual era comum submergir carnes em potes de gordura). Por esse princípio, agrotóxicos lipossolúveis ficarão armazenados nos tecidos lipídicos, situação agravada por sua capacidade cumulativa. Enquanto vegetais não possuem essa reserva de gordura, o que diminui a retenção das substâncias, animais que pastoram reterão agrotóxicos

através do pasto, da ração e mesmo do ar. Após o abate, as substâncias bioacumuladas serão repassadas ao consumidor final.

Após a convidada se retirar, uma aluna perguntou sobre malefícios do leite, questionando se o leite em pó poderia ser uma opção mais interessante para consumo. A professora explicou que existe uma gama de derivados lácteos, por exemplo fórmulas infantis, adaptada às necessidades do indivíduo. No caso da fórmula, há aquelas destinadas a bebês com deficiência na válvula estomacal, cujas proteínas não são íntegras, mas pré-hidrolisadas, fazendo a oferta dos nutrientes. A docente aproveitou o momento para comentar sobre a palestra, trazendo sua opinião sobre as colocações:

O que de fato é, real, simples, nu e cru, cético, vegetarianismo é possível fazer a dieta completa, certo, aqueles que não querem ser vegetarianos têm que entender qual a melhor dinâmica pra poder usar na alimentação, pra poder, é, ter, chegar nos, né, numa vida saudável [...]. Eu não concordo 100% com tudo o que ela diz, entendeu, porque assim, pra mim os estudos são muito contraditórios. Sendo muito cética, porque eu não tenho nenhum, eu não tenho nenhum, é, eu não sigo, né, nenhuma linha, então eu sou muito cética em relação a isso. Então, assim, o que que acontece, você consegue obter os nutrientes, você consegue fazer o processo digestivo, fazer o processo absorptivo, só que é inevitável, independente da origem do alimento, seja ela vegetal, seja ela animal, você tem alguns outros, alguns outros elementos que eles não são, vamos lá, úteis pra aquele circuito que a gente tá solicitando ali. (Fala da professora PFP)

De fato, deve existir o questionamento e a crítica quanto às informações trazidas a nós, especialmente no que tange as pesquisas da área de saúde. A nutricionista, por ser vegana, pode apresentar falas enviesadas, da mesma forma que um profissional que consome carne pode tender a trazer informações incompletas ou equivocadas quanto à alimentação vegetariana. A participação da professora, ainda que não tenha havido um diálogo entre as profissionais, pode ajudar a diversificar as perspectivas sobre os temas apresentados, equilibrando o discurso. Por exemplo, observemos recortes do restante da fala quanto aos laticínios:

Mas assim, existe o grande, grande questionamento é o excesso de consumo de produtos derivados lácteos e é real. Ele é real, porque a vida moderna fez isso com a gente. É porque eu tenho uma versatilidade muito grande de utilização dos derivados lácteos [...]. Hoje a gente tem uma legislação sanitária, uma legislação do ministério da agricultura rigorosa em vários aspectos de, várias coisas que são utilizadas no rebanho, elas podem ser refletidas no leite de uma forma prejudicial, mas, no entanto, existem também, é, certificações, e aí então as pessoas têm que trabalhar dentro dessas certificações [...]. Dessa forma, significa que nem todo produto que

seu pet usa, eu posso usar em bovinos, porque alguns desses produtos, eles realmente podem estar presentes no leite, e isso passa a ser um critério de qualidade, e aí então esses animais têm, por isso que é igual a gente fala que por exemplo a carne, a carne tem que ser carne certificada, do abatedouro certificado, então assim, quando chega alguma carne no abatedouro e que a gente faz o abate do animal pra poder fazer o consumo, o que que acontece nesse momento, existe uma fiscalização sanitária daquele animal post mortem [...]. São ideias, né, e existem muitas coisas acontecendo no mundo, né, a gente fala como ela comentou a questão da soja transgênica, e que a gente fala dos orgânicos, que a gente fala da agricultura familiar, e a gente fala de um monte de coisa, só que, é, assim, a gente tem que conseguir chegar num meio termo, a gente tem que conseguir chegar num meio termo. (Fala da professora PFP)

Outra aluna perguntou sobre as secreções, comentadas pela nutricionista, que se encontram no leite da vaca enquanto produto final para consumo. A professora foi enfática ao dizer que isso não acontece. Ela informou que o leite é uma secreção de glândulas sebáceas que produzem elementos lipídicos. As glândulas mamárias também geram, por exemplo, hormônios e secreções de nutrientes que são direcionados ao processo de formação do leite para alimentar o recém-nascido. O produto que usamos, porém, é um alimento processado. Ao longo da cadeia produtiva, devido à menor resistência química de moléculas ao tratamento, muito se perde, restando os micronutrientes e macromoléculas.

Em seguida, procurei esclarecer que há uma questão adicional ao se tratar dos componentes do produto final. Vacas, assim como ocorre com fêmeas de outras espécies de mamíferos, estão suscetíveis a desenvolver mastite, possibilidade que aumenta drasticamente ao considerarmos o nível de automação do processo de extração. A inflamação, uma vez relacionada à infecção, contamina o leite com sangue e pus. Muitos países determinam, através de legislações, quantidades máximas de células somáticas por mL de leite cru, sendo alto o quantitativo permitido no Brasil. A professora complementou dizendo que, através dos processos de desinfecção durante e após a extração, ao tratarmos do leite de caixinha, as células somáticas praticamente desaparecem. O leite *in natura*, entretanto, deve ser cada vez menos consumido.

5.3.2 Proteínas

Durante a primeira aula de observação total (turma A), a professora informou que, na disciplina, é dedicado mais tempo às proteínas em comparação às demais macromoléculas, visto serem as mais abundantes no corpo humano e as únicas fontes de nitrogênio. Por essa

razão e por sua visibilidade relacionada ao movimento vegetariano, elas serão tratadas em tópico a parte das demais temáticas alimentares.

A começar pelo leite de vaca no quesito do teor proteico, primeiramente vale colocar que dois dos discentes (*Maria Eduarda I e Peter Parker* – turma B) estavam ligados a iniciações científicas na área de laticínios, trazendo interesse diferenciado para o tema. Por exemplo, uma das dúvidas compartilhadas disse respeito à análise de ureia no contexto da adulteração do leite. O conteúdo tratado na aula foi aminoácidos, peptídeos e proteínas. Dentre as funções dos aminoácidos, há aquelas relacionadas diretamente ao nitrogênio, uma vez que todo composto nitrogenado presente no corpo dos mamíferos vem de uma rota sintética derivada de aminoácidos.

A razão pela qual a ureia é utilizada na fraude do leite está relacionada a dois fatores. Um deles é o fato de, quando quantificamos o teor de nitrogênio de um alimento, não considerarmos apenas as proteínas (apesar do valor nutricional vir delas), já que existe uma variedade de outras moléculas nitrogenadas. A ureia é uma delas que, uma vez no corpo do mamífero, é fonte de eliminação/excreção de nitrogênio, visto que ele não se encontra em uma forma absorvível. Há métodos específicos, porém, que identificam a quantidade de ligações peptídicas na amostra.

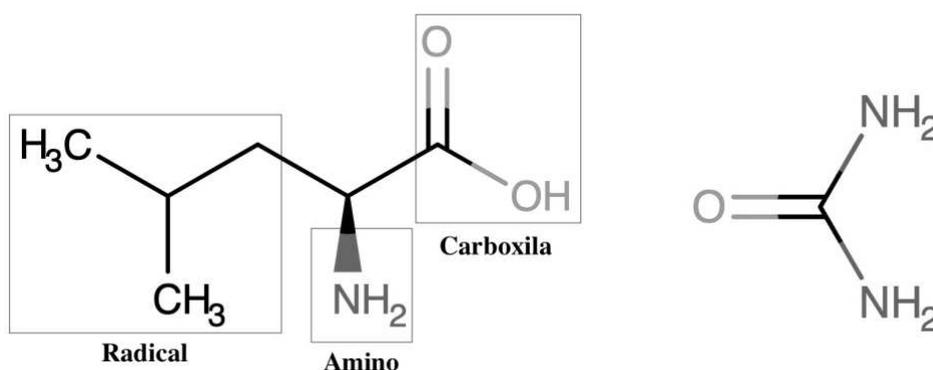
Seguindo o raciocínio de que grupos nitrogenados não utilizados na síntese proteica são eliminadas na forma de ureia, quanto mais proteínas ingerirmos em excesso, maior será a produção do composto. Já em quadros de desnutrição, há a falta de componentes energéticos, ou seja, cadeias carbônicas advindas dos macronutrientes ingeridos (sejam eles carboidratos, lipídeos ou proteínas). Nesse caso, o corpo do mamífero irá utilizar as cadeias dos aminoácidos na produção de energia, o que também resulta na fabricação e excreção de ureia. A importância da parcimônia é expressa pela docente:

As fórmulas infantis [...] elas mudaram nos últimos tempos, porque hoje a gente sabe que a ingestão excessiva de proteínas, ela não, principalmente na infância, o excesso desses nutrientes, eles não são benéficos na vida do adolescente, da vida adulta, então ou seja, não é verdade que a gente tem que dar um aporte nutricional tão grande na primeira infância. Não tô falando que é pra deixar as crianças desnutridas, gente, eu tô falando que não é, que não precisa tomar 50 litros de leite com mucilon, é exatamente isso, a gente controlar a oferta pra não despertar vícios metabólicos ou uma dinâmica metabólica diferenciada. E é engraçado porque a gente fala dos benefícios da proteína pra todo, pra o desenvolvimento corpóreo, mas quando a gente faz isso em experimentos laboratoriais com células congeladas, e você oferece uma quantidade de aminoácido muito grande ou proteínas pra essa célula, você dá um suporte nutricional derivado de aminoácido muito grande pra essa célula, essa célula se exaure

metaforicamente precocemente, então ou seja, apesar das proteínas serem o nutriente mais versátil que a gente possui no nosso corpo, o trabalho de usá-las, nutricionalmente, cansa a célula metabolicamente de uma forma precoce [...]. É fundamental, é necessário, a presença das proteínas em tudo mesmo, mas existe a necessidade do senso crítico e do crivo [...]. (Fala da professora PFP)

De forma didática e através de analogias, a nutricionista convidada explicou, durante sua aula, que proteínas são como cordões de pérolas, cada uma representando um aminoácido (aa). Dentro da célula, os ribossomos são como impressoras que organizam os aa de acordo com as necessidades do indivíduo, fazendo “bijuterias”, montando colares (estruturas proteicas) com as espécies na ordem necessária. Ao consumirmos a proteína, o cordão é quebrado no estômago, possibilitando a absorção das moléculas separadamente. A maior parte dos alimentos possui aa em quantidades diversificadas, o que torna possível atingirmos a quantidade necessária por acumulação através de uma alimentação variada. Visto que o organismo só irá utilizar o que precisar, além de podermos distribuir o consumo ao longo do dia, não é necessário servir pratos com excesso de carnes animais em busca de quantidades exageradas de proteínas (ainda há o agravante da lenta digestão da carne, o que também traz consequências na fermentação pelas bactérias do intestino, assunto bem discutido por ela). Na figura que segue podemos compreender melhor como é a estrutura de um aminoácido (cuja diferenciação ocorre de acordo com o radical) e sua relação com a molécula de ureia.

Figura 24 - Estrutura da leucina, indicados os grupos que formam os aminoácidos, e da ureia.



Fonte: Adaptado de Drugbank.

Segundo a professora, a importância comercial e industrial do leite de vaca vem especialmente da sua qualidade proteica

E aí a gente vem falando de algumas outras proteínas que eu acho que vale a pena a gente discutir como por exemplo as proteínas que a gente tem no

leite, porque o leite ele é uma fonte proteica muito interessante para que a gente crie, crie, recrie, diversifique, trabalhe, estude com uma diversidade de funcionalidades dos elementos que estão presentes no leite, certo. Então eu tenho quatro principais grupos de proteína no leite, e aí então eu tenho as caseínas, as proteínas do soro, as proteínas das membranas dos glóbulos de gorduras e as enzimas e fatores de crescimento [...]. (Fala da professora PFP)

A professora informou que a caseína é a principal proteína presente no leite, destacando que ela não é facilmente alterada pelo calor, permanecendo estável quando o produto é pasteurizado. Vale colocar o adendo de que o processo de pasteurização reduz, de fato, o teor de vitaminas e resulta na transformação (físico-química, de desnaturação e de coagulação) das proteínas, o que depende da temperatura e tempo de aquecimento empregados nos processos. Ainda que as caseínas sejam mais estáveis, demais proteínas do soro são mais sensíveis, podendo ocorrer a desnaturação da sua maior parte.

*Ou seja, eu tenho uma quantidade de caseína, eu posso preparar alimentos, os alimentos, mesmo assim, serão ricos em proteína, não sofrendo deterioração. Por que é importante ele não sofrer deterioração? Porque os processos de deterioração, eles causam às vezes cheiro, alteração de cor e isso então faz com que o consumidor às vezes não queira aquele alimento por causa dessas alterações, e aí então a caseína acaba sendo uma fonte proteica com grande estabilidade para utilização para derivados pra gente fabricar outras coisas. E é interessante, porque hoje, em termos de biotecnologia, a gente trabalha com como que a gente pode melhorar essa, esse preparo dessa caseína, por exemplo quando a gente tem leite em pó, e aí a gente trabalha com as características dessa caseína pra poder falar: quando a gente fala de qualidade de leite a gente mapeia a qualidade de leite por deterioração da caseína, né, tipo assim, microrganismos crescendo no leite e deteriorando a caseína a gente consegue detectar isso e melhorar a qualidade de leite, do transporte dele até a entrega, a gente consegue trabalhar as questões, então, relacionadas a esse leite. E como ele é um produto de origem animal, a gente tem que ter uma série de cuidados hoje, né, não só cuidados na obtenção do leite, mas no transporte e no armazenamento. Cuidados de que forma? **Cuidados relativos ao bem-estar do animal que tá sendo o fornecedor deste leite**, cuidado no manejo, ou seja os operadores, para que eles não contaminem essa amostra e cuidados também no transporte, no armazenamento, na utilização, porque o leite ele não tem só a caseína, né, ele tem outras, outros componentes que tornam ele muito suscetível à proliferação de microrganismos desde a hora da extração, até a hora da utilização dele na indústria. (Fala da professora PFP, grifo nosso)*

Na continuação do conteúdo, ela trata da conservação de alimentos lácteos e a atenção no manejo desde a fonte até o destino final. Dentre os cuidados, se destaca a menção ao bem-

estar animal, ainda que não sejam esclarecidos os parâmetros relativos ao manejo das vacas leiteiras.

Aproveitando o comentário a respeito de a caseína ser a principal proteína do leite, um dos alunos (turma A) perguntou sobre o *whey protein*, produto que, para a professora, é supervalorizado. A docente reconhece que proteína do soro de leite possui alto valor biológico, sendo um outro bom exemplo a semente quinoa. Ainda de acordo com ela, o *whey protein* (acreditamos que, aqui, ela se referiu a proteínas hidrolisadas/concentradas/isoladas de forma geral) pode ser produzido a partir do ovo, do leite e também alimentos de origem vegetal. No caso dos suplementos proteicos vegetais, os principais comercializados no país são o *rice protein*, *soy protein* e *pea protein*, sendo outras matérias-primas utilizadas a semente de girassol, cânhamo, chia, amêndoas e amendoim.

Continuando no tocante das proteínas vegetais, algumas leguminosas ricas em proteínas de alto valor biológico, segundo a professora, são o grão de bico, ervilha, lentilhas e todos os tipos de feijões, sendo os cogumelos também interessantes em relação ao aporte da macromolécula. Para ela, não importa a origem da proteína (como no caso de insetos como alimento), desde que ela tenha alta qualidade. Uma ressalva, porém, foi a de que alimentos vegetais carregam consigo fibras e, embora não tenha certeza dessa afirmação, é possível que elas interfiram na absorção das proteínas. Outra observação foi a de que certos alimentos, como a soja, carregam consigo fatores antinutricionais. Ainda assim, ao passo que a indústria faz seu tratamento térmico e macera o alimento, tais fatores acabam sendo eliminados.

Quando perguntada sobre o benefício de se alimentar da combinação de arroz e feijão, a professora explicou o porquê da popularidade da dupla:

Os dois são de origem vegetal, tanto o arroz quanto o feijão, certo, então de 100% de arroz e feijão, eu teria 10% de proteína, 90% seria o carboidrato. Desses 90% que seriam carboidratos, eu teria lá, 40% que seria celulose e outras fibras que eu vou jogar fora, e o restante seria de amido que ia dar energia pro meu corpo. Só que esses 10% de proteína que tem, são proteínas que contêm aminoácidos que são essenciais, então quando você pega uma criança que tem uma desnutrição energético-proteica, com arroz e feijão você alimenta ela. Você dá a quantidade de nutrientes que geram energia que você precisa, no tempo que você precisa, e você repõe os aminoácidos que ela precisa. Mas não pode ser só arroz ou só feijão, porque eu tenho um conjunto de aminoácidos essenciais, e quando eu uso arroz e feijão, eu consigo dar um quantitativo de aminoácidos essenciais importante. Então é verdade, arroz e feijão é mais nutritivo do que eles isolados, né, e mais nutritivos do que... vamos lá... outros tipos de alimentos. E aí assim, dá pra trocar arroz por feijão? Da pra trocar o feijão. Isso é uma característica das leguminosas, que são como o feijão. Quem são as leguminosas como o feijão? Feijão, grão de bico, lentilha... qual feijão?

Qualquer feijão. Todos, todas as cores, modelos e tamanhos, tá? [...] tremço [...]. (Fala da professora PFP)

Voltando, agora, ao consumo excessivo de proteínas e suas consequências, um dos alunos (turma A) colocou que o exagero, principalmente de produtos de origem animal, pode vir a causar lesão renal. A professora discordou da afirmação, explicando que não há link direto ou algo conclusivo a respeito da sobrecarga dos rins:

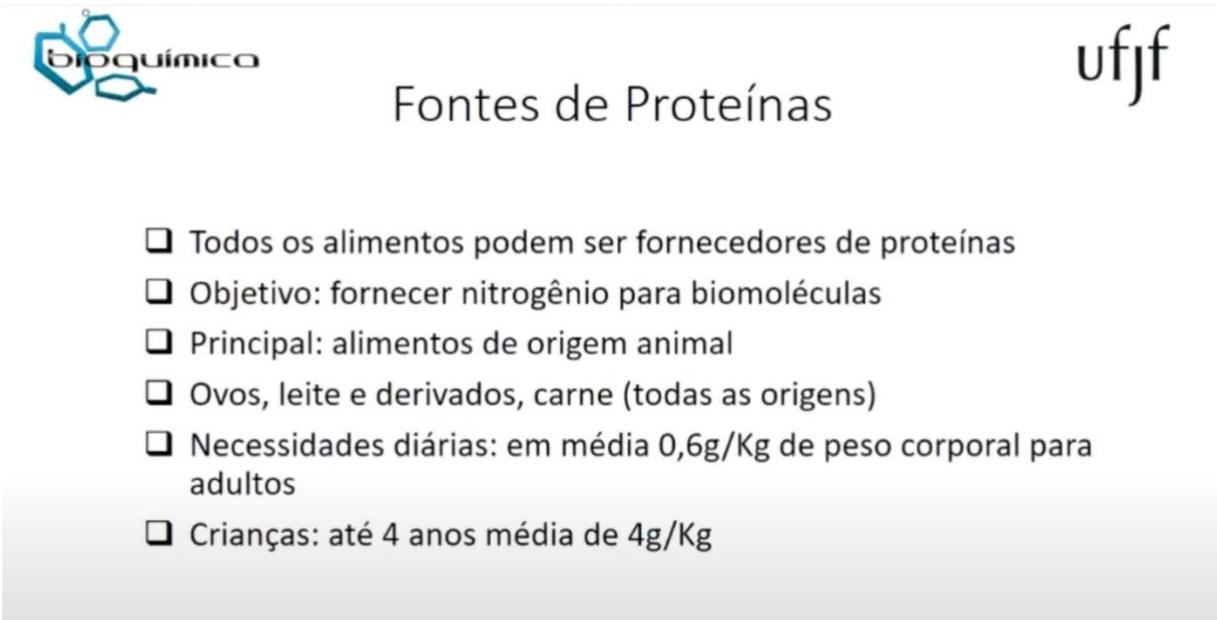
[...] Quando eu obrigatoriamente tenho que jogar nitrogênio fora, eu aumento a produção de ureia [...] significa um aumento da necessidade de [inaudível] e de água no corpo pra poder eliminar esse excesso de ureia. Então, o que eu posso garantir hoje, que é o aumento do consumo de proteína tem um aumento da produção de ureia, tá, diretamente proporcional, porque eu nem sempre eu consigo usar toda essa proteína que eu fiz a ingestão. E aí esse aumento da produção de ureia, num primeiro momento eles acharam que isso poderia estimular lesão renal, mas não, ainda não tem nada conclusivo sobre isso, porque a gente faz isso em vários momentos do nosso dia a dia e dependendo do que você associa a essa [...] ingestão de proteína e produção de ureia, a gente pode ou não ter uma lesão renal associada, mas obrigatoriamente, pela dieta ter provocado a lesão renal, ainda não é uma coisa, assim, que eu vou assim “olha, a ingestão disso provoca a lesão renal”. A gente tem outros fatores que precisam ser associados. Aí, em relação a essa questão da ureia, isso é bem interessante, porque isso acontece no nosso dia a dia, né, pensa, o dia em que a gente tem uma maior ingestão de proteína e aí a gente tem, a gente já saciou as necessidades corpóreas, inevitavelmente a gente aumenta a produção de ureia baseado nisso. (Fala da professora PFP)

Em sua apresentação, a fala da nutricionista convidada sugere o contrário, o que nos indica ainda não haver consenso da área quanto a esse tema. Segundo ela, tal excesso pode causar uma sobrecarga proteica no organismo, o que inclui os rins (que filtrarão o sangue com grande quantidade de aminoácidos) e o fígado. A quantidade proteica necessária é individual, logo um atleta terá maior demanda (podendo chegar a 3 g/kg/dia, enquanto um indivíduo comum pode consumir ~0,8 g/kg/dia), diferentemente de uma pessoa sedentária. Ela também recomenda, pela noite, o consumo de proteínas vegetais devido à digestão mais rápida, não atrapalhando o repouso. O auge do trabalho do fígado se dá entre meia noite e 2 horas, quando teoricamente nos encontramos no ciclo de sono mais profundo e o gasto energético é praticamente apenas o basal. Nesse momento, o fígado trabalhará metabolizando e filtrando toxinas e metabólitos daquele dia, o que depende de boas noites de sono.

A professora, em determinadas ocasiões de ambos os semestres, esclarece que alimentos de origem animal possuem mais proteína que aqueles de origem vegetal. Ainda assim, ela complementa que os vegetais possuem todos os aminoácidos essenciais (cujas

proteínas apresentam boa absorvidade) e que, se optarmos por consumir apenas essas fontes, basta se alimentar de forma consciente. É importante notar que, tanto nessa quanto na disciplina de Química e Saúde, as professoras tiveram o cuidado de salientar esse detalhe tão importante, embora o grupo dos vegetais continue sendo omitido ou deixado em segundo plano em alguns momentos, como é possível ver pelo slide a seguir:

Figura 25 - Slide sobre proteínas.



bioquímica

ufjf

Fontes de Proteínas

- Todos os alimentos podem ser fornecedores de proteínas
- Objetivo: fornecer nitrogênio para biomoléculas
- Principal: alimentos de origem animal
- Ovos, leite e derivados, carne (todas as origens)
- Necessidades diárias: em média 0,6g/Kg de peso corporal para adultos
- Crianças: até 4 anos média de 4g/Kg

Fonte: Arquivos da disciplina (2022).

Para o último teste da disciplina (turma B), a fim de relacionar o que havia sido discutido durante o semestre no tocante aos animais, inserimos um texto de linguagem mais acessível a respeito da ingestão de proteínas, passando rapidamente por um tipo específico de uso de animais em pesquisas. Tal texto foi retirado da Revista Minas Faz Ciência, cuja publicação e distribuição gratuita é financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), tendo como título “Menos é mais: Dietas ricas em proteína favorecem envelhecimento e aparecimento de doenças” (SOARES, 2019).

Figura 26 - Conteúdo do texto a respeito da ingestão de proteínas.

Viviane Alves também é coordenadora do projeto de divulgação científica CeTOXY, que você pode acompanhar pela página www.facebook.com/cetoxylbcm.

Churrasco, feijoada e queijo minas estão entre as delícias da cozinha brasileira. Mas, se consumidos com frequência e em excesso, compõem dietas ricas em proteínas, podem fazer mal à sua saúde. Isso ocorre porque o excesso de proteínas gera um efeito perverso no organismo: quanto maior o consumo, mais as células quebram as moléculas, aumentando a quantidade de aminoácidos de maneira muito rápida; essa alta velocidade leva ao aumento de "erros" no sistema.

Tais erros contribuem para que as células funcionem mal, de modo a favorecer o envelhecimento precoce, o aparecimento de doenças neurodegenerativas e alguns tipos de câncer. Eis a conclusão de estudo colaborativo internacional, que contou com a participação da professora Viviane Alves, chefe do Laboratório de Biologia Celular de Microorganismos, do Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG). Além de Viviane, participaram da pesquisa cientistas da Austrália e da Inglaterra, países onde o consumo de proteínas, como carnes, ovos, leite e derivados, é bastante alto.

Trata-se do primeiro estudo a demonstrar ligação direta entre o consumo de proteínas e o envelhecimento, com contri-

Líder do estudo, com atuação no Instituto Sahrri da Universidade de Adelaide, na Austrália, Chris Proud deu entrevista ao site *The Advertiser / Adelaide Now*, na qual comparou o efeito identificado pela pesquisa ao do excesso de velocidade em um veículo: "Quanto mais rápido você for, maior a probabilidade de cometer um erro", disse.

buições para diferentes áreas de pesquisa, como aquelas voltadas à nutrição e a investigações sobre produtos naturais que podem regular o metabolismo e aumentar a longevidade. A pesquisa teve artigo publicado no periódico de alto impacto *Current Biology* e repercussão midiática internacional.

Envelhecimento saudável

"Há muitos anos, centenas de pesquisadores estudam a relação entre alimentação e saúde. Sabe-se que, quanto menor a ingestão de calorias, a chamada 'restrição calórica', maior a longevidade. Ou seja, envelhecemos mais lentamente e de forma saudável", explica a professora, ao lembrar que carboidratos e proteínas são os mais estudados no contexto do envelhecimento: "A ingestão destes nutrientes, sem controle, pode alterar nossas células de várias formas. Já havia muitos indícios, na literatura, de que a ingestão excessiva de proteínas di-

minui o tempo de vida dos seres humanos. Nosso estudo permitiu entender melhor como e por que isso acontece".

O trabalho recorreu a três modelos experimentais: "No Brasil, trabalhei com o verme *Caenorhabditis elegans*, que, há décadas, tem substituído animais na pesquisa", esclarece a professora. Na Austrália, os experimentos foram feitos com células humanas, e, na Inglaterra, com a drosófila, popularmente conhecida como mosquinha da fruta.

Nos três modelos, em níveis celular e molecular, os pesquisadores demonstraram que a ingestão de proteínas em excesso faz com que as células precisem metabolizar mais rapidamente estas moléculas, e a rapidez resulta em envelhecimento.

"Normalmente, esses aminoácidos são usados pelo organismo para as funções vitais. Porém, quanto mais proteína ingerimos, maior a velocidade necessária para as células produzirem os aminoácidos. E, quanto mais rápido o processo, maior a chance de o organismo gerar proteínas defeituosas, que levam ao mau funcionamento das células e a consequente diminuição de sua sobrevivência", explica Viviane Alves.

Segundo a professora, ainda pode levar um bom tempo até que os estudos sejam conduzidos em seres humanos, mas os resultados com os modelos de laboratório já permitem inferir consequências para a saúde humana. Cientistas interessados nas ligações entre nutrição, saúde e expectativa de vida têm agora outro importante modelo para dar sequência a pesquisas que busquem compreender as relações entre as proteínas que consumimos e o envelhecimento saudável.

"Tanto o verme *Caenorhabditis elegans* quanto a drosófila, apesar de grandes diferenças, quando comparados aos seres humanos, têm vias metabólicas parecidas com as nossas. Os achados nestes modelos também foram observados em células humanas cultivadas. Futuramente, poderemos estudar como esse processo se dá em mamíferos e seres humanos que consomem muita proteína, como os praticantes de atividades físicas intensas", comenta a professora.

A professora celebra a publicação do artigo sobre a pesquisa, como resultado de trabalho de cinco anos, "com muitas mãos e cabeças envolvidas": "Chegamos

Sabia mais sobre as pesquisas da professora com o verme *Caenorhabditis elegans* e ouça o podcast *Ondas da Ciência* sobre o tema: <https://wp.me/p8IW2s-3T1>.

a um dado inédito sobre a ligação entre o consumo de proteína, o aparecimento de erros metabólicos e o envelhecimento. Manteremos a colaboração para elucidar outros aspectos. O professor Chris Proud, por exemplo, estuda como o processo de consumo de proteínas, e o uso dos aminoácidos pelas células resulta em doenças como diabetes e câncer", detalha.

Outras proteínas

Importante lembrar que o consumo de proteínas não se dá exclusivamente pela ingestão de carnes, ovos e peixes. Proteínas também são encontradas em ampla variedade de leguminosas, como grão de bico e lentilhas, além de frutas secas, como nozes, sementes e vegetais. De acordo com a professora Viviane Alves, não importa a fonte: qualquer excesso de proteínas, de qualquer origem, pode levar a defeitos na célula, resultando em envelhecimento acelerado e doenças associadas à velhice. "É aquela máxima: tudo em excesso faz mal. O trabalho mostra isso em detalhes moleculares", conclui.

Segundo levantamento conduzido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2017, o Brasil estava em 3º lugar no ranking de países que mais consomem carne bovina no mundo. A média de consumo do alimento, pelos brasileiros, é de 25,9 kg/per capita ao ano. Em primeiro lugar na lista, está a Argentina, seguida por Paraguai, Brasil, Estados Unidos e Austrália.

40 MINAS FAZ CIÊNCIA • MAR/ABR/MAI 2019

MINAS FAZ CIÊNCIA • MAR/ABR/MAI 2019 41

Fonte: Soares (2019, p. 41).

Além do texto, a professora inseriu um trecho de um artigo também a respeito dos efeitos da ingestão diária de proteínas no metabolismo (PAIVA; ALFENAS; BRESSAN, 2007, p. 84), sendo ele:

Além de servirem de combustível para o crescimento e desenvolvimento do organismo, quando ingeridas em altas quantidades, as proteínas levam ao fornecimento de energia. Além disso, as proteínas desempenham muitas outras funções. Dentre elas, podemos citar a função de regulação do metabolismo, de transporte de nutrientes, de atuação como catalisadores naturais, de defesa imunológica, de atuação como receptores de membranas, além de muitas outras. Com base nas DRIs de 2002, a ingestão diária de proteína deve variar de 0,8 a 1,0 g por quilograma de peso por dia, para manutenção do balanço energético igual a zero, assegurando assim as funções vitais desempenhadas por esses macronutrientes. Esta recomendação varia em fases especiais da vida como infância e adolescência, gestação, lactação e em casos de patologias em que há o aumento das perdas deste nutriente. Portanto, seu consumo diário deve ser ajustado de acordo com as necessidades dos indivíduos.

Segundo alguns autores, o aumento da ingestão protéica pode favorecer a perda de peso, além da não recuperação deste peso perdido. Esse efeito pode estar associado ao fato das proteínas apresentarem alto efeito termogênico, favorecendo o aumento da saciedade. As proteínas atuam ainda estimulando a secreção de insulina e melhorando a sua sensibilidade, exercendo assim um efeito benéfico aos diabéticos.

Entretanto, a ingestão protéica acima das necessidades orgânicas leva ao aumento das reações catabólicas de seus aminoácidos, aumentando a produção de subprodutos como uréia, trifosfato de adenosina (ATP) e gás carbônico; glicose; acetil coenzima A e corpos cetônicos. Alguns destes subprodutos podem resultar em efeitos adversos ao organismo. Dentre os efeitos associados à alta ingestão protéica em longo prazo, podemos citar o aumento da sobrecarga renal pela maior excreção de uréia, ocorrência de cetose sanguínea e aumento do risco de doenças cardiovasculares. Por esse motivo, a suplementação de aminoácidos à dieta tem sido muito discutida e ainda não se chegou a um consenso sobre os reais benefícios desse maior aporte protéico.

A primeira questão após apresentação do trecho acima foi:

As espécies reativas de oxigênio (ROS) reagem com as proteínas intracelulares e com a molécula de DNA, alterando suas estruturas, e com lipídeos transformando-os em peróxidos. A redução do oxigênio a moléculas de água que é realizada pelo complexo IV da cadeia respiratória, complexo da citocromo C oxidase, é a reação que gera menor teor de formas de oxigênio parcialmente reduzidas. Os complexos I e III geram grande teor de ROS. Desta forma podemos concluir que a cadeia transportadora de elétrons é a maior fonte endógena de ROS intracelular. Desta forma, tente explicar como a informação a respeito da formação de ROS mitocondriais se conecta ao texto “Menos é mais – Dietas ricas em proteínas favorecem envelhecimento e aparecimento de doenças” (Verônica Soares, Revista Minas Faz Ciência, 2019). Trace um paralelo entre as leituras e a “responsabilidade/custo metabólica do consumo excessivo de proteínas para manutenção do catabolismo”.

Por ser uma pergunta específica e menos aberta a diferentes interpretações, as respostas variaram pouco, se limitando, por vezes, ao que foi trazido nos textos:

Quando há o consumo de uma quantidade alta de proteínas ocorrem vantagens ao organismo, como perda de peso, estímulo da secreção de insulina e o aumento da saciedade, porém, quando consumida em excesso, há efeitos adversos, já aumenta-se a produção de ureia e de corpos cetônicos, e desse modo além de ocorrer a sobrecarga dos rins [...]. (Fala das alunas Winter e Geovana)

De uma forma geral, ainda que se privilegie os alimentos animais ao se tratar de fontes proteicas, acreditamos que a ênfase dada às fontes vegetais durante a disciplina tenha sido satisfatória. Embora não possamos afirmar que todos os mitos relacionados ao tema tenham sido quebrados (vide tabela 4 do referencial teórico), confiamos que as intervenções tenham trazido novas perspectivas e reforçado o aprendizado acerca da temática.

5.3.3 Ética em pesquisas

Durante o semestre de observação total (turma A), observei a menção aos testes em animais, seja de forma mais direta ou velada. Por exemplo, ao tratar sobre o efeito de certos lipídios no organismo, a professora trouxe um estudo em que um rato foi induzido a uma dieta baseada em gordura trans, sendo observados os desfechos. Fazendo uma associação ao questionário enviado aos docentes das IES (discussão que se seguiu no primeiro capítulo dos resultados), a mesma professora foi uma das respondentes a trazer os ensaios como possibilidade de inserir os animais na disciplina. Ainda que os testes da área de saúde sejam distintos em relação aos da indústria química, ao acompanhar tanto esta quanto a disciplina de Química e Saúde, percebo o lugar do químico na indústria alimentícia, por exemplo, e logo o papel da temática durante sua formação, sendo interessante explorar tal assunto.

Já ao explicar a reação de formação de eicosanoides (mediadores inflamatórios de origem lipídica), a professora colocou que o processo pode ser realizado e visto *in vitro* (cultura de células),

[...] mas existem alguns ensaios que são preconizados pra serem feitos com animais, e aí pra fazer com o animal tem todo aquele rito de autorização de comitê de ética, de observação, então, da conduta ética de fazer essas experimentações, e aí então você faz essas experimentações, é, usando, por exemplo, a pata de animais, e aí você faz edema nessas patas, porque isso é uma característica da inflamação. É, uma das características da inflamação

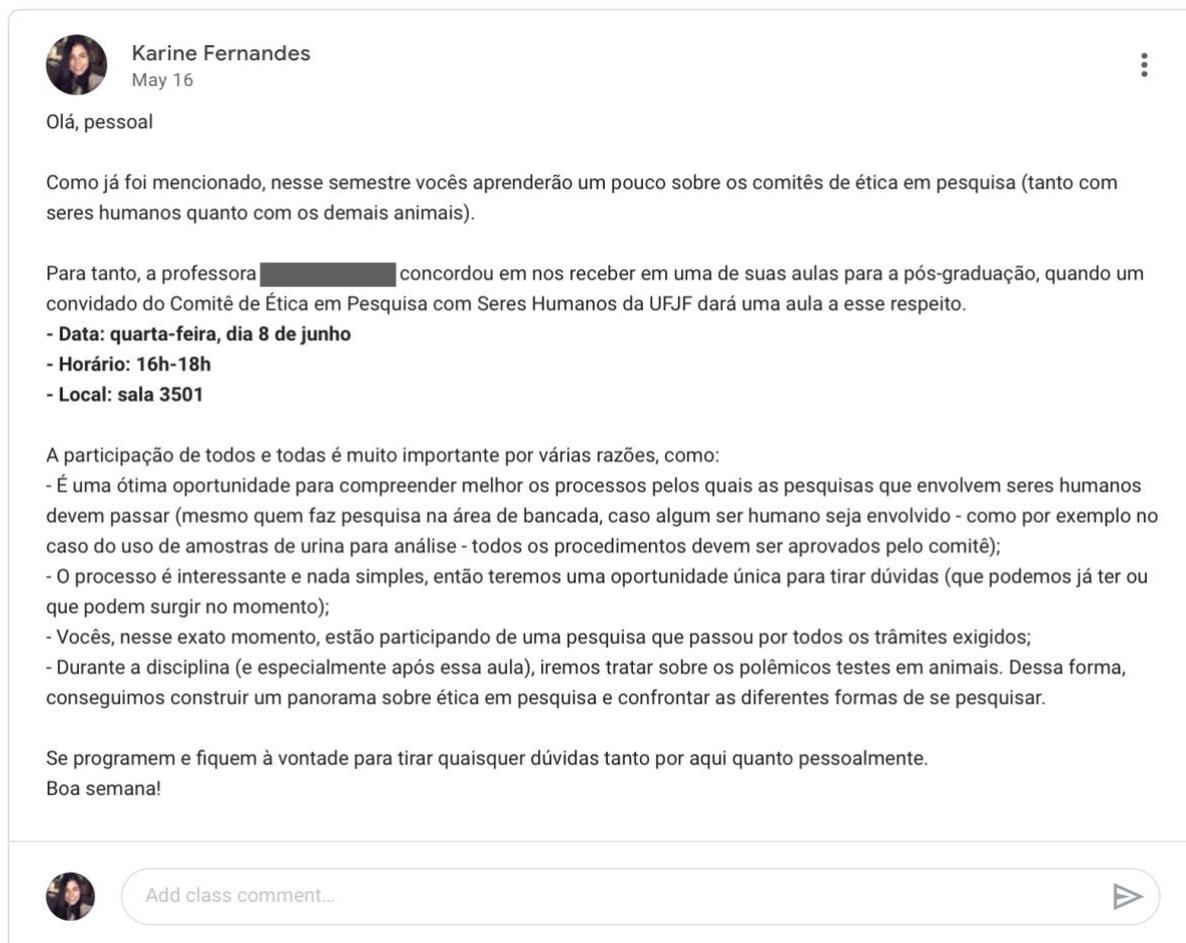
é a criação de edema, que seria o inchaço, então esse inchaço a gente pode avaliar se ele, ele acontece ou não acontece. Mas como existe agora, é, kits pra fazer essa avaliação in vitro é muito mais prático e muito mais rápido [...].

Lembrando que esses kits são muito mais recentes e se a gente pegar os trabalhos mais antigos da época de desenvolvimento da aspirina e dos outros todos anti-inflamatórios que a gente conhece, a maior parte deles foi testado em animal sem tantas sofisticções de material, de ensaios in vitro que substituem esses métodos. (Fala da professora PFP)

É interessante notar a preocupação em colocar o teste *in vitro* como mais moderno, embora as justificativas se baseiem na praticidade e não em outros parâmetros como confiabilidade ou bem-estar animal. Além disso, assim como ocorreu na outra disciplina, não se explica como o ensaio é feito: de que forma as gorduras trans foram inseridas na alimentação do rato? Como os desfechos foram analisados ao final do experimento? Como foi o manejo do animal? Como o edema foi provocado? Quais animais são utilizados? Há alguma forma de mitigar a dor durante o procedimento? E após? O que ocorre com os animais após os ensaios? O uso dos animais, por mais que se busque trazer informações mais aprofundadas, segue sendo apenas tangenciado, ficando o bem-estar em segundo plano.

Com essas questões em mente, durante o planejamento do semestre de observação total (turma B), pensamos ser interessante inserir a temática da ética nas pesquisas, o que envolve tanto seres humanos quanto demais animais. Para tanto, a primeira intervenção tratou de uma aula dada por um membro do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP), que ocorreu no contraturno, aproveitando a aula que seria dada para uma turma do Programa de Pós-Graduação em Química. Como forma de lembrete e de estimular a participação, também enviei mensagens pela plataforma, como consta a seguir:

Figura 27 - Convite para participar da aula sobre ética em pesquisa com seres humanos.



 Karine Fernandes
May 16

Olá, pessoal

Como já foi mencionado, nesse semestre vocês aprenderão um pouco sobre os comitês de ética em pesquisa (tanto com seres humanos quanto com os demais animais).

Para tanto, a professora [REDACTED] concordou em nos receber em uma de suas aulas para a pós-graduação, quando um convidado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF dará uma aula a esse respeito.

- **Data: quarta-feira, dia 8 de junho**
- **Horário: 16h-18h**
- **Local: sala 3501**

A participação de todos e todas é muito importante por várias razões, como:

- É uma ótima oportunidade para compreender melhor os processos pelos quais as pesquisas que envolvem seres humanos devem passar (mesmo quem faz pesquisa na área de bancada, caso algum ser humano seja envolvido - como por exemplo no caso do uso de amostras de urina para análise - todos os procedimentos devem ser aprovados pelo comitê);
- O processo é interessante e nada simples, então teremos uma oportunidade única para tirar dúvidas (que podemos já ter ou que podem surgir no momento);
- Vocês, nesse exato momento, estão participando de uma pesquisa que passou por todos os trâmites exigidos;
- Durante a disciplina (e especialmente após essa aula), iremos tratar sobre os polêmicos testes em animais. Dessa forma, conseguimos construir um panorama sobre ética em pesquisa e confrontar as diferentes formas de se pesquisar.

Se programem e fiquem à vontade para tirar quaisquer dúvidas tanto por aqui quanto pessoalmente.
Boa semana!

 Add class comment... 

Fonte: Arquivos da disciplina (2022).

Alguns discentes chegaram a informar à professora que teriam aulas de outras matérias nesse mesmo horário, não sendo possível comparecer. Conversando com ela, pensamos ser interessante uma dinâmica em que, após ambas as intervenções a respeito da ética em pesquisas com seres humanos e demais animais, os alunos que estiveram presentes contassem aos ausentes o que foi discutido no encontro, compartilhando impressões e confrontando a ética nos dois tipos de pesquisa. Infelizmente, porém, nenhum discente compareceu à aula.

No dia seguinte, durante o horário da própria disciplina, ocorreu a aula voltada aos testes em animais, tendo como convidado um membro do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), órgão integrante do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações:

Dentre as suas competências destacam-se a formulação de normas relativas à utilização humanitária de animais com finalidade de ensino e pesquisa científica, bem como estabelecer procedimentos para instalação e funcionamento de centros de criação, de biotérios e de laboratórios de

experimentação animal. O Conselho é responsável também pelo credenciamento das instituições que desenvolvam atividades nesta área, além de administrar o cadastro de protocolos experimentais ou pedagógicos aplicáveis aos procedimentos de ensino e projetos de pesquisa científica realizados ou em andamento no País.⁴⁶

Para essa participação, ao convidar o especialista, esclareci que, por se tratar de uma turma dos cursos de Química da universidade, seu contato com disciplinas da área biológica é limitado. Com a exceção de uma aluna (*Maria Eduarda I*), esta que já tinha familiaridade com determinados métodos de pesquisa ligados à experimentação animal, o restante da turma poderia ser considerado leigo quanto à temática. A partir desse perfil, o professor convidado considerou que seria interessante trazer uma abordagem menos técnica, decisão que se fez propícia também pelo fato de os discentes não terem participado da intervenção anterior quanto aos critérios éticos em pesquisas com seres humanos.

Durante a aula, o convidado apresentou, de forma descontraída e mais informal, um caso sobre suas trajetórias/experiências com o tema, o que trouxe uma nova perspectiva. Como biólogo, seu contato com a experimentação animal se deu já no início do curso de graduação, em meados da década de 1990. Vegetariano por questões éticas, ele contou ter entrado no curso com essa moralidade. Diferentemente de como ocorre na Química e atualmente, o uso de animais costumava ser mais frequente, sendo os alunos direcionados para práticas com indivíduos saudáveis com fins em adquirir conhecimentos científicos por meio de observações ou práticas, por exemplo voltados à área de anatomia e fisiologia.

Ele contou que seu primeiro contato foi na disciplina de Biologia Celular, ocasião em que foi injetada tinta nanquim em ratos, seguida da eutanásia e esfregaço com células hepáticas para observar o processo de fagocitose do pigmento. Ele não participou da prática, pois acreditava que violava seus preceitos éticos. Ademais, observou frustração em seus colegas, visto também que o processo poderia ter sido feito de outra forma, como através de slides. O segundo momento foi em Fisiologia, cuja aula envolvia a observação da contração muscular pelo uso de eletricidade, e a decapitação de um sapo para que se visse o movimento involuntário da musculatura ao se destruir a medula. Mais uma vez, ele se recusou a participar, tendo observado a sensação de desconforto nos colegas. Uma terceira ocasião envolveu a fisiologia cardiorrespiratória, havendo uma aula prática após teoria expositiva para visualizar os efeitos da administração de substâncias como noradrenalina, acetilcolina e adrenalina. Para tanto, seria utilizado um cachorro vivo, cujo tórax seria aberto para a

⁴⁶ Informação disponível na página do CONCEA através de <https://www.gov.br/mcti/pt-br/composicao/conselhos/concea>. Acesso em abril de 2023.

visualização do sistema do coração e pulmão, observando as respostas após injeção dos compostos.

O palestrante expressou sua opinião sobre a não necessidade dessas práticas, além de analisar que vivemos em uma sociedade especista eletiva. Através dessa ótica, ratos e sapos são animais socialmente estigmatizados, que não apenas não geram afeto ou compaixão, mas são indesejáveis, o que torna seu extermínio aceitável e flexibiliza nossa moral quanto à situação. No caso do cachorro, porém, entramos na esfera afetiva quanto a um animal bem querido socialmente. Por exemplo, nos chocamos e nos indignamos com imagens de gatos e cachorros utilizados para consumo, uma vez que os temos como animais de companhia e estimação. Ele também falou sobre um “currículo oculto”, de uma formação antropocêntrica em que os fins se tornam aceitáveis e legítimos desde que haja uma justificativa científica. No currículo oculto, há um conjunto de conhecimentos que estão além do tácito/objetivo, subliminarmente ensinando uma postura, uma forma de entender a relação da ciência com os animais, que deixam de ser indivíduos e viram instrumentos.

A partir de uma esfera de prévio descontentamento com as práticas, houve um questionamento geral por parte da turma do palestrante sobre a real necessidade da prática com o cachorro e se existiria alguma alternativa. O professor, por uma perspectiva mais tecnicista, a considerava importante para a formação dos discentes, dizendo que, se eles quisessem ser bons cientistas, seria necessário entrar no laboratório com o “lado racional”, pendurando do lado de fora o “lado emocional”. Segundo o docente, a ciência é um empreendimento exclusivamente racional, devendo os fatos serem processados de forma lógica e voltada ao conhecimento científico. Ainda assim, tendo permitido que aquela fosse uma prática opcional, a maior parte da turma escolheu não participar.

Após esforços do palestrante e de seus colegas de turma, cujos detalhes não cabe explorar aqui, as chefias do Departamento de Biologia, o Centro Acadêmico e demais estudantes discutiram a realidade das práticas na instituição e fizeram uma revisão. Como um todo, eles entenderam que a perspectiva de animais como patrimônio, objeto e estoque produzido em biotério traria uma dessensibilização para a formação dos graduandos, cujo desconforto diminuiu à medida que o curso avança. Além do que foi observado nos discentes, o especialista notou o sentimento de insatisfação com a atitude de indiferença nas aulas com animais também por parte do corpo docente. A partir daquele ano, esse tipo de prática deixou de acontecer, levando a ética para a universidade como um todo.

Ao final do caso, ele explicou que muitos experimentos com animais, tanto com finalidades didáticas quanto com finalidades de pesquisa, são conduzidos de forma isolada às

considerações éticas. Mesmo no século XXI, ainda cultivamos na ciência uma perspectiva de animal como recurso, objeto, e não como sujeito. Esse conceito é questionável não apenas pelo ponto de vista filosófico, mas também de dentro da ciência, conseguindo, especialmente pelos estudos do comportamento animal e etologia, concluir a senciência dos animais. Ele complementou a fala dizendo que a ciência chega a fatos científicos em seu tempo, porém aqueles que são tutores de animais sabem que eles não são objetos, mas têm sentimentos, individualidades, consciência da sua existência e deles próprios. O que antes era um abismo, hoje entendemos que o que nos separa dos demais animais é uma linha tênue, nos colocando em situações de dilemas.

Na química, são muitos os testes de avaliação do potencial de toxicidade para o meio ambiente e animais, o que envolve diversos procedimentos que provocam quadros de intoxicação e de lesões graves. Produtos químicos são administrados tanto topicamente quanto sistemicamente, sendo avaliado seu grau de letalidade, corrosividade e irritabilidade. Inúmeras espécies de animais são submetidas: além de roedores (que representam cerca de 90% das populações), também são utilizados outros mamíferos, como primatas e lagomorfos. Apesar de terem sido relatados casos da década de 1990, no cenário de ensino atual, estudantes de agronomia, zootecnia, medicina veterinária, medicina, ciências biológicas e da área de saúde em geral ainda fazem experimentos invasivos que envolvem diferentes graus de sofrimento e morte de animais saudáveis. Essa não é uma página virada, mas um tema em discussão.

Há o desenvolvimento, aos poucos (desde o início do século, no caso do Brasil), de uma cultura de métodos alternativos ao uso de animais que se baseiam em aplicar os princípios de substituição, redução e refinamento (os chamados 3 Rs: *replacement, reduction, refinement*). O paradigma de investigação científica vem sendo readequado, visto que já não se fazem testes em animais sem que se passe por procedimentos rigorosos de ética, embora não se igualem aos padrões estipulados às pesquisas com seres humanos.

Ao final da palestra, a professora informou que a cadeira de Bioquímica trabalha e dialoga com várias temáticas, o que perpassa os animais (embora as práticas *per se* não se encontrem no plano de ensino). Em outros contextos, porém, ela adota tais experimentações, dizendo serem necessárias para alguns modelos biológicos com os quais trabalha, já que não seria possível reproduzi-los de outra forma. Sem a participação dos animais de experimentação, os pesquisadores acabam perdendo a capacidade de investigação de certas temáticas. Como farmacêutica, ela confessa que faltam novos métodos para que seja possível executar todos os processos sem o uso de animais.

O professor convidado seguiu o diálogo trazendo a necessidade de se romper com a ideia de que pesquisadores envolvidos em experimentos com animais são insensíveis ou não se importam. O crescimento da noção dos impactos dos procedimentos nos animais e a tentativa de reduzir seu sofrimento (princípio do refinamento) é uma realidade global. Ao contrário do contexto nacional, em que há poucos debates técnicos quanto a novos instrumentos e abordagens nos vários campos, o cenário internacional se volta para as novas tecnologias e abordagens, havendo investimento e disposição dos órgãos e pesquisadores para uma renovação. Denominada de Lei Arouca, a regulamentação brasileira para práticas e pesquisas em animais ainda é recente, datando de 2008. Apesar do grande passo, ainda é trabalhoso conseguir regular/implementar comitês de ética e biotérios, resultado do enroscado de uma cultura que sempre foi negligente quanto ao bem-estar e uso de animais.

Há pesquisadores renomados, especialistas nesses métodos, que já compreendem processos de avaliação de risco tóxico e ação farmacológica fora da experimentação, utilizando instrumentos com vantagens como serem mais espécie-específicos (por não haver barreira biológica ao cruzar os dados de uma espécie para outra). Nesses métodos, os dados encontrados estão mais afinados à realidade biológica/fisiológica humana, gerando informações mais precisas e confiáveis, o que também gera vantagens econômicas. Segundo o palestrante, o custo da modelagem animal (o que inclui manter biotérios, seus recursos, pessoal, energia e matrizes) se torna um elefante branco à medida que consome grandes quantias de recursos financeiros e tempo (há ensaios que podem levar 3-4 anos, por exemplo). É fato que os modelos animais têm sua importância, mas que também, muito frequentemente, não encontram resposta na realidade biológica humana, sendo um gargalo da pesquisa biomédica. Por exemplo, pode haver êxito com algumas substâncias pra tratar determinadas doenças no modelo animal, mas, ao chegar na fase clínica, muitos dados são perdidos ao não serem encontradas correspondências/correlações.

Durante a aula, apenas dois alunos pareceram se dispersar, enquanto os demais estiveram atentos e interessados no que o profissional tinha a dizer. Como o próximo dia seria de avaliação, a professora precisou utilizar o restante da aula para revisar a matéria, não sendo possível criar uma roda de conversa e troca de experiência e impressões. Antes de seguirmos, porém, *Maria Eduarda I* compartilhou o relato de algumas experiências que presenciou na Fiocruz. No diálogo que se sucede, podemos ver algumas faces da experimentação animal no que diz respeito a quem realiza o manejo. A aluna explica que, embora não se sensibilizasse com o fato do uso dos animais em si, presenciar sofrimento “desnecessário” a eles a incomodava:

Maria Eduarda I - Quando eu tava na escola, uma época eu fiquei na Fiocruz [...] e aí eu lembro que eu ficava um pouco chocada, porque eles matavam ratos lá de uma forma tão assim... e eu ficava olhando eu ficava “nossa”.

Professora - Mas é exatamente aquilo que ele falou. Você não pode, eu não posso ficar, quem cuida dos animais, quando a gente trabalha com experimentação animal, quem cuida, quem higieniza os animais, cuida deles, não faz o experimento, ok? As pessoas cuidam, então a gente tem as pessoas que cuidam. E as pessoas que fazem os experimentos têm que ser, as pessoas elas vão chegar e vão encerrar aquele experimento, certo, exatamente sem ficar, porque senão você não vai conseguir fazer a tarefa.

Maria Eduarda I - Ah, se você ficar, se você ficar pensando muito nisso, acho que você não vai conseguir fazer...

Professora, concomitantemente - Você não vai conseguir fazer a tarefa. Você não vai conseguir fazer a tarefa.

Maria Eduarda I - É que eu acho que eu achava, eu ficava um pouco abismada não é nem esse o fato, talvez seja até um pouco insensível da minha parte, mas eu acho que era o fato de, tinha uma senhora lá, que ela já tava há muitos anos lá, e ela assim, ela tremia muito, e ela matava o rato, ela enfiava [inaudível], acho que não sei...

Professora - Não, a gente já faz a anestesia, faz a anestesia...

Maria Eduarda I - Nossa, e ela, ela muitas vezes ela enfiava direto e saía no olho do rato, e eu, e aquilo me desesperava, porque eu ficava olhando, eu falava “moça, que que você tá trabalhando ainda aqui?”. Então, isso me desesperava, sabe, porque as outras eram tão, diretas, sabe, “vou fazer isso”, pá, fazia.

Professora - Então, mas isso é uma coisa também que a gente sempre se preocupa, a questão do treinamento, porque quando você trabalha com o animal, você, você tem que fazer, você tem que realmente ser uma pessoa realmente treinada pra não gerar sofrimento naquele animal, certo? Então, ou seja, você não fica experimen..., você não fica “ah, eu acho que vou fazer assim agora”, não...

Maria Eduarda I, concomitantemente - Você tem que saber o que você tá fazendo, né.

Professora, concomitantemente - ...é o procedimento pra pegar, fazer e encerrar de uma forma bem objetiva. Mas eu sei que é um caminho ainda... sofrido. É um caminho sofrido.

Ainda a respeito da temática da experimentação animal, a professora aproveitou o texto inserido em uma das avaliações da disciplina, de título “Menos é mais: Dietas ricas em proteína favorecem envelhecimento e aparecimento de doenças” (SOARES, 2019), para ir além do tema das proteínas:

Nos estudos mostrados no texto Menos é mais, a repórter relata o uso de *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) como método substitutivo ao uso de animais em pesquisas. E para isso, os autores justificam. Retire do texto justificativas que reforçam, cientificamente, como ou por que alguns métodos substitutivos ao uso de animais podem ser aplicados em pesquisas. Não deixe de manifestar suas impressões sobre a questão da experimentação animal e uso de métodos alternativos.

As respostas se basearam principalmente no que seria um sofrimento “desnecessário”. Para a maior parte da turma, não é necessário realizar testes em animais no caso de haver alternativas a esse uso (para uma das duplas, se adiciona o critério financeiro, logo deve-se dar preferência à opção de menor custo). Não havendo métodos substitutivos, porém, os ensaios são justificados:

*No texto, a autora justifica o uso do verme *C. elegans* na pesquisa como um método substitutivo ao uso de animais, já que apesar de muitas diferenças com os seres humanos, as vias metabólicas são semelhantes. Esse tipo de método é uma excelente substituição ao uso de animais, já que evita que os animais sofram desnecessariamente em pesquisas que podem ser realizadas por outros métodos. (Fala das alunas Winter e Geovana)*

[...] faz sentido que haja um esforço científico para propor alternativas ao uso de animais em pesquisas, a fim e preservar a vida animal e humanizar as pesquisas científicas. (Fala das alunas Fernanda e Thais)

[...] Como foi provado que os testes nesse verme é eficiente poderiam diminuir o uso de animais em laboratórios mesmo que em alguns experimentos, ainda não é possível retirar totalmente o uso dos mesmos para fins científicos. (Fala das alunas Maria Eduarda II e Mariana)

[...] Quando são encontrados métodos onde obtemos os mesmos resultados de testes realizados em animais, onde seu custo não é elevado, não tem viabilidade em utilizar animais para sua realização. (Fala dos alunos Dani e Mel Chaves)

*A necessidade da substituição do uso de animais em pesquisas é, a princípio, uma questão ética, e parte do pressuposto de se dar o devido respeito a estes seres, e o verme citado pelo texto pode auxiliar em diversas pesquisas por possuir sistemas de órgãos iguais aos de outros animais. Poderíamos argumentar que a experimentação animal já foi necessária para o progresso científico, ou em alguns casos ainda é quando não há outros meios, porém considerando muitas práticas já realizadas **como a do cão resgatado no laboratório**, consideramos os métodos alternativos como importante passo na luta pelos direitos dos animais, e esperamos o desenvolvimento de alternativas mais éticas e que possibilitem o avanço científico. (Fala dos alunos Van Hohenheim, Clara e Gabi, grifo nosso)*

A última resposta, dada por *Van Hohenheim, Clara e Gabi*, se destacou por trazer as vertentes da ética e dos direitos dos animais. Ainda assim, eles concordam com os demais alunos sobre a necessidade das práticas no caso da falta de alternativas, embora tal concordância nos pareça ser limitada (o que pode ser notado ao mencionarem parte do caso contado pelo palestrante a respeito da aula prática utilizando um cachorro). O avanço científico, assim, se sobrepõe ao bem-estar dos animais não-humanos.

Como forma de finalizar o semestre, o último momento da disciplina foi dedicado ao questionário final da pesquisa, o que aconteceu logo após a avaliação, ainda com as duplas e trios formados. Perguntados sobre se a interdisciplinaridade havia sido abordada durante o semestre, todos responderam positivamente, sendo as justificativas: relatos, experiências, palestras e relação entre química, biologia, medicina e nutrição. Por serem respostas curtas em sua maioria, compreender o que os discentes entendem por interdisciplinaridade, conceito comumente confundido, se torna dificultoso.

Ainda que, nessa altura, o questionário não tenha feito relação com os animais, o aluno *Dani* foi o único a trazer esse tema como exemplo para justificar sua resposta. Por outro lado, *Maria Eduarda I* deixa claro que o motivo pelo qual acredita que a interdisciplinaridade tenha estado presente na disciplina não perpassou a pesquisa:

Sim. Houve interdisciplinaridade em diversas áreas: Biológica, Química e Nutrição. São temas que se misturam muito. (Fala da aluna Clara)

Sim, como os conteúdos se ligaram um ao outro. (Fala da aluna Maria Eduarda II)

Sim. A abordagem ocorreu de diferentes formas sendo elas durante a aula falando sobre aplicações de bioquímica em sistemas animais e as vezes de plantas. Além disso também houveram aulas mais diretamente relacionadas com a abordagem animal, como a palestra com o professor de biologia da outra instituição. (Fala do aluno Dani)

Sim. Foram abordados processos físico químicos, por exemplo Energia de Gibbs. (Fala da aluna Maria Eduarda I)

As perguntas seguintes, já trazendo a inserção da temática animal a frente, levantou discordância entre os discentes. Perguntados se o tema foi adequado à contextualização dos conteúdos, duas alunas responderam negativamente, tendo apenas uma delas justificado.

Não, já que nessas aulas em específico não abordamos os assuntos diretamente. (Fala da aluna Maria Eduarda I)

Por outro lado, o restante dos alunos informou haver relação entre a temática animal e o estudo do metabolismo de ingestão de nutrientes, a experimentação em pesquisa, por exemplo. Foi interessante notar a fala da aluna *Clara*, que coloca as inserções como pertinentes para sua formação profissional como um todo, e do discente *Dani* ao compartilhar que a abordagem auxiliou no entendimento da disciplina:

*Apesar de não trabalharmos diretamente c/ testagem em animais, eu achei o tema interessante pois **como químicos teremos noção que ao que produzirmos poderá ser trabalhado em animais** quando for para os testes biológicos. Isso me motiva a ter ainda mais cuidados e pensar que deverá ser abordado apesar de não trabalharmos. (Fala da aluna Clara, grifo nosso)*

Sim. Nessa disciplina, a abordagem do conteúdo teórico em associação com a temática animal ajudou a tornar o conteúdo mais “real” diminuindo assim a dificuldade no aprendizado. (Fala do aluno Dani, grifo nosso)

*Em muitos conteúdos houve relação direta à temática animal, **ainda que não necessariamente na questão ética.** (Fala do aluno Van Hohenheim, grifo nosso)*

*Considerarei o tema adequado à contextualização dos conteúdos já que o uso de animais em pesquisas **é algo diretamente ligado ao estudo da bioquímica.** (Fala da aluna Winter, grifo nosso)*

Quanto à interferência da abordagem do aprendizado da matéria, quatro alunos responderam negativamente, embora dois não tenham justificado. Quando às explicações dadas, as duas se referiram às inserções de forma neutra, ou seja, não houve diferença no entendimento da disciplina:

Não, a absorção e entendimento da matéria foi o mesmo. (Fala da aluna Mel Chaves, que esteve ausente na aula sobre experimentação animal)

Não, pois já sabia do uso de animais em laboratórios para coleta de dados em pesquisas. (Fala do aluno Arion)

Já os demais discentes justificaram suas respostas dizendo terem sido inserções interessantes (não necessariamente ligadas à formação profissional, mas como indivíduos), que aproximaram os conteúdos teóricos à realidade, aumentaram a atratividade da cadeira, trouxeram um olhar outro para os animais e auxiliaram em pesquisas em contextos fora da disciplina:

Foi interessante aprender sobre a substituição das proteínas da carne, diversidade de alimentos. (Fala da aluna Mariana)

*Sim, pois **quando relacionados com proteínas foi aprendido que não precisa só o consumo de carnes animais.** (Fala da aluna Maria Eduarda II, grifo nosso)*

Interferiu de forma positiva, os exemplos utilizados pela professora de animais ao falar de conteúdos abstratos que através desses e de outros

exemplos se tornaram muito mais próximos da realidade. (Fala do aluno Van Hohenheim, grifo nosso)

Sim. Essa temática trouxe mais interesse ao conteúdo, além de algumas palestras estavam relacionadas com os conteúdos que estavam sendo estudados. (Fala da aluna Geovana, grifo nosso)

Essa forma de abordagem interferiu no meu aprendizado já que tornou os conteúdos mais interessantes de serem estudados e ajudou a levar isso para o dia-a-dia. (Fala da aluna Winter, grifo nosso)

Sim, nos fez correlacionar os assuntos e ao mesmo tempo nos faz refletir como as pesquisas da área foram e são comprometedores da vida dos animais. (Fala da aluna Gabi)

Sim. O conteúdo, em alguns pontos, tornou-se mais fácil de entender tendo uma contextualização maior. (Fala do aluno Dani, grifo nosso)

Foi interessante como a maneira dada foi importante ao desenvolvimento pessoal, pois me aprimorou para, por exemplo, minha IC cujo tema foi voltado para o leite. (Fala do aluno Peter Parker)

Por fim, a última pergunta indaga sobre a possível interferência da inserção não mais enquanto discentes, mas indivíduos. Com exceção ao aluno *Arion*, o restante da turma respondeu de forma positiva. Na justificativa desse discente, ele traz novamente uma opinião de destoa das dos demais colegas, que é a de adotar alternativas à experimentação animal apenas caso elas sejam menos custosas financeiramente, criticando o especismo eletivo (embora nos pareça que a crítica não é voltada ao especismo em si):

Não muito, mas seria interessante em usar seres vivos mais “baratos” como substitutos na tentativa de conseguir os mesmos resultados. Enfim os casos em que acontece polêmicas com relação a uso de animais em sua maioria só acontece com animais considerados fofinhos ou animais usados como pets, em resumo animais que costumam ser humanizados em geral. (Fala do aluno Arion)

As demais respostas se voltaram a questões éticas, relacionadas à compaixão e abertura a novas perspectivas, sejam elas a respeito da experimentação animal ou alimentação. Ainda assim, como observado na avaliação da disciplina, o imperante papel do avanço científico sobre o bem-estar animal se faz presente.

Sim, me fez refletir o quanto somos insensíveis para estudos em alguns animais (como sapos) e o quanto somos sensíveis a outros (como cães) sendo uma relação cruel devido esta seletividade de animal “mais fofo” como se a vida do outro animal não importasse. (Fala da aluna Gabi, grifo nosso)

A temática animal sempre me faz raciocinar com relação a ética, economia, saúde e seletividade [ilegível] aos animais. (Fala da aluna Mariana, grifo nosso)

Sim, a abordagem certamente criou questionamentos os quais não tinha me atentado antes, e sinto que fez com que eu pudesse olhar para os animais com mais empatia. (Fala do aluno Van Hohenheim, grifo nosso)

Para vida, vou levar esse conteúdo para outros. É importante termos essa sensibilidade. No entanto, é necessário lembrar que como cientistas nem sempre conseguiremos fugir dessa testagem. (Fala da aluna Clara, grifo nosso)

Sim. A temática me trouxe outra visão sobre o assunto e o maior interesse em entender o funcionamento das pesquisas, além de ter trazido maior empatia com o assunto. (Fala da aluna Geovana)

Interferiu sim, já que me ajudou a observar certos aspectos, como no uso da experimentação animal, [ilegível] ética e como é importante conhecer métodos alternativos para pesquisas. (Fala da aluna Winter, grifo nosso)

Me trouxe uma reflexão sobre o consumo de carne e minha vida. Sobre os problemas que podem causar, junto com seus derivados. (Fala da aluna Mel Chaves, grifo nosso)

Sim, ratificou ideias sobre o uso de animais em experimento, tanto positivas quanto negativas. (Fala da aluna Maria Eduarda I)

De forma geral, os resultados apresentados pelo questionário foram satisfatórios ao passo que a maior parte dos alunos informou ter se beneficiado das intervenções. Dentre os proveitos, podemos classificá-los pela vertente acadêmica/profissional e pessoal, se destacando o potencial em facilitar o entendimento da matéria e a apresentação de novas perspectivas na esfera tanto ética quanto moral.

6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Quanto aos professores de IES entrevistados, como foi possível notar, promovemos conversas entre as falas e teorias ligadas a diversos autores, ainda que estes possam divergir em certos momentos. Optamos por essa abordagem uma vez que cada professor pode se inclinar ou mesmo optar por vieses diferentes, tornando a discussão mais rica. Esse movimento não ocorreu com a mesma intensidade no capítulo seguinte, dado que investigamos e propusemos práticas de acordo com as linhas que consideramos mais compatíveis com as circunstâncias e nossas visões.

Em suma e quantitativamente, pudemos constatar que todos os professores consideram que a interdisciplinaridade seja importante para o aprendizado em sala de aula; a maior parte acredita ser mais fácil inserir a contextualização/interdisciplinaridade em suas disciplinas se comparado a demais cadeiras do curso; o número de docentes a conhecer estudos relacionados às suas áreas que façam referência aos animais foi 20 dentre os 23 respondentes; e, a respeito da possibilidade de atravessamento por questões referentes aos direitos animais, 13 responderam positivamente.

Em relação à interdisciplinaridade em sala de aula, nos chamaram à atenção determinadas práticas adotadas por professores, como pensar as abordagens a partir das experiências e interesses dos alunos. Sua importância foi relacionada à interligação entre conceitos ambientais/bioquímicos e conhecimentos que fazem parte de demais disciplinas presentes tanto no curso de Licenciatura em Química quanto fora dele; ao auxílio no processo de aprendizagem; ao possibilitar a resolução de problemas; ao atribuir novos olhares e tornar conceitos maçantes mais interessantes e dinâmicos aos alunos.

Também se destacou o pensamento de que as disciplinas aqui estudadas são inerentemente interdisciplinares, ou seja, demandam e instigam, por si só, tal postura. Em relação às disciplinas ambientais, a ideia apresentada pelos entrevistados nos remete à Morin (2017), Nicolescu (1999) e Klein (2004), que nos despertam a perspectiva de que estudar a natureza viva em sua riqueza necessita uma nova metodologia.

Ademais, a maior parte dos docentes considera ser mais fácil adotar uma postura interdisciplinar ou contextual em suas disciplinas em contraste às demais cadeiras do curso. Dentre os argumentos que mais nos chamaram a atenção estão suas fortes relações, por exemplo, com a Química Analítica Qualitativa, Toxicologia, Química Orgânica, Físico-Química e Química Geral. Em contrapartida, um dos professores pontuou que a Química

Ambiental é abrangente e demanda conhecimentos de diversas áreas, o que torna a inserção da interdisciplinaridade ou contextualização mais trabalhosa. Outro ponto dificultoso é a demanda por maior vivência dos professores em relação aos demais conteúdos.

A respeito das pesquisas nas áreas de estudo das disciplinas ofertadas pelos entrevistados, dentre os exemplos de temas a partir dos quais relataram terem relação com os animais em geral, estão: contextos que reconhecem tais animais como seres inseridos no meio ambiente, sendo tanto importantes para o seu equilíbrio quanto diretamente afetados pela ação antrópica nociva; impactos ambientais negativos relacionados à indústria da carne; intoxicação trófica, biomagnificação e bioacumulação por agrotóxicos, mercúrio e dioxinas; extinção de animais e seus impactos; alimentação e nutrição humana; e experimentação para fins educacionais.

Já no que concerne a questão animal, houve o entendimento de que a temática não apenas é passível de ser trabalhada em sala de aula, como já está presente. Dentre as possibilidades, se destacaram novamente a experimentação animal e o viés da problematização; a investigação de maus tratos; explorar a tendência de respeito e ética; desenvolvimento científico e produção de carne sintética; questões econômicas e sociais relacionadas à agropecuária; e a compreensão de que o ser humano também é um animal cuja importância ecológica e direitos não deve ser maior que dos demais seres, logo não deve subjugar-los ao seu bel-prazer.

As justificativas contrárias à inserção da temática se voltam para a escassa relação entre esta e o curso. Apesar do reconhecimento por parte de alguns docentes da possibilidade de sua inclusão nas disciplinas, muitos não consideraram pertinente trabalhá-la, bem como o assunto não foi trazido espontaneamente no questionário, mas sim apenas nos momentos em que lhes era perguntado diretamente. Rajesh foi o único professor que não apenas indicou já ter tratado o veganismo em sala de aula, mas nos explicou como teria sido tal experiência:

Normalmente estudamos o metabolismo animal com maior intensidade, porém sobre o direito dos animais normalmente não é falado. Já discutimos de forma secundária, dentro das discussões sobre dietas, aí falamos um pouco sobre veganismo. (Fala do professor Rajesh)

Entendemos, a partir das respostas, que a questão animal pode surgir espontaneamente (sem planejamento prévio) de acordo com o curso da aula. Ademais, é interessante notar que muitos dos exemplos apresentados se conectam e reconhecem a importância dos demais animais para um mundo ambientalmente equilibrado. De forma concordante, os estudos que

envolvem as disciplinas ambientais estão mais conectados ao cuidado em relação aos animais, ainda que possa haver interesse voltado para si, como é o caso da cadeia trófica e POPs. Por outro lado, os estudos relacionados às disciplinas biológicas estão, de certa forma, mais ligados à exploração, por exemplo em experimentos para fins educacionais.

Conjecturamos que, consenso entre os entrevistados, a sabida importância da interdisciplinaridade abre portas para a inclusão dos animais a fim de, como elencado, auxiliar na resolução de problemas, tornar a disciplina mais interessante e atraente, interligar os conhecimentos e contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Tal viés, em contrapartida ao local de silenciamento onde a temática se encontra, procurou ser observado no capítulo seguinte.

Como informado anteriormente, ainda que não tenha sido nosso objetivo julgar o caráter interdisciplinar ou contextual das práticas compartilhadas, notamos que parte das concepções confluem no sentido de pensá-los como ferramentas metodológicas voltadas à aprendizagem dos conceitos científicos, sinônimos e ligados principalmente ao cotidiano no sentido de exemplificações, podendo tornar os conceitos rasos, confusos e, assim, incompreendidos. Para a realização de uma análise voltada a essas percepções, seria necessário também compreender o local de onde os participantes falam, considerando fatores como sua formação inicial (o que amplia a discussão para a importância da formação complementar para professores do ensino superior, por exemplo).

Em complementação, consideramos importante lembrar que um projeto genuinamente interdisciplinar demanda fundamentos como clareza, coerência, detalhamento, intenção, dialética e parceria. Como Fazenda (2012, p. 87, grifos da autora) esclarece, “o projeto, a *intencionalidade*, o *rigor* características fundamentais de uma forma de pensar e de agir interdisciplinares, infelizmente em muitos casos, têm sido substituídas pela improvisação e pelo *non sense*”.

A partir dessas considerações, realizamos um movimento de retorno às nossas hipóteses iniciais provisórias, uma das etapas propostas por Bardin (2016) ao se realizar uma análise de conteúdo em busca de confirmar ou negar a validade de tais teorias:

- ✓ Os professores, em sua maior parte, ainda não haviam considerado a possibilidade de inserção da questão animal em suas disciplinas;
- ✓ Ainda que tal possibilidade tenha sido colocada pela pesquisa, predomina a ideia, ao menos a priori, de ela ser escassa ou nula;
- ✓ Os docentes concordam que, de forma geral, a contextualização e a interdisciplinaridade são recursos importantes para suas disciplinas.

A respeito das duas primeiras hipóteses, observamos que 13 dentre os 23 entrevistados (56,5%) informaram conceber a possibilidade de inserir o direito animal em suas disciplinas. Esse número, entretanto, foi limítrofe, sendo interessante notar que, quando perguntados sobre a existência de estudos que ao menos tangenciassem os animais, independentemente da perspectiva, foram 20 os professores que responderam positivamente. A partir da análise qualitativa, entendemos que apenas dois professores já tiveram tal experiência em sala, sendo que os 11 demais foram capazes de propor possibilidades. Não podemos afirmar, entretanto, que tais sugestões irão se manter no plano das ideias ou se algum docente considera trazê-las para sua prática.

Pelas informações analisadas, consideramos que a primeira hipótese não pode ser confirmada ou refutada. Isso porque apenas dois entrevistados, cujas respostas foram contabilizadas como negativas à possibilidade da inserção da questão animal, informaram ainda não terem feito essa consideração. As respostas positivas, por sua vez, não respondem à essa questão, uma vez que a reflexão sobre os exemplos pode ter ocorrido devido ao estímulo fornecido pela pesquisa. Ainda assim, a adesão e as diversas possibilidades trazidas superaram nossas expectativas e, por isso, percebemos que as respostas dos professores apontam no sentido de refutar a segunda hipótese. Por fim, a terceira hipótese foi confirmada, visto que todos os entrevistados reconhecem a importância da interdisciplinaridade e da contextualização como aliados ao processo de ensino-aprendizagem.

As discussões nos remeteram a outras hipóteses não perceptíveis na primeira leitura. Essa circunstância foi prevista por Bardin (2016), que nos lembra da característica de vaivém da análise de conteúdo entre teoria, técnica, hipóteses e métodos. Ademais, nossa realidade “constitui *um* ponto de vista, *uma* dimensão da análise, uma abordagem particular e muito restrita sobre um assunto muito limitado” (BARDIN, 2016, p. 80, grifos da autora). A análise possui uma infinidade de dimensões e técnicas possíveis, não sendo possível esgotar o discurso. O que trazemos, então, é uma possibilidade tecida, permitindo corroborar os pressupostos em causa.

Por meio das experiências de observação total e participante, que duraram o total de 6 semestres entre as disciplinas, podemos concluir termos alcançado o restante dos objetivos propostos:

- ✓ Investigar, na prática, possíveis formas de inserir assuntos sobre as relações humanas com os animais em disciplinas relacionadas à bioquímica e meio ambiente nos cursos de Química da UFJF;

- ✓ Aplicar, nas disciplinas acompanhadas, as propostas resultantes da investigação a fim de contribuir para ampliar a forma de ver, trabalhar e construir o conhecimento;
- ✓ Verificar as percepções dos alunos participantes dessas disciplinas quanto aos possíveis impactos da abordagem enquanto profissionais e cidadãos.

Dentre nossas considerações, é pertinente apontar a influência da pandemia na pesquisa, em particular na observação participante na disciplina de Química do Meio Ambiente. Como o professor optou por não promover aulas teóricas síncronas, o espaço para discussões diversas, trocas de ideias e dúvidas ficou restrito aos fóruns da plataforma, parcamente utilizados. Devido à essa dinâmica, a realização das intervenções acabou dependendo da leitura da apostila pela turma, algo que provavelmente foi feito de forma parcial por número considerável de estudantes. Dessa forma, é possível que boa parte do grupo não tenha, de fato, tido contato real com a pesquisa e seus objetivos.

Já durante a observação participante de forma presencial, as intervenções puderam ocorrer de forma mais “perceptível” à turma, já que se fez presente o fato de que havia, ali, uma pesquisa em andamento. Nessa ocasião, minha participação envolveu ministrar duas aulas, sendo uma delas um “fechamento” da disciplina, arguir as alunas quanto a apresentação dos seminários, participar da mesa redonda com uma apresentação e criar questões para as avaliações, além de demais participações pontuais. Principal material didático da disciplina, a apostila foi utilizada durante as 9 aulas expositivas, se encontrando nelas as inserções feitas no âmbito dessa pesquisa.

À medida que as participações iam ocorrendo, pudemos fazer uma série de constatações a respeito da natureza da pesquisa. Por exemplo, fica claro que a principal ambição desse trabalho não é romper com o antropocentrismo. Tal posição se deve a diversas causas, sendo a principal o contexto em que a pesquisa vem sendo feita. Ainda que a questão animal possa envolver o abolicionismo radical, acreditamos que o momento seja de maior pragmatismo, vistos os objetivos das disciplinas acompanhadas e o público com o qual nos comunicamos.

Já quanto aos *feedbacks* durante o caminhar do semestre, percebemos a importância em se trabalhar o assunto das queimadas criminosas, visto não ser de conhecimento geral. Além disso, vimos a aquisição de conhecimento à medida que os temas abordados nas intervenções foram mencionados em momentos posteriores. Dentre eles, as alunas aludiram as temáticas, por exemplo, das queimadas, pesca de arraste e utilização de água. A educação ambiental e a divulgação científica também foram trazidas como forma de conscientizar e minimizar os impactos antrópicos, uma vez que, a partir da informação, cada um será capaz

de tomar decisões conscientes de seus impactos. Ainda que o perfil da turma não seja de apenas licenciandas, elas demonstraram gostar das conversas, compreendendo que a educação ambiental não está presente apenas na sala de aula. Tais falas sugerem um efeito positivo das aulas, que não apenas expandiram o leque de assuntos trazidos, mas os trouxeram de forma crítica e aplicada à formação profissional.

Tratando, agora, da disciplina de Química Biológica, as propostas de intervenção foram três palestras com convidados externos, inserção em uma das avaliações da disciplina e participações pontuais, pensadas junto à professora para que não trouxesse prejuízos ao cronograma segundo o plano de ensino. Os primeiros convites foram feitos em busca de inserir a temática da ética nas pesquisas, o que envolve tanto seres humanos quanto demais animais. Quanto à temática da experimentação animal, foi convidado um membro do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal, que compartilhou experiências e percepções acerca do tema.

O retorno dado pelos alunos quanto ao uso de animais em experimentações indicou uma mudança positiva de percepção, incluindo reflexões nas vertentes da ética e dos direitos dos animais. Ainda assim, a turma em geral baseou seus argumentos no que seria um sofrimento “desnecessário”. Em outras palavras, não seria necessário realizar testes em animais no caso de haver alternativas a esse uso. Não havendo métodos substitutivos, porém, os ensaios são justificados, reforçando o papel do avanço científico ao se sobrepor ao bem-estar dos animais não-humanos.

Outro convite foi voltado a uma nutricionista cuja atuação clínica é aplicada principalmente ao público vegetariano. Dentre as nossas conclusões, reconhecemos que é necessário haver crítica quanto às informações trazidas a nós, especialmente no que tange as pesquisas da área de saúde. A nutricionista, por ser vegana, pode apresentar falas enviesadas, da mesma forma que um profissional que consome carne pode tender a trazer informações incompletas ou equivocadas quanto à alimentação vegetariana. A participação da professora, ainda que não tenha havido um diálogo entre as profissionais, foi importante ao diversificar as perspectivas sobre os temas apresentados, equilibrando o discurso.

Em relação às proteínas, tema de grande visibilidade ao se tratar da alimentação vegetariana, a professora da disciplina, em determinados momentos do semestre, esclarece que alimentos de origem animal possuem mais proteína que aqueles de origem vegetal. Ainda assim, os vegetais possuem todos os aminoácidos essenciais e, caso optemos por consumir apenas essas fontes, basta se alimentar de forma consciente. É importante notar que, tanto nessa quanto na disciplina de Química e Saúde, as professoras tiveram o cuidado de salientar

esse detalhe tão importante, embora o grupo dos vegetais continue sendo omitido ou deixado em segundo plano em alguns momentos.

De uma forma geral, ainda que se privilegie os alimentos animais ao se tratar de fontes proteicas, acreditamos que a ênfase dada às fontes vegetais durante a disciplina tenha sido satisfatória. Embora não possamos dizer que todos os mitos relacionados ao tema tenham sido quebrados, confiamos que as intervenções tenham trazido novas perspectivas e reforçado o aprendizado acerca da temática.

A respeito da interdisciplinaridade nas disciplinas, todos os discentes concordaram, fosse em Química do Meio Ambiente ou Química Biológica, sobre sua presença, podendo ter ocorrido em momentos pontuais até todas as aulas. As justificativas apresentadas abarcaram o uso de séries, notícias, filmes e músicas que relacionaram os impactos ambientais aos conteúdos da disciplina, bem como relatos, experiências, palestras e relações tecidas entre química, biologia, medicina e nutrição. Também foi trazido o caráter inerentemente englobante de ambas as disciplinas, tendo relação tanto com o cotidiano quanto com outras cadeiras de dentro ou fora do curso.

Já quanto a inserção da temática animal nas disciplinas, todas as discentes de Química do Meio Ambiente a consideraram adequada. A partir das falas, notamos o caráter de novidade do tema, embora todos tenhamos contato diário com seus impactos. Já quanto à disciplina de Química Biológica, a maior parte dos alunos informou haver relação entre a temática animal, o estudo do metabolismo de nutrientes ingeridos na alimentação e a experimentação em pesquisas, por exemplo. Foi interessante também notar falas que colocam as inserções como pertinentes para a formação profissional como um todo.

Quando perguntadas sobre os impactos dessa inserção no aprendizado dos conteúdos, as alunas de Química do Meio Ambiente mencionaram ter facilitado o entendimento, favorecendo o aprofundamento e contextualização dos temas e uma aprendizagem mais significativa. Na segunda disciplina, a maior parte dos discentes informou terem sido inserções interessantes, que aproximaram os conteúdos teóricos à realidade, aumentaram a atratividade da cadeira, trouxeram um olhar outro para os animais e auxiliaram em pesquisas em contextos fora da disciplina.

Já quanto ao questionamento sobre interferências na vida pessoal, mais uma vez, todas as alunas de Química do Meio Ambiente concordaram. Dentre as respostas, notamos pontos como a compreensão de novas relações com aspectos cotidianos e conhecimentos prévios, aprendizagem de novas informações e olhar crítico para ações individuais tomadas no dia a dia. A partir das falas e interações durante o semestre, pudemos notar a importância da

presença e participação do pesquisador em sala de aula. Diferentemente do Ensino Remoto Emergencial, tive a oportunidade de fazer ponderações sempre que relevante, evidenciando a complexidade e pertinência da questão animal no aprendizado da Química Ambiental. O perfil da turma também serviu de auxílio, havendo entrosamento entre as poucas discentes, o que enriqueceu as aulas com discussões sinceras e plurais. Todos esses fatores contribuíram para o que foi trazido no questionário, logo um interesse na temática apresentada, o que possibilitou seus impactos positivos.

Também consideramos que a confecção e divulgação da apostila pode ser um produto permanente e interessante no que diz respeito a temática animal. Conduzida de forma que se faça perceber o papel dos animais nas ações humanas, acreditamos que o entendimento ambiental e dos problemas da nossa época possam ser enriquecidos ao contemplar novas perspectivas.

Quanto à disciplina de Química Biológica, a maior parte das respostas foi positiva, se voltando a questões éticas, relacionadas à compaixão e abertura a novas perspectivas, sejam elas a respeito da experimentação animal ou alimentação. Ainda assim, como observado na avaliação da disciplina, o imperante papel do avanço científico sobre o bem-estar animal se faz presente.

De forma geral, os resultados apresentados pelo questionário foram satisfatórios ao passo que a maior parte dos alunos informou ter se beneficiado das intervenções. Dentre os proveitos, podemos classificá-los pela vertente acadêmica/profissional e pessoal, se destacando o potencial em facilitar o entendimento da matéria e a apresentação de novas perspectivas na esfera tanto ética quanto moral. Vemos, a partir desses resultados, a complexidade inerente à temática da questão animal, criando a demanda por uma abordagem interdisciplinar.

Em um movimento de retorno aos caminhos percorridos com vista a possibilidades futuras, nos chama à atenção o fato de termos nos deparado com ao menos quatro discentes vegetarianos, cujas opções se fizeram claras durante suas participações nas disciplinas. Tal fato levanta o questionamento de como eles se sentem e reagem ao, durante o curso, serem feitas menções aos animais ou mesmo quando, por falta de contato com o tema, são perdidas oportunidades de realizar conexões importantes com os assuntos estudados. Além de explorar essa possibilidade dentro do curso como um todo, seria interessante investigar se e como as intervenções podem ter afetado o relacionamento dos discentes com as disciplinas durante o restante do curso. Considerando também os benefícios apresentados por eles após as inserções

da temática animal, valeria avaliar se haverá repercussões nas práticas futuras dos docentes participantes, colocando a permanência de ao menos parte do que foi proposto.

Outro ponto a se considerar diz respeito às noções de contextualização e interdisciplinaridade apresentadas pelos docentes. Como trouxemos anteriormente, tais concepções são plurais e, por vezes, se confundem com demais conceitos. Nos atentando a essas diversas percepções, surge o questionamento de como elas impactam o ensino superior. Além disso, levando em conta o caráter de maior abertura das disciplinas envolvidas nessa pesquisa, podemos nos perguntar: como professores de disciplinas mais “duras” encaram essas práticas? A inserção de questões éticas e morais é possível também nesses contextos? E como a formação inicial desses profissionais impacta tais questões? Essas e demais indagações, bem como os resultados dessa pesquisa, aparentam sustentar a necessidade de promover um curso de formação continuada voltado às relações entre a sala de aula de Química e a questão animal.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Maria Aparecida de; CONRADO, Dália Melissa; OLIVEIRA, Rosiléia Almeida de. Relações CTSA na formação de licenciandos/as de pedagogia a partir de uma questão sociocientífica sobre desmatamento e seus impactos socioambientais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., Caldas Novas, 2021. **Anais** [...]. Caldas Novas, 2021.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. 279 p.
- BELL, Judith. **Projeto de pesquisa**: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais. Tradução: Magda França Lopes. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 224 p.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2021**: notas estatísticas. Brasília, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 16 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Resolução no 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 jun. 2012. Seção 1, p. 70.
- BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental**: caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- CINTRA, Elaine Pavini *et al.* A disciplina de química ambiental na transformação do ambiente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009, Fortaleza. **Resumos** [...]. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Química, 2009.
- CONTRERAS, Yair Alexander Porras. Representaciones sociales de la crisis ambiental en futuros profesores de química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 2, p. 431-449, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020010>.
- CORTES JUNIOR, Lailton Passos; FERNANDEZ, Carmen. A educação ambiental como componente curricular na formação inicial de professores de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais** [...]. Ouro Preto, 2014.
- CORTES JUNIOR, Lailton Passos; FERNANDEZ, Carmen. A educação ambiental na formação de professores de química: estudo diagnóstico de representações sociais. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 748-756, 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20160044>.

COSTA, Desirrèe Farias; VALLE, Mariana Guelero do. Uso de animais no ensino: um estudo de caso em cursos de ciências biológicas. [S.l.], v. 25, n. 1, p. 27-40, 2020. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p27>.

CRIST, Eileen; MORA, Camilo; ENGELMAN, Robert. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. **Science**, 356(6335), 260-264. (2017).<http://dx.doi.org/10.1126/science.aal2011>

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade-Transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas e as condições de produção. **Interdisciplinaridade**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 34-42, out. 2012a.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 18. ed. Campinas: Papyrus, 2012b. 143 p.

FERNANDES, Karine Gabrielle. **Diálogos a partir do Veganismo**: A questão animal e sua abordagem em documentos oficiais para a educação infantil. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

FERNANDES, Karine Gabrielle; FREITAS-REIS, Ivoni. A abertura disciplinar e um breve cotejo entre multi, pluri, inter e transpossibilidades. In: FERNANDES, Karine Gabrielle; PEREIRA, Kevin Lopes; FREITAS-REIS, Ivoni (orgs.). Aportes para a Abertura Disciplinar a partir da Inclusão, História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química. LF editorial: 1. ed., 2023. p. 1-20.

FERNANDES, Karine Gabrielle; MENDONÇA, Maria Fernanda Campos; MELO, Lilian Guiduci de. Percepções de Professores da Educação Básica Favoráveis à Carreira Docente. **Revista Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 15, n. 2, p. 496-519, maio/jun. 2020.

FIGUEIREDO, Marcia Camilo; RODRIGUES, Maria Aparecida; KOVALSKI, Mara Luciane. A temática ambiental no curso de licenciatura em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas, 2011. **Anais [...]**. Campinas, 2011.

FISCHER, Marta Luciane; FURLAN, Ana Laura Diniz. A representação do animal como recurso didático: etapa 2 do modelo de reconstrução educacional (MRE). **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 24, e35665, 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172022240108>.

FREITAS, Mirlaine R. *et al.* Em busca da conservação ambiental: a contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 988-993, 2010.

FURLAN, Ana Laura Diniz; FISCHER, Marta Luciane. Métodos alternativos ao uso de animais como recurso didático: um novo paradigma bioético para o ensino da zoologia. **Educ. rev.**, Belo Horizonte, v. 36, e230590, 2020. <https://dx.doi.org/10.1590/0102-4698230590>.

GAMA, Elton Junior Siqueira; FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco. Avaliando uma história em quadrinhos produzida para o ensino de química e educação ambiental. In:

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto, 2014.

GATTI, Isabela Marangon Christo. **Textos complementares em livros de química geral do ensino superior**: uma análise para a interdisciplinaridade. 2018. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GODFRAY, H. Charles J.; AVEYARD, Paul; GARNETT, Tara; HALL, Jim W.; KEY, Timothy J.; LORIMER, Jamie; PIERREHUMBERT, Ray T.; SCARBOROUGH, Peter; SPRINGMANN, Marco; JEBB, Susan A. Meat consumption, health, and the environment. **Science**, 361(6399). 2018 <http://dx.doi.org/10.1126/science.aam5324>

GOULSON, Dave *et al.* Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, [S.l.], v. 347, n. 6229, p. 1255957-1255957, mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1255957>.

GREIF, Sérgio; TRÉZ, Thales. **A verdadeira face da experimentação animal**: sua saúde em perigo. Rio de Janeiro: Sociedade Educacional Fala Bicho, 2000.

JAPIASSU, Hilton. **O sonho transdisciplinar**: e as razões da filosofia. Rio de Janeiro: Imago, 2006. 240 p.

JAPIASSU, Hilton. A questão da interdisciplinaridade, In: Seminário Internacional sobre Reestruturação Curricular, 1994. **Palestra...** Porto Alegre, 1994. Disponível em <<http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Forma%C3%A7%C3%A3o%20Continuada/Artigos%20Diversos/interdisciplinaridade-japiassu.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

JOY, Melanie. **Por que amamos cachorros, comemos porcos e vestimos vacas**: uma introdução ao carnismo: o sistema de crenças que nos faz comer alguns animais e outros não. Tradução de Mário Molina. São Paulo: Cultrix, 2014.

KLEIN, Julie Thompson. Interdisciplinarity and complexity: an evolving relationship. **E:co**, [S.l.], v. 6, n. 1-2, p. 2-10, 2004. Special Double Issue.

LEITE, Victor Ramon Mendonça; RITTER, Jaqueline. Quiz dos perfumes: uma abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) para o ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2016.

LOW, Philip *et al.* **Francis Crick Memorial Conference**. 2012. Disponível em: <http://fcmconference.org/#>. Acesso em: 5 nov. 2020.

LOW, Philip. “Não é mais possível dizer que não sabíamos”, diz Philip Low. [6 de maio, 2016]. [São Paulo]: **VEJA**. Entrevista concedida ao site da VEJA. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/nao-e-mais-possivel-dizer-que-nao-sabiamos-diz-philip-low/>. Acesso em: 5 nov. 2020.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

LUZ, Rodrigo *et al.* Professores de química em formação inicial: o que pensam e dizem sobre as relações entre meio ambiente, ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, p. 537-563, 2019. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2019u537563.

MAGALHÃES, Monah Marques *et al.* Concepções sobre a relação entre educação ambiental e formação profissional dos estudantes de química da UFG do campus de Goiânia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2010.

MARQUES, Carlos Alberto *et al.* A abordagem de questões ambientais: contribuições de formadores de professores de componentes curriculares da área de ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 600-606, 2013.

MARTINS, Giselle Alves *et al.* Indicadores de interdisciplinaridade em um grupo de estudos: uma reflexão ao Ensino de temas ambientais na formação inicial de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2017.

MORAND, Serge. New approach to health and the environment to avoid future pandemics: Commentary on Wiebers & Feigin on Covid Crisis. **Animal Sentience**, v. 30, n. 40, 2020. <https://doi.org/10.51291/2377-7478.1644>

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma: reformar o pensamento**. 23. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 128 p. Tradução de: Eloá Jacobina.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015. 120 p. Tradução de: Eliane Lisboa.

MULLER, Gilson Alexis; DURLI, Edneia; SCHNITZLER, Danielle Caroline. Características regionais e ambientais uma alternativa na abordagem interdisciplinar em um curso de licenciatura em química. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 34., 2011, Florianópolis. **Trabalhos [...]**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2011.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. 3. ed. São Paulo: Triom, 1999. 167 p. Tradução de: Lucia Pereira de Souza.

NOVIKOFF, Cristina; CAVALCANTI, Marcus Alexandre de Pádua. Redes de saberes: pensamento interdisciplinar. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, [S.l.], v. 17, n. 110, p. 42-51, jan./jun. 2016

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

OLIVEIRA, Jennifer S.; COSTA, Lorena, S. O.; ECHEVERRÍA, Agustina R. Educação ambiental e a formação de professores: um estudo da estruturação dos discursos ambientais

para o direcionamento da prática educativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, 2015.

OLIVEIRA, Icimone Braga; MATOS, Kedima F. O. Inserção da educação ambiental por alunos de licenciatura em química: uma análise na disciplina prática pedagógica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., 2014, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto, 2014.

OLIVEIRA, Wbiratan César Macedo de; AFONSO, Andreia Francisco. Química ambiental e educação. In: SOUSA, R. A.; FERNANDES, K. G. (org.). **Química Ambiental**. Juiz de Fora, 2023. p. 72-92.

PAIVA, Aline Cardoso de; ALFENAS, Rita de Cássia Gonçalves; BRESSAN, Josefina. Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 22, n. 1, p. 83-88, 2007.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, v. 360, n. 6392, p. 987-992, 2018.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.aag0216>

QUADROS, Ana Luiza de. Estratégias usadas por um professor de ensino superior: concepções de ambiente/meio ambiente. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2009.

REGAN, Tom. **Jaulas vazias: encarando o desafio dos direitos animais**. Tradução de: Regina Rueda. Porto Alegre: Lugano, 2006.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SANTOS, Isael A. *et al.* Rio Camandocaia como temática em educação ambiental. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos [...]**. Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2007.

SANTOS, Rafaela Souza; NASCIMENTO, Valquíria Rodrigues do; NUNES, Simara Maria Tavares. A química dos alimentos e aditivos: a cinética química ensinada sob a perspectiva do modelo CTS de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais [...]**. Salvador, 2012.

SCARPA, Fabiano; SOARES, Ana Paula. **Pegada ecológica: qual é a sua?** São José dos Campos: INPE, 2012. 24p. Disponível em: <https://issuu.com/magnostudio/docs/pegada-ecologica>. Acesso em: 1 jul. 2020.

SCHUCK, Cynthia; RIBEIRO, Raquel. **Comendo o Planeta: impactos ambientais da criação e consumo de animais**. 3. ed. São Paulo: Sociedade Vegetariana Brasileira, 2018.

SILVA, Airton Marques da. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, n. 731, p. 7-12, 2011.

SILVA, Elisângela O.; BRACARENSE, Ana Paula F. R. L. Phytic acid: from antinutritional to multiple protection factor of organic systems. **Journal of Food Science**, maio 2016. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13320>

SILVA, Rosana Louro Ferreira da; CAMPINA, Nilva Nunes. Concepções de educação ambiental na mídia e em práticas escolares: contribuições de uma tipologia. **Pesquisa em Educação Ambiental**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 29-46, 2011.

SINDIRAÇÕES. Boletim informativo do setor. 2022. Disponível em: https://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2022/05/boletim_informativo_do_setor_maio_2022_vs_final_port_sindiracoes.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

SLYWITCH, Eric. **Guia de Nutrição Vegana para Adultos da União Vegetariana Internacional** (IVU). Departamento de Medicina e Nutrição. 1. ed., IVU, 2022.

SOARES, Verônica. Menos é mais: dietas ricas em proteínas favorecem envelhecimento e aparecimento de doenças. **Minas Faz Ciência**, mar./abr./maio 2019, p. 39-41.

SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle (org.). **Química Ambiental**. Juiz de Fora, 2023. 92 p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12425.52320>.

SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle; MILANI, Jorge Luiz Sônego. Química das águas. *In*: SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle (org.). **Química Ambiental**. Juiz de Fora, 2023. p. 3-37.

SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle; MILANI, Jorge Luiz Sônego. Química atmosférica. *In*: SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle (org.). **Química Ambiental**. Juiz de Fora, 2023. p. 38-55.

SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle; MILANI, Jorge Luiz Sônego; FREITAS-REIS, Ivoni. Química dos solos e sedimentos. *In*: SOUSA, Rafael Arromba de; FERNANDES, Karine Gabrielle (org.). **Química Ambiental**. Juiz de Fora, 2023. p. 56-71.

SVB. **Pesquisa do IBOPE aponta crescimento histórico no número de vegetarianos no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SVB. **Brasileiros reduzem consumo de carne; estabelecimentos se adaptam, revela IPEC**. 2021. Disponível em: <https://www.svb.org.br/2648-brasileiros-reduzem-consumo-de-carne-estabelecimentos-se-adaptam-revela-nova-pesquisa-do-ipecc>. Acesso em: 16 ago. 2021.

TILMAN, David; CLARK, Michael. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, n. 515, v. 7528, p. 518-522, 2014. <http://dx.doi.org/10.1038/nature13959>

VAZ, Ednilson Luiz Silva. **Professores construindo uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências a partir das indicações da teoria do pensamento complexo de Edgar Morin**. 2015. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

VEGAN SOCIETY. **Definition of veganism**. 2023. Disponível em: <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>. Acesso em: 20 jun. 2023.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Dietary Guidelines for Americans**. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 2010. Disponível em: <https://health.gov/sites/default/files/2020-01/DietaryGuidelines2010.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2023.

WALLACE, Rob. **Pandemia e agronegócio**: Doenças infecciosas, capitalismo e ciência. Tradução de Allan Rodrigo de Campos Silva. Elefante, 2020.

WARTHA, Edson José; FALJONI-ALÁRIO, Adelaide. A contextualização do ensino de Química através do livro didático. **QNEsc**, São Paulo, n. 22, p. 43-44, nov. 2005.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **QNEsc**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.

APÊNDICE A – Questionário piloto

QUESTIONÁRIO PILOTO

Questionário ligado à pesquisa de doutorado "O atravessamento de aspectos nutricionais em conteúdos ambientais e bioquímicos no curso superior de química pelo viés da questão animal"⁴⁷ de responsabilidade da pesquisadora Karine Gabrielle Fernandes.

Que horas são?

Por favor, verifique o horário para que seja possível, ao final do questionário, estimar o tempo necessário para respondê-lo.

I. DADOS PESSOAIS

1) Nome: _____

2) Pseudônimo:

Nome pelo qual deseja ser dirigido em publicações relacionadas à pesquisa.

II. FORMAÇÃO ACADÊMICA

1) Curso(s) de graduação:

Licenciatura em Química

Bacharelado em Química

Outro: _____

2) Cursos de pós-graduação: _____

III. EXERCÍCIO PROFISSIONAL

1) Há quanto tempo exerce a docência? _____

2) Instituição de Ensino Superior onde atua:

Caso prefira, insira apenas a sigla da Instituição.

3) Disciplina ministrada:

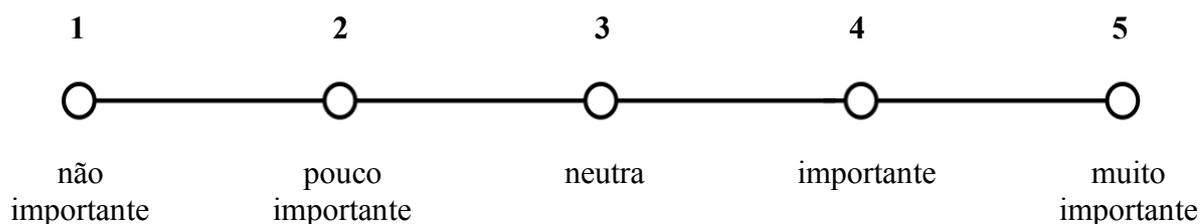
Nome da disciplina de interesse da pesquisa.

⁴⁷ A mudança no título da tese ocorreu em momento posterior.

4) Há quanto tempo é responsável por essa disciplina? _____

IV. PRÁTICA DOCENTE

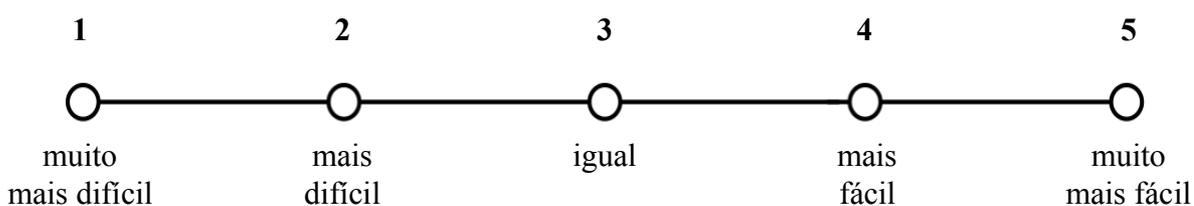
1) Em escala de importância e a partir de uma perspectiva geral, qual tipo de relação você observa entre a interdisciplinaridade e o aprendizado em sala de aula? Por quê?



2) A respeito da disciplina ministrada por você, existe planejamento da sua parte no sentido de trazer a contextualização para as aulas? Se não, por quê? Se sim, como é feito?

3) Em relação aos conteúdos que integram a disciplina, você enxerga a possibilidade de seu atravessamento por questões referentes aos direitos animais, seja através do âmbito alimentar, ambiental ou de outra vertente? Explique.

4) Traçando um paralelo com o que você conhece sobre as demais cadeiras ofertadas pelo curso de Química, como você percebe a aplicabilidade de um ensino contextual na disciplina que você ministra? Explique.



V. PILOTO

1) Quanto tempo você demorou para completar o questionário até aqui?

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 16 e 20 minutos
- Mais de 21 minutos

2) As instruções foram claras?

3) Alguma questão estava de difícil compreensão ou ambígua? Se sim, você pode dizer qual(is) e por quê?

4) Você teve objeção a responder alguma das perguntas?

5) Na sua opinião, algum tema importante foi omitido?

6) A apresentação do questionário foi clara/atrativa?

7) Algum comentário ou sugestão?

APÊNDICE B – E-mail enviado aos professores das instituições

Caro(a) professor(a),

Sou doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Química pela UFJF e tenho como linha de estudo a interdisciplinaridade, em conteúdos ambientais e alimentares ministrados aos cursos de Licenciatura em Química, pelo viés da questão animal.

Para alcançar o objetivo geral do projeto, o primeiro passo é realizar um levantamento com o auxílio de professores em busca de compreender se e como a questão animal pode ser trabalhada a partir de preceitos interdisciplinares.

Você foi escolhido(a) por ministrar a disciplina de [nome da disciplina], de interesse devido à aproximação entre a ementa e a temática da pesquisa.

Os resultados contribuirão com diversas reflexões a fim de valorizar um ensino atraente, efetivo e voltado para a formação docente.

Abaixo se encontra o link que leva a um **questionário** e o respectivo **Termo de Compromisso Livre e Esclarecido**. Gostaria, mui respeitosamente, de solicitar sua colaboração em respondê-los até o dia [dia e mês], uma vez que sua participação é fundamental para o êxito da pesquisa.

<https://forms.gle/FfeK4hzKNcoPMqL16>

Caso necessário, fico à disposição para demais esclarecimentos.

Agradeço de antemão por sua atenção.

Cordialmente,

Karine Gabrielle Fernandes

Orientadores: Ivoni de Freitas Reis e Rafael Arromba de Sousa

APÊNDICE C – Questionário aos professores das IES

QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES DE INSTITUIÇÕES MINEIRAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

Questionário ligado à pesquisa de doutorado "O atravessamento de aspectos nutricionais em conteúdos ambientais e bioquímicos no curso superior de química pelo viés da questão animal" de responsabilidade da pesquisadora Karine Gabrielle Fernandes.

I. DADOS PESSOAIS

1) Nome: _____

2) Pseudônimo:

Nome pelo qual deseja ser dirigido em publicações relacionadas à pesquisa.

3) Você possui restrições ou opta por algum tipo específico de alimentação? Se sim, qual?

II. FORMAÇÃO ACADÊMICA

1) Curso(s) de graduação:

Licenciatura em Química

Bacharelado em Química

Outro: _____

2) Cursos de pós-graduação:

Respectivas áreas do mestrado, doutorado, etc.

III. EXERCÍCIO PROFISSIONAL

1) Há quanto tempo exerce a docência? _____

2) Instituição de Ensino Superior onde atua:

Caso prefira, insira apenas a sigla da Instituição.

3) Disciplina ministrada:

Nome da disciplina de interesse da pesquisa.

APÊNDICE D – Termo de compromisso livre e esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaria de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa “O atravessamento de aspectos nutricionais em conteúdos ambientais e bioquímicos no curso superior de química pelo viés da questão animal”. O motivo que me leva a realizar esta pesquisa se dá uma vez que noto a necessidade analisar como a questão animal é ou pode ser apresentada em disciplinas relacionadas à alimentação e/ou ao meio ambiente por meio da interdisciplinaridade. Assim, nesta pesquisa pretendendo investigar e aplicar meios de inserção, embasados contextual e interdisciplinarmente aos saberes químicos, das vertentes nutricional e ambiental envolvidas com a questão animal na alimentação, em disciplinas dos cursos de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Caso concorde em participar, você deverá responder um breve questionário cuja finalidade é compreender como professores químicos de Instituições mineiras públicas de educação enxergam a contextualização e a interdisciplinaridade, o que inclui vertentes da questão animal, em suas disciplinas. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são mínimos, assim como os riscos existentes em atividades rotineiras como conversar, escrever, ler, desenhar, dentre outros. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, serão utilizados critérios de anonimato. A pesquisa pode contribuir com diversas reflexões a fim de valorizar um ensino atraente, efetivo e voltado para a formação docente.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se houver algum dano causado por atividades que ocorrerem nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você se interesse agora, poderá voltar atrás ou parar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e os fatos citados não trarão qualquer penalidade ou mudança na forma em que é atendido(a).

Seu nome não será divulgado; você não será identificado(a) em nenhuma publicação resultante e o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você poderá escolher o pseudônimo da sua preferência para ser tratado(a) nas publicações, podendo este ser um nome real ou fictício. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição durante e quando finalizada.

Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados comigo por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, avaliarei os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Tratarei a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Nome da Pesquisadora Responsável: Karine Gabrielle Fernandes
 Campus Universitário da UFJF/ Instituto de Ciências Exatas/ Departamento de Química
 Fone: (31) 9 8716-5271/ E-mail: karinegfe@gmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
 CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
 Campus Universitário da UFJF/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
 CEP: 36036-900 / Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

- Concordo
 Não concordo

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
 Campus Universitário da UFJF
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
 CEP: 36036-900 / Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

APÊNDICE E – E-mail enviado como lembrete

Caro(a) professor(a),

Envio esta mensagem como um lembrete, pois notei que sua resposta ao questionário ainda não foi enviada.

Gostaria de dizer que entendo que o(a) sr.(a/ta) tem estado atarefado(a) e espero que sua participação não lhe traga nenhum prejuízo.

Como informado no e-mail anterior, sua participação é de grande importância para o êxito da pesquisa. À vista disso, solicito respeitosamente sua colaboração.

O **questionário**, bem como o **Termo de Compromisso Livre e Esclarecido**, se encontra no seguinte link:

<https://forms.gle/FfeK4hzKNcoPMqL16>

Caso necessário, fico à disposição para demais esclarecimentos.

Agradeço de antemão por sua atenção.

Cordialmente,

Karine Gabrielle Fernandes

Orientadores: Ivoni de Freitas Reis e Rafael Arromba de Sousa

APÊNDICE F – E-mail de agradecimento

Caro(a) professor(a),

Gostaria de agradecer encarecidamente por sua participação.

Como informado, lembro que os resultados da pesquisa, em especial os decorrentes da sua colaboração, estarão à sua disposição durante e quando finalizada.

Com os melhores cumprimentos,

Karine Gabrielle Fernandes

APÊNDICE G – E-mail enviado aos participantes do piloto

Caro(a) professor(a),

Sou doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Química pela UFJF e tenho como linha de estudo a interdisciplinaridade, a partir de questões nutricionais em conteúdos ambientais e bioquímicos, em cursos de Licenciatura em Química pelo viés da questão animal.

Para alcançar o objetivo geral do projeto, o primeiro passo é realizar um levantamento com o auxílio de professores cujas disciplinas se relacionem à alimentação e/ou meio ambiente em busca de compreender se e como a questão animal pode ser trabalhada a partir de preceitos interdisciplinares.

Para tanto, deve ser realizada uma experiência-piloto antes da distribuição final do questionário.

Você foi escolhido(a) devido à sua relação com a disciplina [nome da disciplina], responsável pela semelhança do seu perfil em relação àquele que vai constituir a população do estudo.

Abaixo se encontra o link que leva ao **questionário piloto** e o respectivo **Termo de Compromisso Livre e Esclarecido**. Gostaria, mui respeitosamente, de solicitar sua colaboração em respondê-los até o dia [dia e mês], uma vez que sua participação é fundamental para o êxito da pesquisa.

<https://forms.gle/3Uc7RYBZS65pMbabA>

Caso necessário, fico à disposição para demais esclarecimentos.

Agradeço de antemão por sua atenção.

Cordialmente,

Karine Gabrielle Fernandes

Orientadores: Ivoni de Freitas Reis e Rafael Arromba de Sousa

APÊNDICE H – Questionário aos discentes

Questionário ligado à pesquisa de doutorado "A interdisciplinaridade no curso superior de química: possibilidades e atravessamentos tecidos pelo viés da questão animal" de responsabilidade da pesquisadora Karine Fernandes. Disciplina em curso: -

I. DADOS PESSOAIS

1) Nome: _____

2) Pseudônimo (se lembrar): _____

II. ACADÊMICO

1) Graduação em curso:

Licenciatura em Química

Bacharelado em Química

2) Período atual (aproximado): _____

III. SALA DE AULA

1) Em relação a esta disciplina, a interdisciplinaridade foi abordada de alguma forma durante o semestre? Se não, explique. Se sim, como isso ocorreu?

2) Em relação à inserção da temática animal, responda:

a) Você considera que o tema tenha sido adequado à contextualização dos conteúdos? Explique.

b) Essa forma de abordagem interferiu, de alguma maneira, no seu aprendizado quanto aos conteúdos? Explique.

c) Estendendo a pergunta para além da sala de aula, a forma de abordagem interferiu, de alguma forma, na sua vida? Explique.

Em suas concepções e ações enquanto pessoa e cidadão(ã), por exemplo.

ANEXO A - Plano de ensino da disciplina química e saúde

Disciplina	Química e Saúde	Créditos	4
Departamento	Departamento de Química		
Ementa	A química de alimentos. A química dos remédios, fármacos e medicamentos.		
Conteúdo	A química de alimentos: conceito, composição dos alimentos, aditivos. A química dos fármacos e medicamentos: histórico, principais classes terapêuticas, origem (natural, sintético), aspectos gerais da ação dos fármacos, planejamento fármacos.		
Bibliografia	Ribeiro, E. P.; Seravalli, E. E. G. Química de Alimentos. 2a Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2007. 196 págs. (ISBN: 8521203667). Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4a Edição. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010. 900 págs. (ISBN: 8536322489) Barreiro, E. B., Fraga, C. A. M. Química Medicinal - As bases moleculares da ação dos fármacos. 2a Edição. Porto Alegre: Editora Artmed, 2001. 536 págs. (ISBN: 9788536316017)		
Bibliografia complementar	Bobbio, F. O.; Bobbio, P.A. Introdução à Química de Alimentos. 3a Edição. São Paulo: Varela, 2003. 238 págs. (ISBN: 8585519029) Araújo, J. M. A. Química de Alimentos, 4a Edição. Viçosa: Editora UFV, 2008. 596 págs. (ISBN: 9788572693516)		

Fonte: Departamento de Química/UFJF.

ANEXO B - Plano de ensino da disciplina química biológica

Disciplina	Química Biológica	Créditos	4
Departamento	Departamento de Bioquímica		
Ementa	Esta disciplina visa o estudo da composição química e função das substâncias fundamentais da matéria viva, mecanismos de ações de enzimas, além do estudo das reações de oxirredução e das várias etapas do metabolismo celular.		
Conteúdo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estrutura e função de carboidratos 2. Estrutura e função de lipídeos 3. Estrutura e função de aminoácidos, peptídeos e proteínas 4. Enzimas 5. Oxidações biológicas e bioenergética 6. Metabolismo de Carboidratos 7. Metabolismo de Lipídeos 8. Metabolismo de Aminoácidos 9. Integração Metabólica 		
Bibliografia	<p>CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. Bioquímica. 3ª ed. São Paulo: Thomson, 2006.</p> <p>LESTER, A. Lehninger Princípios de Bioquímica. 4ª ed. São Paulo: Sarvier, 2006.</p> <p>MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. Bioquímica Básica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.</p>		
Bibliografia complementar	<p>CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica Ilustrada. 3ª ed. Porto Alegre. Artmed, 2007.</p> <p>PRATT, C. W.; CORNELLY, K. Bioquímica Essencial. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.</p> <p>VOET, D.; VOET, J. G. Bioquímica 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.</p>		

Fonte: Departamento de Química/UFJF.

ANEXO C - Plano de ensino da disciplina química do meio ambiente

(continua)

Disciplina	Química do Meio Ambiente	Créditos	2
Departamento	Departamento de Química		
Ementa	Meio Ambiente e noções de Gestão Ambiental. Química da atmosfera, hidrosfera e litosfera: composição, contaminação e poluição. Energia: uso e consequências ambientais. Educação Ambiental e Química verde.		
Conteúdo	<p>Meio Ambiente: Conceito, noções de Gestão Ambiental, compartimentos ambientais, questões ambientais.</p> <p>Química da atmosfera: 1. Composição, regiões (troposfera, estratosfera), ciclos biogeoquímicos (ciclos do carbono, nitrogênio e enxofre), 2. Poluição do ar na troposfera: ozônio urbano e chuva ácida (origem, ocorrência do smog fotoquímico, efeitos na saúde e ecológicos dos poluentes atmosféricos, fontes e redução da poluição de SO₂), 3. Efeito estufa e aquecimento global (balanço de energia, principais gases indutores de efeito estufa, consequências). 4. Camada de ozônio na estratosfera: Química da camada de ozônio, buraco do ozônio, aumento da radiação UV, medidas de proteção.</p> <p>Química da hidrosfera: 1. Água (situação atual, ciclo e propriedades, química das águas naturais, oceano, 2. Poluição e contaminação de águas subterrâneas e superficiais (fontes, rotas e destinação final), tratamento de águas potável e esgotos (etapas de purificação), 3. Indicadores de qualidade das águas (aspectos gerais, índices de qualidade, classificação das águas), 4. Legislação Ambiental (aspectos gerais).</p> <p>Química da litosfera: 1. Solos e sedimentos (introdução a química dos solos - ciclo biogeoquímicos, composição e propriedades físico-químicas), 2. Remediação dos solos contaminados (biorremediação e fitorremediação).</p> <p>Energia e meio ambiente: Uso de energia, reservas de energia, combustíveis convencionais e alternativos e suas consequências</p>		

(conclusão)

Conteúdo	<p>ambientais.</p> <p>Educação ambiental: Gerenciamento de resíduos (natureza dos resíduos, lixo e aterros sanitários, reciclagem).</p> <p>Riscos químicos: Classificação dos tóxicos, dos efeitos, classes de risco ONU, mapas de riscos.</p> <p>Química verde: Conceito, química verde no ensino.</p>
Bibliografia	<p>BAIRD, C. Química Ambiental. Tradução Maria Angeles Lobo Recio e Liz Carlos M. Carrera. 2a edição. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 páginas. (ISBN 85-363-0002-7).</p> <p>ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. Introdução à Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2004. 256 páginas. (ISBN 85-363-0467-7).</p> <p>SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química Ambiental. 2a edição. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2009. 334 páginas. (ISBN 978-85-7605-196-1).</p>
Bibliografia complementar	<p>BRANCO, S. M. O meio Ambiente em Debate, Coleção Polêmica. 22^a edição. São Paulo: Editora Moderna, 1998. 127 páginas. (ISBN 85-160-3952-8).</p> <p>LENARDÃO, E. J; FREITAG, R.A; DABDOUB, M. J; BATISTA, A. C. F; SILVEIRA, C. C. "Green chemistry" - os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa, <i>Quim. Nova</i>, Vol. 26, No. 1, 123-129, 2003.</p> <p>MOZETO, A. A. Química atmosférica - a química sobre as nossas cabeças. <i>Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola</i>, p. 41-49, maio 2001.</p> <p>TAUK, S. M; GOBBI, N; FOWLER, H., G. Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar. 2^a edição. São Paulo: Editora da UNESP, 1996. 206 páginas. (ISBN 85-713-9099-1).</p>

Fonte: Departamento de Química/UFJF.