

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



SUELEN BOMFIM NOBRE

O ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA SOB A LUZ DO PENSAMENTO
COMPLEXO: INTERFACES ENTRE A FORMAÇÃO ACADÊMICA, OS SABERES
MOBILIZADOS E A PRÁTICA DOCENTE

CANOAS
2018

SUELEN BOMFIM NOBRE

**O ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA SOB A LUZ DO PENSAMENTO
COMPLEXO: INTERFACES ENTRE A FORMAÇÃO ACADÊMICA, OS SABERES
MOBILIZADOS E A PRÁTICA DOCENTE**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Brasil para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias

CANOAS
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

N754e Nobre, Suelen Bomfim.

O ensino de biologia evolutiva sob a luz do Pensamento Complexo: interfaces entre a formação acadêmica, os saberes mobilizados e a prática docente/ Suelen Bomfim Nobre. - 2018.

178 f.: il.

Tese (doutorado) - Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Eloisa Farias.

1. Educação. 2. Ensino de ciências. 3. Evolução biológica. 4. Formação de professores. I. Farias, Maria Eloisa. II. Título.

CDU: 372.857

Bibliotecária responsável – Simone da Rocha Bittencourt – 10/1171

SUELEN BOMFIM NOBRE

**O ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA SOB A LUZ DO PENSAMENTO
COMPLEXO: INTERFACES ENTRE A FORMAÇÃO ACADÊMICA, OS SABERES
MOBILIZADOS E A PRÁTICA DOCENTE**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade do Brasil para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias – Orientadora
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Prof.^a Dr.^a Maria Cecília de Chiara Moço
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Prof. Dr. Roberto Iannuzzi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Prof. Dr. Rossano André Dal-Farra
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Prof.^a Dr.^a Soraia Girardi Bauermann
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

CANOAS
2018

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias, minha estimada orientadora, agradeço pela dedicação, empenho, compreensão, amizade e profissionalismo demonstrados nesta caminhada, contribuindo significativamente para meu aperfeiçoamento profissional.

À Prof.^a Dr.^a Soraia Girardi Bauermann, por me ensinar a dar os primeiros passos no mundo acadêmico, fazendo-me enxergar caminhos antes não trilhados.

Aos demais membros da banca, Prof.^a Dr.^a Maria Cecília de Chiara Moço, Prof. Dr. Rossano André Dal-Farra e Prof. Dr. Roberto Iannuzzi, pelas importantes contribuições no processo de qualificação desta pesquisa.

Ao Prof. Me. Cristian Douglas Poeta, pelo assessoramento nas Análises Estatísticas dos dados e à Prof.^a Dr.^a Leticia Azambuja Lopes pelas recomendações de aportes teóricos.

Aos professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), pelas oportunidades de aprendizagens e conhecimentos compartilhados.

À minha família, em especial aos meus pais, Saul e Alzira, e ao meu irmão, Saulo, pelo incentivo aos estudos e apoio ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho, encorajando-me a realizar os meus projetos.

Ao meu esposo, Aldrin S. Santos, pela compreensão e incansável esteio no decorrer do período de elaboração desta tese, fortalecendo-me sempre que necessário.

Aos meus(as) alunos(as), por serem a principal motivação a estar procurando sempre o aprimoramento da minha prática docente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa, por meio da concessão de uma bolsa de doutorado.

RESUMO

Investigações sobre o ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO) no Brasil, nos últimos vinte anos, evidenciaram obstáculos didáticos e epistemológicos. Diante desse cenário, se faz necessário o fomento de novas perspectivas para o ensino de evolução na atualidade. Considera-se que a BIO-EVO tem potencial transdisciplinar, pois remete a estudos sobre a biodiversidade atual e pretérita, desenvolvimento biológico, Educação Sexual, Saúde Coletiva e aspectos socioculturais, além de perpassar seus conceitos em diferentes componentes disciplinares. E, dentre os pressupostos do Pensamento Complexo, a transdisciplinaridade ganha cada vez mais destaque no âmbito educacional, devido a sua capacidade de interligar distintas dimensões socioculturais e ambientais. Nesse sentido, o objetivo central da pesquisa é investigar as relações entre a formação científica, os saberes mobilizados e a prática docente em BIO-EVO, analisando as transposições e mediações desses conhecimentos na Educação Formal, inferindo sobre as possíveis contribuições do Pensamento Complexo no Ensino de Ciências. Trata-se de uma pesquisa empírica, fundamentada nos Métodos Mistos. A espiral investigativa consistiu-se dos seguintes momentos: Formação Inicial de Professores; Concepções e Prática Docente em BIO-EVO e Elaboração e Aperfeiçoamento do Jogo Digital “Paleo Game”. A partir do desenvolvimento das análises estatísticas, é possível afirmar que não foram encontradas influências diretas das composições das matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS nos conhecimentos acerca da BIO-EVO de licenciandos. Verificou-se, também, que as crenças pessoais dos graduandos estão desassociadas da sua formação científica. Os resultados evidenciaram, ainda, a importância da BIO-EVO como eixo articulador dos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC). No que se refere aos professores em exercício, os educadores P2, P3, P9, P10 apresentaram concepções que remetem à ideia de que a evolução pode, também, ocorrer no nível individual (espécie). Verificou-se que a área e o nível de formação acadêmica influenciam na compreensão do ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo e que a visão docente sobre ações transdisciplinares ainda é superficial. Além disso, a utilização de jogo digital nos processos de ensino e aprendizagem em BIO-EVO mostrou-se satisfatória.

Palavras-chave: Evolução Biológica. Ensino de Ciências. Formação Docente. Educação e Complexidade.

ABSTRACT

Research on the teaching of Evolutionary Biology (BIO-EVO) in Brazil, in the last twenty years, evidenced didactic and epistemological obstacles. In this scenario, it is necessary to foster new perspectives for teaching evolution today. It is considered that BIO-EVO has transdisciplinary potential; because it refers to studies on current and former biodiversity, biological development, Sex Education, Collective Health and sociocultural aspects, in addition, to pervade their concepts in different disciplinary components. And from the assumptions of Complex Thought, the transdisciplinarity gains more and more prominence in the educational scope, due to its ability to interconnect distinct sociocultural and environmental dimensions. In this sense, the main objective of the research is to investigate the relations between the scientific formation, the mobilized knowledge and the teaching practice in BIO-EVO, analyzing the transpositions and mediations of this knowledge in Formal Education, inferring about the possible contributions of Complex Thought in Science Teaching. It is an empirical research, based on Mixed Methods. The investigative spiral consisted of the following moments: Initial Teacher Training; Conceptions and Teaching Practice in BIO-EVO and Development and improvement of the Digital Game Paleo-Game. From the development of the statistical analysis, we can say that there were no direct influences the composition of the curriculum matrices of Degree Courses in Biological Sciences from the metropolitan area of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State on knowledge about the BIO-EVO undergraduates. It was also verified that the personal beliefs of the graduates are disassociated with their scientific formation. The results also highlighted the importance of BIO-EVO as the articulating axis of the Pedagogical Projects of Courses (PPC). With regard to in-service teachers, the educators P2, P3, P9, P10 presented conceptions that refer to the idea that evolution can also occur at the individual level (species). It has been found that the area and level of academic training influence the understanding of BIO-EVO teaching in the light of Complex Thought and that the teaching vision about transdisciplinary actions is still superficial. In addition, the use of the digital game in the teaching and learning processes in BIO-EVO proved to be satisfactory.

Keywords: Biological Evolution. Science Teaching. Teacher Training. Education and Complexity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma com Procedimentos Metodológicos	74
Figura 2 - Fórmula do Alfa de Cronbach	79
Figura 3 - Estatística do teste “t”	80
Figura 4 - Respostas do grupo A (IES B2).....	95
Figura 5 - Respostas do grupo B (IES B5)	98
Figura 6 - Ilustração presente em livros didáticos de Ciências (7º ano).....	112
Figura 7 - Árvore de similitude “o que você entende por evolução biológica?”	134
Figura 8 - Árvore de similitude “possíveis obstáculos para trabalhar os conteúdos de evolução biológica”	135
Figura 9 - Árvore de similitude “percepção docente sobre o antagonismo entre Ciência e Religião”	137
Figura 10 - Tela inicial do jogo digital “Paleo Game”.....	148
Figura 11 - Créditos da elaboração do “Paleo Game”.....	148
Figura 12 - Imagem do tabuleiro em forma de trilha, com inserção de <i>minigames</i> no trajeto.....	149
Figura 13 - Imagem do <i>Minigame</i> “Organismos Pretéritos e Atuais”.....	149
Figura 14 - <i>Minigame</i> articulado ao tabuleiro em formato de trilha	150
Figura 15 - Exemplo de questionamento apresentado no jogo digital	150

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sistema Taxonômico de Classificação	31
Quadro 2 - Estudos analisados sobre o Ensino de BIO-EVO.....	40
Quadro 3 - Artigos científicos visitados sobre o Ensino de BIO-EVO	47
Quadro 4 - Modelo tipológico para classificar identificar e classificar os saberes dos professores.....	65
Quadro 5 - Objetivos específicos do estudo e respectivas metodologias aplicadas	76
Quadro 6 - Dados gerais sobre os cursos de Ciências Biológicas	82
Quadro 7 - Análise das Ementas e Referências (Instituições Públicas)	84
Quadro 8 - Análise das Ementas (IES Particulares)	88
Quadro 9 - Referências básicas das IES Particulares	90
Quadro 10 - Assertivas apresentadas aos licenciandos	93
Quadro 11 - Caracterização sociodemográfica dos professores.....	105
Quadro 12 - Possíveis obstáculos ao Ensino de BIO-EVO.....	108
Quadro 13 - O que é evolução biológica?	110
Quadro 14 - Conteúdos desenvolvidos em BIO-EVO.....	117
Quadro 15 - Estratégias de ensino exploradas pelos docentes	118
Quadro 16 - Antagonismo entre Ciência e Religião.....	122
Quadro 17 - Potencialidade Transdisciplinar dos temas de BIO-EVO	126
Quadro 18 - Contribuições do Pensamento Complexo para o ensino de BIO-EVO.....	129
Quadro 19 - Análise do Livro Didático Nº 1 (Docente P1).....	140
Quadro 20 - Análise do Livro Didático Nº 2 (Docente P2).....	141
Quadro 21 - Análise do Livro Didático Nº 3 (Docente P3).....	142
Quadro 22 - Análise do Livro Didático Nº 4 (Docente P5).....	143
Quadro 23 - Análise do Livro Didático Nº 5 (Docentes P6 e P7).....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Opções de resposta dadas	94
Tabela 2 - Medidas Estatísticas do Grupo A (IES B2).....	96
Tabela 3 - Medidas estatísticas do grupo B (IES B5).....	99
Tabela 4 - Tendência geral de respostas do grupo A.....	100
Tabela 5 - Tendência geral de respostas do grupo B.....	100
Tabela 6 - Caracterização sociodemográfica Professores Pós-Graduandos	152
Tabela 7 - Avaliação da gamificação para o Ensino de Ciências	152
Tabela 8 - Sugestões para o aprimoramento do Jogo “Paleo Game”	153

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFC	Análise Fatorial de Correspondência
AS	Análises de Similitude
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BIO-EVO	Biologia Evolutiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CH	Carga horária
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CNE	Conselho Nacional de Educação
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA	Estados Unidos da América
EVO-DEVO	Biologia Evolutiva do Desenvolvimento
FUVEST	Fundação Universitária para o Vestibular
ICD	Instrumento de Coleta de Dados
IRAMUTEQ	Interface de R para as Análises Multidimensionais de Testes e de Questionários
MENC	Ministério da Educação Nacional da Colômbia
PCC	Prática como Componente Curricular
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacional do Ensino Médio
PC	Pensamento Complexo
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
SPSS	Pacote Estatístico para Ciências Sociais
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Transposição didática
UCMP	Museu de Paleontologia da Universidade da Califórnia
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

LISTA DE PUBLICAÇÕES

Este trabalho de pesquisa de Doutorado rendeu algumas publicações que seguem:

1) Artigos completos publicados em Periódicos

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Jogo digital como estratégia para o ensino de Biologia Evolutiva. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1-14, 2016.

NOBRE, S. B.; SOARES, N. A.; FARIAS, M. E. Campos de interação entre o Ensino de Biologia Evolutiva e o Pensamento Complexo. **Revista Acta Scientiae**, v. 19, p. 530-542, 2017.

NOBRE, S. B.; LOPES, L. A.; FARIAS, M. E. O ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO): concepções de Professores Pós-Graduandos em Ensino de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 9, n.1, p. 88-102, 2018.

2) Trabalhos completos publicados em Anais de Congressos

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Prática docente em Biologia Evolutiva: explorando o uso do jogo digital Paleo Game no Ensino Fundamental. In: XV Seminário Internacional de Educação, 2016, Novo Hamburgo. **Anais do XV Seminário Internacional de Educação**. Novo Hamburgo: Feevale, 2016. p. 1-14.

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Interfaces entre o ensino de Biologia Evolutiva e o Pensamento Complexo. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, 2017, Florianópolis. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. v. 1. p. 1-10.

3) Apresentações de Trabalhos

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Prática docente em Biologia Evolutiva: explorando o uso do jogo digital Paleo Game no Ensino Fundamental. 2016. **XV Seminário Internacional de Educação**.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 DADOS DA PESQUISA	19
2.1 QUESTÕES DE PESQUISA	19
2.2 TEMA	19
2.3 OBJETIVOS	19
2.3.1 Objetivo Geral	19
2.3.2 Objetivos Específicos	19
2.4 JUSTIFICATIVA	20
3 APORTES TEÓRICOS	22
3.1 BIOLOGIA EVOLUTIVA (BIO-EVO): CONTEXTUALIZAÇÃO INICIAL	22
3.1.1 Contribuições de Charles Robert Darwin (1809-1882)	25
3.1.2 Neodarwinismo	27
3.1.3 Sistemática Filogenética	29
3.2. O ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA (BIO-EVO)	32
3.2.1 A Biologia Evolutiva nos documentos norteadores da Educação Nacional	34
3.2.2 Pesquisas sobre o ensino de Evolução Biológica	38
3.3 FUNDAMENTOS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE	55
3.3.1 Pensamento Complexo e as implicações no ensino	58
3.3.2 Transdisciplinaridade: perspectiva de religação dos saberes	59
3.4 FORMAÇÃO DE PROFESSORES: A MOBILIZAÇÃO DOS SABERES	62
3.4.1 Formação do docente de Ciências Naturais/Biológicas e Transposição Didática (TD)	66
3.4.2 Diretrizes Nacionais para Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas	68
3.5 A LUDICIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS	69
3.5.1 Jogos didáticos e suas potencialidades	69
4 CENÁRIO E CONSTRUÇÃO DA PESQUISA	73
4.1 MOMENTOS DA INVESTIGAÇÃO	75
5 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	77
5.1 AMBIENTES DA INVESTIGAÇÃO	77
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	77
5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	78

5.3.1	Apreciação de matrizes curriculares de Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas.....	78
5.3.2	Avaliação das concepções de acadêmicos concluintes em Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas	78
5.4	CAMINHO METODOLÓGICO, RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
5.4.1	Cursos de Formação Inicial Docente	81
5.4.2	Componentes Curriculares com Ênfase em BIO-EVO.....	81
5.4.3	A Evolução aos olhos de Licenciandos em Ciências Biológicas	93
5.4.4	Análise Estatística	94
6	CONCEPÇÕES E PRÁTICA DOCENTE.....	102
6.1	AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO	102
6.2	CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	102
6.3	INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	102
6.3.1	Questionário semiestruturado	102
6.3.2	Livros didáticos.....	104
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
6.4.1	Caracterização sociodemográfica	105
6.4.2	Concepções sobre a BIO-EVO.....	107
6.4.2.1	Possíveis obstáculos ao ensino de BIO-EVO.....	107
6.4.2.2	Conceituação de “evolução biológica”	110
6.4.2.3	A evolução dos hominídeos.....	112
6.4.2.4	Mitos e incoerências sobre a evolução biológica	114
6.4.2.5	A atual abordagem dos conteúdos relacionados a BIO-EVO.....	115
6.4.2.6	Temas comumente relacionados a BIO-EVO	117
6.4.2.7	Estratégias de ensino e aprendizagem	118
6.4.2.8	Antagonismo entre Ciência e Religião	121
6.4.2.9	O ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo	125
6.4.2.10	Nível de preparo para a docência em BIO-EVO	131
6.4.3	Árvores de Similitude (AS)	133
6.4.4	Análise das referências bibliográficas utilizadas pelos professores.....	138
6.4.5	Implicações para o ensino de BIO-EVO.....	138
6.4.6	A abordagem da BIO-EVO nos Livros Didáticos	138
6.4.6.1	Avaliação do Livro Didático Nº 1	139
6.4.6.2	Avaliação do Livro Didático Nº 2	140

6.4.6.3 Avaliação do Livro Didático N° 3	141
6.4.6.4 Avaliação do Livro Didático N° 4	143
6.4.6.5 Avaliação do Livro Didático N° 5	144
7 JOGO DIGITAL “PALEO GAME”	146
7.1 AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO	146
7.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	146
7.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	146
7.3.1 Elaboração e aplicação do Jogo Digital “Paleo Game”	147
7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	151
7.4.1 Potencialidades do jogo digital	151
7.4.2 Caracterização do público participante	151
7.4.3 Percepções e considerações acerca da atividade pedagógica.....	152
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	156
REFERÊNCIAS	159
APÊNDICE A - TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	171
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	173
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES PARTICIPANTES DA OFICINA COM O JOGO DIGITAL “PALEO GAME”.....	175
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO EM CURSOS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES PARA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE ACADÊMICOS	177

1 INTRODUÇÃO

A Biologia Evolutiva (BIO-EVO) consiste em área expressiva para a Educação em Ciências, pois oportuniza uma visão integrada e holística dos ecossistemas e suas relações evolutivas. Observa-se que o conhecimento das Geociências está inteiramente relacionado à atuação da sociedade na natureza, possibilitando ao aluno desenvolver a sua compreensão de mundo (SANTOS et al., 2013). Como consequência, pode-se esperar que a evolução biológica seja parte importante do currículo e amplamente abordada na escola, todavia, percebe-se, em nível nacional e internacional, que, na prática pedagógica dos professores da Educação Básica, essa temática nem sempre é contemplada com afinco e aprofundamento teórico.

O ensino de BIO-EVO ainda encontra obstáculos didáticos e epistemológicos, visto que, para compreender os entraves que dificultam o entendimento da evolução, é necessário conhecer a sua história (FUTUYMA, 2002), pois as ideias que predominam nesse contexto são fruto de um desenvolvimento histórico-cultural. Santos e Calor (2008) sustentam que a influência da Teoria Evolutiva é comum na visão de mundo moderno, pois apresenta amplo poder explicativo e pode ser articulada como tema organizador no ensino de Ciências Naturais. E, para a elucidação dos processos evolutivos, é importante a combinação do mecanismo de seleção natural com outros mecanismos, construindo, assim, modelos explicativos mais consistentes (FUTUYMA, 2002).

Assim, nessa esfera de conhecimento, Bizzo (2012) enfatiza que existe uma divisão entre “o que se ensina” e o “que se aprende”, verificando que um dos problemas encontrados é a distância entre o conhecimento produzido pelos cientistas em suas pesquisas e o resultado dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências Naturais. Para tanto, mostra-se necessário o fomento de estudos sobre a formação de professores em Educação em Ciências, com ênfase na análise da transposição dos saberes científicos para o contexto escolar. A esse respeito, Sacristán (2012, p. 26) aponta que a ciência é de extrema importância na formação dos professores e pontua que se pode refletir por meio da Ciência, dado seu potencial de reflexão: “o grande fracasso da formação dos professores está em que a Ciência que lhes damos não lhes serve para pensar. Entretanto a ciência pode nos ajudar a pensar [...]”.

Na sondagem escolar, a evolução biológica, muitas vezes, é entendida de forma equivocada. De acordo com Bizzo (2012) a falta de compreensão dos conceitos e processos que envolvem o ensino da BIO-EVO pode resultar em erros conceituais capazes de comprometer toda a compreensão sobre esse assunto. Portanto, definir claramente os

conceitos científicos contrapondo as concepções cotidianas às científicas é imprescindível no ensino da evolução.

Em seus estudos, Carneiro (2004) identificou, em um grupo de docentes, equívocos conceituais relacionados ao domínio do conhecimento científico e dificuldades de abordagem do tema evolução biológica, no contexto da educação formal. Nessa linha de pesquisa, Meglhioratti (2004) e Licatti (2005) afirmaram que, muitas vezes, o conceito de evolução biológica mistura-se com crenças e valores culturais (religiosidade e visão de progresso da evolução). Já Oleques (2010) observou que a teoria evolutiva ainda provoca dilemas no pensamento cognitivo dos professores de Biologia. Vislumbram-se duas razões básicas para esses dilemas: uma delas é a própria complexidade das Ciências Biológicas, que se apresentam como um sistema tão complexo que, para entendê-la melhor, o docente necessita trabalhar com o conceito de transdisciplinaridade; a outra razão é a convergência de várias áreas de conhecimento para explicar um único fenômeno, como é o caso a Evolução.

Entende-se que a evolução biológica não discute apenas a biodiversidade atual e os organismos pretéritos, mas também sobre moléculas, genes, mutações, desenvolvimento biológico, Educação Sexual, saúde e sobre uma dimensão importante da espécie humana: a cultura. É por isso que as perspectivas teóricas da BIO-EVO não contribuem apenas para a área das Ciências Biológicas, mas também para outras ciências básicas e aplicadas (ARAÚJO, 2017). Ainda de acordo com Araújo (2017, p. 23), “[...] a BIO-EVO tem uma capacidade singular de percorrer os recantos das Ciências da Vida, porque grande parte do conhecimento dessa área leva em conta os mecanismos que fazem os organismos funcionar”.

Nessa perspectiva, a transdisciplinaridade e o Pensamento Complexo são pressupostos teóricos que estão sendo muito discutidos entre os professores de Biologia, trazendo como preceitos o Holismo e a Teoria da Complexidade, que, embora venham se constituindo em um referencial interessante, ainda estão pouco compreendidos (MORIN, 2006). A transdisciplinaridade coloca o indivíduo e sua prática pedagógica como eixo das interações.

Contudo, quais características do Pensamento Complexo podem ser exploradas no ensino de Biologia Evolutiva? Morin (2015) menciona que, a partir do desdobramento do Pensamento Complexo, ocorre a conexão da teoria à metodologia, à epistemologia e, até mesmo, à ontologia. Esse conjunto teórico-metodológico-epistemológico não se constitui como uma rede única de relações, mas essencialmente como uma rede sistêmica. Ainda de acordo com Morin (2015), esse olhar multidimensional e não doutrinário permite a abertura das incertezas e, conseqüentemente, a flexibilização do discurso do sujeito, favorecendo, assim, a unidade da Ciência e a superação das alternativas clássicas teóricas.

Diante desse cenário, esta tese, intitulada “O Ensino de Biologia Evolutiva sob a luz do Pensamento Complexo: interfaces entre a formação acadêmica, os saberes mobilizados e a prática docente”, foi elaborada na linha de pesquisa Formação de Professores de Ciências e Matemática. Este trabalho objetivou investigar as relações entre a formação científica, os saberes mobilizados e a prática docente em BIO-EVO, analisando as transposições e mediações desses conhecimentos no Ensino Formal, analisando as possíveis contribuições da Teoria do Pensamento Complexo na formação inicial dos professores de Ciências e nos processos de ensino e aprendizagem em Biologia e procurando articular-se a essa abordagem. Assim, a fundamentação teórica foi organizada em cinco eixos temáticos, com algumas subseções, os quais foram intitulados como: 1º. Biologia Evolutiva: contextualização inicial; 2º. O Ensino de Biologia Evolutiva; 3º. Fundamentos da Teoria da Complexidade; 4º. Formação de Professores: a mobilização dos saberes; 5º. A Ludicidade no Ensino de Ciências.

2 DADOS DA PESQUISA

2.1 QUESTÕES DE PESQUISA

- De que forma o Pensamento Complexo (PC) pode contribuir para o aprimoramento do ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO)?
- Quais são as relações entre a formação científica, os saberes docentes e a transposição desses conhecimentos no âmbito escolar?

2.2 TEMA

Este estudo tem como linha de pesquisa a Formação de Professores em Ciências, com ênfase no ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO), procurando realizar entrelaçamentos com os pressupostos teóricos do Pensamento Complexo (PC).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo Geral

Investigar as relações entre a formação científica, os saberes mobilizados e a prática docente em Biologia Evolutiva (BIO-EVO), analisando as transposições e mediações desses conhecimentos no Ensino Formal, inferindo sobre as possíveis contribuições do Pensamento Complexo nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar a abordagem da Evolução Biológica nas ementas e programas das disciplinas curriculares ofertadas em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas presentes na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS;
- Analisar os saberes mobilizados, perspectivas e práticas pedagógicas de professores, acerca de suas vivências envolvendo a BIO-EVO;
- Contrastar as interfaces entre o Pensamento Complexo e o ensino de BIO-EVO, no âmbito da Educação Básica;

- Comparar as abordagens dos conteúdos evolutivos, a apresentação gráfica e as estratégias pedagógicas propostas nos livros didáticos e/ou paradidáticos da área de Ciências da Natureza, utilizados pelos professores entrevistados;
- Investigar os conhecimentos de acadêmicos (concluintes) de dois cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acerca dos saberes envolvendo a BIO-EVO;
- Organizar uma oficina para a formação de professores da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, possibilitando a reflexão e debate em torno das principais questões evolucionistas, tendo como culminância a exploração de um jogo digital.

2.4 JUSTIFICATIVA

Futuyma (2002) afirma que a vida no Planeta Terra está baseada nos princípios da adaptação, no acaso e na história, procurando elucidar as características dos organismos e, por isso, ocupa uma posição central no currículo, como eixo articulador das Ciências Biológicas. Diante desse potencial, este estudo justifica-se devido à necessidade de elucidação de questões pertinentes ao atual ensino de BIO-EVO, nos níveis de formação inicial e continuada docente, procurando construir propostas de estratégias educativas mais consistentes e na linha da transdisciplinaridade.

Observa-se a necessidade, principalmente no ambiente escolar, da construção/proposição de estratégias lúdicas de ensino direcionadas para a BIO-EVO, as quais permitam a contextualização e articulação desse enfoque temático com atividades educativas socioambientais e curriculares. Nesse sentido, os cursos de formação continuada para professores apresentam-se como potencial espaço para fomento de tais metodologias.

Além disso, verificou-se, nas últimas edições (2013, 2014, 2015, 2016), a eminente abordagem da Sistemática Filogenética e da Paleontologia, competências relacionadas à BIO-EVO, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Também se nota, em diferentes setores sociais, que esse tema ganha cada vez mais destaque, em função principalmente dos movimentos “Escola sem partido” e “Proposta de Teoria do *Design* Inteligente”, o que torna esta pesquisa relevante e necessária no atual cenário da educação brasileira.

Contudo, ainda identificou-se, através das revisões bibliográficas e buscas em periódicos eletrônicos, utilizando as palavras-chave: “Ensino de Evolução”, “Biologia Evolutiva”, “Paleontologia na Escola”, “Evolução biológica”, “Educação em Ciências”, a escassez de investigações no cadastro de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pois foram encontradas apenas duas, no nível de pós-

graduação *stricto sensu*, nos últimos 20 anos, para a Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, que contemple a temática “Ensino de BIO-EVO” com ênfase na formação (inicial e continuada) de professores de Ciências/Biologia.

3 APORTES TEÓRICOS

Neste capítulo, estão apresentados os aportes teóricos que balizam a espiral estrutural da presente investigação. A fundamentação teórica foi organizada de forma que, inicialmente, fossem elucidadas algumas conceituações e os principais processos históricos e biológicos relevantes para a área de Biologia Evolutiva (BIO-EVO). Posteriormente, procurou-se enfatizar a atual abordagem e obstáculos didáticos e epistemológicos enfrentados por essa área de conhecimento no atual contexto educacional brasileiro.

Optou-se por estruturar os aportes teóricos em cinco grandes subseções, identificadas como: 3.1 Biologia Evolutiva (BIO-EVO): Contextualização Inicial; 3.2 O Ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO); 3.3 Fundamentos da Teoria da Complexidade; 3.4 Formação de Professores: a Mobilização dos Saberes; e 3.5 A Ludicidade no Ensino de Ciências.

3.1 BIOLOGIA EVOLUTIVA (BIO-EVO): CONTEXTUALIZAÇÃO INICIAL

A BIO-EVO constitui-se como uma das mais abrangentes e importantes áreas de estudo dentro do campo das Ciências Biológicas. Com a publicação da obra “A Origem das Espécies”, de Charles Robert Darwin (1809-1882), essa temática ganhou destaque em diferentes âmbitos sociais, e, desde então, os cientistas vêm reunindo evidências científicas de sua autenticidade como, por exemplo, achados fossilíferos e dados sobre anato-morfologia comparada de distintos seres vivos. A esse respeito, Mayr (2008, p. 242) afirma que “essas evidências se tornaram tão esmagadoras que os biólogos não mais se referem à evolução como uma teoria, e sim consideram-na um fato”. Desse modo, ainda segundo Mayr (2008, p. 242),

ao considerar a evolução como fato estabelecido, nenhum evolucionista perde mais seu tempo procurando evidências adicionais dela. Somente quando refutamos os criacionistas é que nos damos ao trabalho de reunir as evidências poderosas que se acumularam nos últimos 130 anos para provar a evolução [...].

Sem sombras de dúvidas, o marco histórico contemporâneo que impulsionou discussões acadêmicas, filosóficas e sociais, além de fomentar estudos científicos na área de BIO-EVO, foi a publicação da obra “A Origem das Espécies”, em 24 de novembro de 1859.

Darwin observou pesquisas de cerca de vinte estudiosos antes de divulgar o seu manuscrito sobre evolução biológica, observando que todos estes eram incipientes e/ou

inconsistentes para explicar a origem e evolução das espécies (DARWIN, 1859). Naquela época, Darwin fez uma avaliação cuidadosa de todos os tipos de evidências sobre o assunto e, entre o período de 1831-1836, passou viajando no veleiro “Beagle” para pesquisar ao redor do mundo fenômenos geológicos e biológicos que encontrava. Durante anos, Darwin se dedicou a elucidar questões intrínsecas à BIO-EVO, estudos que eram intitulados por ele como “o mistério dos mistérios”. Essas intensas investigações contribuíram para a constituição da aclamada e criticada publicação da já mencionada “A Origem das Espécies” (DARWIN, 1859).

Na obra bibliográfica supracitada, há menção e proposição da Teoria da Seleção Natural, a qual é embasada por um conjunto de concepções sobre a adaptação e evolução das espécies. Essa teoria tomou proporção considerável e reconhecimento de parte da comunidade científica graças aos estudos de Alfred Russel Wallace (1823-1913), correlacionados aos escritos de Darwin. O ensaio intitulado “Da tendência das variedades de se afastarem indefinidamente do tipo original”, produzido por Wallace, foi enviado a Darwin, antes da publicação do livro “A Origem das Espécies”. Esse estudo explicava os princípios e as conceituações da Teoria da Seleção Natural, os quais vieram a contribuir significativamente para os posteriores estudos evolucionistas (DARWIN, 1859).

Nessa perspectiva, a seleção natural atua somente pela acumulação de variações ligeiras, sucessivas e variáveis, não podendo produzir modificações consideráveis ou repentinas (DARWIN, 1859). Seguindo essa linha de pensamento, Palmer (2009, p. 8) destaca que:

[...] graças ao fenômeno da evolução, a vida conseguiu superar as maiores adversidades e, mesmo quando a maioria das espécies foi dizimada em eventos catastróficos de extinção, os altos índices de reprodução permitiram que os sobreviventes repovoassem rapidamente os diversos ambientes e *habitats* e, ao mesmo tempo, se diversificassem.

A Teoria da Seleção Natural corrobora com a ideia de que descendência com modificações pode ter contribuído para o surgimento de novas espécies (DARWIN, 1859). Atualmente, a Paleontologia, através da análise dos registros fossilíferos, e a Biologia Molecular, com as avaliações gênicas, permitem a constituição e a definição mais fundamentada de uma população e/ou espécie biológica.

Os biólogos evolucionistas, desde a época de “A Origem das Espécies”, vêm reunindo rapidamente evidências a respeito dos processos ecológicos, biogeográficos e moleculares que

culminam na Evolução Biológica, tornando essa teoria fortemente consolidada, sendo considerada além de uma teoria um fato (DARWIN, 1859).

Atualmente, a Teoria da Seleção Natural é considerada um paradigma nas Ciências Biológicas, tanto por sua capacidade de integração teórica de diferentes campos da Biologia quanto por sua extensa corroboração empírica (RIDLEY, 2006). A Teoria Evolutiva substitui a visão estática das espécies e sua ausência de conexão, presentes no fixismo, por processos seletivos e adaptativos, bem como pela existência de uma filogenia.

A Teoria da Evolução está quase tão sujeita à dúvida quanto a teoria de que a Terra gira ao redor do Sol, mas as implicações plenas da revolução de Darwin ainda estão por serem amplamente compreendidas (DAWKINS, 1979).

A BIO-EVO é conceituada por Futuyma (2002, p. 9) como “[...] mudança das características hereditárias de grupos de organismos ao longo das gerações”. Para que as alterações sejam realmente consideradas evolutivas, devem ser transmitidas hereditariamente entre os indivíduos de uma geração para outra:

[...] grupos de organismos, denominados populações e espécies são formados pela divisão de populações ou espécies ancestrais; posteriormente, os grupos descendentes passam a modificar-se de forma independente. Portanto, numa perspectiva de longo prazo, a Evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns. (FUTUYMA, 2002, p. 9)

Palmer (2009) corrobora com a definição de evolução biológica proposta por Futuyma (2002) e contextualiza a referida área de estudo, enfatizando que a BIO-EVO permeia os seguintes eventos pré-históricos e biogeográficos:

[...] evolução aborda a história da vida e seu desenvolvimento nos últimos 600 milhões de anos, tal como foi preservada nos organismos fossilizados. Mas, não podemos esquecer que, segundo os registros fósseis, a vida surgiu há mais de 3,5 bilhões de anos – isso quer dizer que o desenvolvimento das condições necessárias para que o planeta permitisse a evolução dos organismos multicelulares complexos, e sua mudança dos oceanos para as superfícies terrestres, levou quase 3 bilhões de anos [...]. (PALMER, 2009, p. 8)

Destaca-se, ainda, que a relevância da BIO-EVO vai além do simples entendimento das relações parentais entre os seres vivos, pois, quando compreendemos os mecanismos de adaptação que transformaram a vida na maneira como ela é hoje, podemos melhor prever as respostas biológicas dos organismos às mudanças atuais do planeta, que, na contemporaneidade, em grande parte, são influenciadas pelas ações antrópicas.

3.1.1 Contribuições de Charles Robert Darwin (1809-1882)

Como mencionado anteriormente, de acordo com Ridley (2006), a história da BIO-EVO começa com a publicação do livro “A Origem das Espécies”, porém as ideias a respeito da evolução biológica são mais antigas. Ainda segundo Ridley (2006), grande parte dos biólogos em meados do século XIX acreditavam que as espécies eram fixas. Segundo Futuyma (2002, p. 8):

Embora tendo sido alvo de controvérsias, a perspectiva evolutiva criada por Darwin abalou os fundamentos da Filosofia, deixou a sua marca na Literatura e nas Artes, afetou profundamente a Psicologia e a Antropologia e trouxe perspectivas inéditas ao significado de ser humano. Poucas descobertas científicas tiveram um impacto tão abrangente e desafiador no pensamento humano.

Destaca-se que a Teoria da Evolução Biológica darwiniana foi menos controversa entre a comunidade científica, havendo certa aceitação entre um grupo expressivo de cientistas, enquanto que, para alguns, essa não fez muita diferença no dia a dia das pesquisas envolvendo os seres vivos e suas adaptações (RIDLEY, 2006). Darwin propôs no livro “A Origem das Espécies” diversas teorias bem articuladas, as quais tornaram-se fundamentos da Biologia Moderna, influenciando diretamente outras ciências, como a Filosofia e as Artes. Dentre as teorias propostas, segundo Pagnotta (2015, p. 42), destacam-se:

- **Teoria da Evolução:** as espécies evoluem, ou seja, não são fixas, mudam ao longo do tempo. Os fósseis documentam essa história de mudanças, e a biodiversidade atual é resultado desse processo;
- **Teoria da Seleção Natural:** um dos principais mecanismos responsáveis pelas mudanças evolutivas é a seleção natural. Todos os organismos de uma espécie apresentam variações em suas características. Algumas dessas conferem vantagens para lidar com os desafios do ambiente;
- **Teoria do Gradualismo:** as mudanças evolutivas acontecem gradualmente e não de modo abrupto;
- **Teoria da Multiplicação das Espécies:** se duas populações de uma espécie ficarem isoladas em locais diferentes, cada população pode acumular modificações e evoluir separadamente. Eventualmente, se elas não forem mais capazes de reproduzir entre si, terão se tornado espécies distintas;

- **Teoria da Ancestralidade Comum ou da Evolução por Ramificação:** todos os seres vivos descendem de uma única espécie ancestral.

É bem conhecida a frase da parte final do livro “A Origem das Espécies”: “Luz será lançada sobre a origem do homem e sua história”. Para muitos pesquisadores, essa frase instigante seria análoga à “*Eppur si muove*”, atribuída à Galileu (BIZZO, 2012).

De acordo com Futuyma (2002), uma das críticas ao processo de seleção natural era ela ser capaz apenas de eliminar os indivíduos desfavoráveis, mas não de criar espécies, pois muitos conservavam a visão platônica das espécies. Ainda segundo Futuyma (2002), é possível definir o conceito de evolução como um conjunto de alterações nas propriedades e características das populações dos organismos que transcendem o período de vida de um único indivíduo: as mudanças realmente consideradas evolutivas são transmitidas hereditariamente entre os indivíduos de uma geração para outra.

Para Ridley (2006), uma das objeções à teoria darwiniana era não possuir uma ideia de hereditariedade satisfatória. Dentre as teorias de hereditariedade da época, Darwin optou por uma baseada na miscigenação dos fatores. A crítica mais contundente à seleção natural era o fato de que seria improvável ela operar (se desenvolver) se a herança fosse uma mistura. Outra resistência à seleção natural, em um nível mais popular, foi a existência de lacunas entre as formas existentes na natureza que não poderiam ser solucionadas se apenas a seleção natural agisse. Os pesquisadores buscaram alternativas: além da seleção natural, as teorias de variação dirigida eram as mais comuns, segundo as quais a prole, por alguma razão não conhecida relacionada ao mecanismo hereditário, tem tendência a se diferenciar dos pais, em uma certa direção.

A fusão entre as ideias de Darwin e a genética mendeliana que ocorreu durante a década de 1930 é conhecida como Teoria Sintética da Evolução. Esse pressuposto teórico chegou para explicar e relacionar aspectos que, na época de Darwin, não ficaram bem explicados devido à falta de um maior conhecimento sobre Genética (RIDLEY, 2006).

Bizzo (2012) corrobora com a discussão, salientando que a síntese moderna da Teoria da Evolução afastou definitivamente o finalismo aristotélico e a imagem do mundo perfeito primordial da Teologia Natural:

A influência do ambiente na constituição do organismo foi minimizada, entendida como uma forma de modulação da expressão dos genes, mas incapaz de induzir mudanças desejáveis, como a aparição de grossa pelagem de animais que vivem no frio. O acaso tomou o lugar das causas finais que haviam sobrevivido até aquele

momento e a vastidão do tempo geológico pode explicar seu papel no sucesso (e no fracasso) evolutivo. (BIZZO, 2012, p. 143)

Cabe destacar que a perspectiva evolucionista estabelece um horizonte imprescindível para organizar e interpretar observações (dados empíricos), além de fazer previsões e assertivas em todas as áreas das Ciências Biológicas (FUTUYMA, 2002).

A Evolução, em seu sentido mais amplo, tende a ser associada ao desenvolvimento, progresso, aprimoramento de características anatômicas e fisiológicas e alterações/adaptações em distintos *habitats*, para melhor. No entanto, enquanto campo biológico e em consonância com Futuyma (2002), entendemos Evolução Orgânica (ou Biológica) como as mudanças nas propriedades das populações de organismos que ultrapassam o período de vida de um único indivíduo, herdáveis via material genético de uma geração para outra. Nessa definição, podemos destacar três aspectos fundamentais: a ênfase na mudança ou transformação, as populações de organismos como unidade evolutiva e a transmissão dessas alterações via material genético.

Atualmente, a ideia amplamente aceita para explicar a evolução biológica é conhecida como Neodarwinismo, teoria que unificou genética, sistemática, paleontologia, morfologia comparativa e embriologia para explicar a maneira como as espécies se modificam. As ideias de Darwin sobre a evolução e a seleção natural explicam as mudanças e adaptações evolutivas e ainda compõem as teorias atuais sobre a origem e evolução dos seres vivos (RIDLEY, 2006).

3.1.2 Neodarwinismo

A Teoria Moderna da Evolução reconhece como principais fatores evolutivos: a mutação, a recombinação gênica, a deriva genética, a migração e os processos que envolvem a seleção natural. Mutações gênicas consistem em alterações no material genético, que podem ocorrer na estrutura da molécula de DNA ou no número ou estrutura dos cromossomos. Segundo Ridley (2006, p. 51), “as mutações mais importantes para a Teoria da Evolução são as que ocorrem na produção dos gametas”, e como as células se replicam em cópias exatas do DNA, essa alteração vai acarretar na transmissão dessas mutações para o descendente que, conseqüentemente, poderá divergir de seus ascendentes.

Tanto a mutação quanto a recombinação são mecanismos responsáveis pela variabilidade genética, ou seja, a diferença genética entre indivíduos, devido ao surgimento de

novos alelos e novas combinações de genes (RIDLEY, 2006). A recombinação gênica ocorre durante a reprodução sexuada e pode ser definida como uma mistura de genes, proveniente da fecundação, por *crossing over* ou de uma distribuição aleatória de material genético durante a formação dos gametas.

O conflito de teorias e hipóteses intrínsecas à área de BIO-EVO teve a sua resolução na década de 1930, com o surgimento do Neodarwinismo, o qual tratava-se de uma complementação da teoria de Charles Darwin em relação às fontes de variabilidade das populações, que se tornou possível somente a partir de 1910 com o redescobrimto de estudos de Mendel envolvendo a Genética. Dessa forma, o Neodarwinismo está baseado e articulado fortemente com os pressupostos do darwinismo sobre a seleção natural em conjunto com as descobertas de Mendel sobre a Genética, conforme afirma Ridley (2006, p. 38): “[...] a síntese da teoria da seleção natural de Darwin com a teoria mendeliana da hereditariedade, feita por eles, estabeleceu o que é conhecido como neodarwinismo, teoria sintética da evolução ou síntese moderna”.

Essa síntese sobre os processos que envolvem a evolução orgânica resultou em uma teoria mais abrangente e embasada cientificamente, passando a ser, portanto, mais aceita no âmbito acadêmico e corroborada por estudiosos das áreas de Ecologia, Botânica, Zoologia e Biologia Molecular.

Diversos cientistas com a crença de que populações de uma mesma espécie, vivendo em locais diferentes, poderiam evoluir para espécies distintas, contribuíram na integração dos conhecimentos da Genética com os da Teoria Evolutiva Darwiniana, viabilizando, assim, a argumentação acerca da diversidade de determinadas características populacionais (RIDLEY, 2006).

Esse fator evolutivo não atua apenas sobre uma determinada característica, mas sobre o organismo como um todo, podendo, com isso, trazer desvantagens ou vantagens aos indivíduos. Dentro desse contexto, pode-se citar um exemplo ocorrido na espécie humana, envolvendo o surgimento da postura bípede, que foi explanado por Meyer e El-Hani (2005, p. 71):

[...] A postura bípede surgiu em nossa linhagem evolutiva há cerca de 6 milhões de anos e é provável que a seleção natural tenha favorecido os primeiros bípedes, levando à disseminação dessa postura entre nossos ancestrais. Entretanto, junto com as vantagens que essa mudança trouxe, vieram também problemas. A reorganização da bacia, que permitiu a adoção da postura bípede, causou um estreitamento do canal de parto. Dessa forma, o potencial para o aumento do cérebro em nossa linhagem foi freado por um impedimento mecânico.

Em consequência disso, esse conflito entre vantagem e desvantagem criou uma pressão seletiva que impeliu ao desenvolvimento de mudanças para combinar a expansão cerebral com a postura bípede. Ainda segundo Meyer e El-Hani (2005, p. 71):

[...] essa pressão seletiva levou a uma mudança no ritmo de crescimento do cérebro; este passou a crescer de modo mais veloz após o parto, permitindo que um volume cerebral maior fosse alcançado.

Dessa forma, desde a década de 1940, devido aos avanços crescentes nos estudos no campo da Biologia Molecular, a pesquisa evolutiva vem acumulando evidências em direção à Teoria Moderna da Evolução, sendo que, nos últimos anos, tem se expandido em diferentes rumos, ampliando as relações entre os avanços da Genética e a Seleção Natural.

3.1.3 Sistemática Filogenética

Para tentar compreender a complexa história da evolução dos seres vivos na Terra, torna-se necessário identificar a fundo as inter-relações entre as espécies. Pesquisadores vêm elaborando “árvores da vida” desde os tempos de Darwin, organizando as espécies taxonomicamente, de acordo com suas similaridades anatômicas (PALMER, 2009).

Estima-se que atualmente existem em torno de dois milhões de espécies descritas no planeta, ao mesmo tempo vislumbra-se que o número de espécies ainda não descobertas seja muito maior (RIDLEY, 2006). Conforme Ridley (2006, p. 497),

A descrição de uma espécie é uma atividade formal, em que o taxonomista tem de comparar espécimes da nova espécie com os de espécies semelhantes e explicar como a nova espécie pode ser distinguida: a descrição também precisa ser publicada. A descrição de espécies é a tarefa mais importante dos taxonomistas [...].

Segundo citado acima, a descrição e classificação de espécies é uma prática formal e metodológica do taxonomista que se encerra na publicação da descoberta. Tal importância é igualmente evidenciada por Mayr (2008), onde aponta os diversos campos das Ciências Biológicas que são completamente dependentes da sistemática.

Existem diferentes técnicas de classificação de espécies sendo exploradas, principalmente os métodos fenéticos e os métodos filogenéticos. A diferença entre ambos segundo Ridley (2006, p. 497), é que,

[...] Para se classificar uma espécie feneticamente, nada é preciso saber sobre evolução. As espécies são agrupadas somente por suas semelhanças quanto a atributos observáveis[...]. O princípio filogenético, entretanto, é evolutivo. Só as entidades que têm relações evolutivas podem ser classificadas filogeneticamente. [...] O princípio filogenético classifica as espécies de acordo com a recentidade com que elas compartilham um ancestral comum.

Conforme citado acima, podemos perceber que, dentre os métodos de classificação descritos, o mais preciso é o método filogenético. Desenvolvido e apresentado por Willi Hennig, em 1950, a Sistemática Filogenética relaciona somente indivíduos cujo antepassado seja comum a ambos, resultando em grupos naturais que podem ser identificados com base em caracteres derivados. O método cladístico possibilita reconstruir a história evolutiva de um determinado grupo (POUGH; HEISER; JANIS, 2003).

Segundo Palmer (2009, p. 250), o sistema taxonômico de classificação foi o padrão aplicado durante mais de dois séculos para organizar as árvores da vida:

[...] atualmente, porém a história da vida é mapeada por intermédio da cladística, sistema que se baseia em ancestrais compartilhados, inferidos pelas características anatômicas presentes nas árvores evolutivas.

A Filogenética procura analisar caracteres que estavam presentes em um grupo ancestral e como esses caracteres se manifestam em um grupo descendente. A condição primitiva (ancestral) é chamada de plesiomorfia e a condição derivada desta é chamada de apomorfia. Quando o caráter apomórfico (derivado) é compartilhado por mais de uma espécie, ele é chamado de sinapomorfia, e quando é exclusivo de uma determinada espécie é chamado de autapomorfia (POUGH; HEISER; JANIS, 2003).

A Sistemática Filogenética utiliza caracteres morfológicos, fisiológicos, comportamentais, moleculares, entre outros. Portanto, a Sistemática Filogenética atribui uma relação de parentesco entre as espécies através da ancestralidade, podendo estabelecer uma história evolutiva. Para representar essas relações são utilizados diagramas chamados de cladograma. Clado é uma palavra grega que significa ramo, assim a Sistemática Filogenética é também chamada de Cladística (POUGH; HEISER; JANIS, 2003).

Nos cladogramas, também chamados de Árvores Filogenéticas, são destacados pontos onde ocorreu o surgimento de novos grupos a partir de outro, mostrando o grau de parentesco entre eles (AMORIM, 2002). De acordo com Palmer (2009, p. 250) “um cladograma é uma hierarquia de espécies, ou de grupos maiores de organismos, baseada em sua história evolutiva e desenvolvimento [...]”. Para a elaboração de um cladograma é preciso analisar as características externas preservadas no registro fóssil e as informações genéticas disponíveis

em organismos vivos (PALMER, 2009). Futuyma (2009, p. 105) acrescenta que “a melhor maneira de confirmar uma hipótese filogenética é a sua concordância com dados independentes. Alguns de tais dados são de fósseis e distribuições geográficas[...]”.

Com o intuito de esclarecer como os clados são dispostos e enraizados uns nos outros, para a constituição de uma árvore da vida, Palmer (2009) propôs algumas definições sobre a estruturação de um cladograma, as quais estão dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 - Sistema Taxonômico de Classificação

ESTRUTURA	DEFINIÇÃO
Clado	Grupo de organismos unidos, em algum ponto de sua história evolutiva, por um ancestral comum a todos, e inclui a espécie ancestral e todas as suas descendentes. Os membros de um mesmo clado distinguem-se de organismos não membros por algum traço adaptativo comum, ou “característica derivada”, transferido do seu ancestral para o seu descendente.
Nó	Junções que mostram a divergência de dois ou mais clados individuais, dentro de um grupo mais amplo. Todos os clados acima do nó têm um ancestral comum e uma característica recém-adquirida, ou “característica derivada”, em algum ponto de sua história.
Escada da Vida	Os clados estão inseridos uns nos outros, em todo o percurso de volta às origens da vida. Quanto mais alto na página estiver o nó, mais recente terá sido o desenvolvimento de suas características derivadas. Essa datação pode ser esclarecida pelo estudo dos fósseis e pelo “relógio molecular”.

Fonte: Adaptado de Palmer (2009, p. 250-251).

Amorim (2002) salienta que uma vantagem da cladística é poder trabalhar em qualquer nível, pois os cladogramas explicam as relações entre as espécies individuais e entre grupos, sem necessariamente incluir grande número de espécies. De acordo com Futuyma (2009, p. 541):

Embora os registros fossilíferos raramente forneçam evidências sobre a interação das espécies no passado, estudos filogenéticos das associações contemporâneas podem fornecer indícios sobre a duração da associação de linhagens interativas em relação ao fato de essas linhagens terem se especiada de forma concordante, de terem se diversificado em paralelo ou por co-evolução [...].

É importante ressaltar, no entanto, que a cladística é um método que pode apresentar certas complexidades. Ainda, conforme Pough, Heiser e Janis (2003), a base conceitual da cladística é de fácil compreensão, no entanto, a aplicação dos critérios cladísticos a organismos reais de tornar-se muito complicada.

3.2. O ENSINO DE BIOLOGIA EVOLUTIVA (BIO-EVO)

Estudos realizados nos últimos 26 anos (1991-2017), sobre o ensino de evolução biológica têm demonstrado a frequência de equívocos quanto à interpretação dos processos evolutivos, tanto por parte dos discentes quanto entre os educadores da Educação Básica (Fundamental e Médio). Nota-se que o ensino de BIO-EVO ao mesmo tempo em que se fundamenta em princípios teóricos estabelecidos e corroborados pela comunidade científica, encontra-se em constante vicissitude, buscando adaptar-se às novas descobertas científicas envolvendo o tema e enfrentando obstáculos impostos por crenças religiosas intransigentes.

O ensino de BIO-EVO é a subárea de pesquisa em Educação em Ciências, responsável por levar didaticamente as discussões evolutivas existentes no âmbito científico para o contexto educacional.

O ensino de evolução é delicado e muitas vezes tratado de forma incipiente, isto se deve principalmente pela discordância de alguns paradigmas religiosos e culturais, ou mesmo credices, exigindo dos professores que eles saibam articular esse tema em sala de aula, apesar de possíveis aspectos conflitantes. Acredita-se que uma das melhores formas de preparar os estudantes para receberem os conteúdos de evolução biológica seria introduzindo o assunto desde o Ensino Fundamental, estimulando o discente a compreender a história do Universo a partir de uma visão cosmológica geral, caracterizando a Terra e os seus elementos (BIZZO, 2002).

A BIO-EVO apresenta potencial como eixo integrador das Ciências Biológicas, sendo campo fundamental para a construção de saberes na área. Conforme Meyer e El-Hani (2005, p. 114) “[...] o pensamento evolutivo é eixo organizador do conhecimento biológico. É ele que confere sentido à diversidade de ramos do conhecimento que constituem a Biologia. [...] é o conteúdo mais central de toda essa ciência, sem o qual ela simplesmente não teria sentido”. No entanto, do ponto de vista do ensino, não podemos dizer que a BIO-EVO recebe sua devida atenção, conforme Carneiro (2004, p. 60):

[...] Apesar de diversos autores, como os citados, reconhecerem a posição central da Biologia Evolutiva entre as ciências da vida, ela ainda não representa, nos currículos educacionais e na concessão de verbas para pesquisa, uma prioridade à altura de sua importância intelectual e de seu potencial para contribuir com as necessidades da sociedade.

Nesse contexto, a BIO-EVO ainda é subjugada dentro dos currículos educacionais. Além disso pesam contra ela as particularidades do seu ensino que vão desde as barreiras

criadas por crenças pessoais até o errôneo entendimento de conceitos, o que acaba por dar munição a falsos argumentos contra a BIO-EVO (CARNEIRO, 2004; GOEDERT, 2004; MEGLHIORATTI, 2004; MELLO, 2008).

As pesquisas filogenéticas podem ser utilizadas para facilitar o estudo da Evolução no Ensino Médio. O uso dos cladogramas pode auxiliar os estudantes a entenderem como se constrói uma hipótese evolutiva (SANTOS; CALOR, 2007).

Contudo, o que se vê no fim é que o Ensino de Evolução, conforme o autor deixa claro acima, não é uma prioridade dentro dos sistemas de ensino atuais. Outros autores que corroboram com tais afirmações são Staub, Strieder e Meghioratti (2015, p. 22), quando comentam que,

Considerado um conteúdo difícil de ser trabalhado, a Evolução Biológica impõe barreiras conceituais e sofre influência das crenças religiosas. Desse modo, as concepções que os professores manifestam em aula bem como as dificuldades inerentes ao ensino promovem uma formação conceitual pelos alunos. Essas, muitas vezes, são deficientes e pautadas em explicações teológicas para questões, nas quais em aulas de Ciências e Biologia demandariam explicações científicas.

Dessa forma, são reais as dificuldades no ensino de Evolução na Educação Básica, uma vez que ficam constatadas as deficiências de transposição e assimilação dos conhecimentos inerentes a área. Também pode se verificar que, apesar de ser considerado conteúdo essencial da Biologia nos PCN, a BIO-EVO é escassa ou ausente nas abordagens durante as aulas (OLEQUES, 2010).

Pode se reconhecer que apesar de toda a sua importância para o entendimento dos processos inerentes a vida e aos diversos campos da Biologia, a BIO-EVO ainda é negligenciada nos ambientes de ensino, a despeito das orientações de documentos que norteiam os pilares da educação básica, tais como os PCN. Os motivos que levam a essa negligência são amplos, indo desde as dificuldades da transposição deste conteúdo, que demanda um domínio por parte do docente, até mesmo a crenças pessoais tanto de docentes quanto dos alunos, que podem acabar por rejeitar todos os fatos elencados no último século em favor da Evolução em detrimento de outras explicações para a origem da vida, como, por exemplo, as teorias religiosas (MEGLHIORATTI, 2004; MEYER; EL-HANI, 2005; MELLO, 2008; CORRÊA, 2010).

Nessa perspectiva, não podemos deixar de refletir sobre alguns fatores que podem prejudicar o ensino da BIO-EVO, como deficiências durante a formação inicial docente. Segundo Kemper (2008, p. 46):

A Evolução é um tema que gera de controvérsias e detém um papel fundamental no conhecimento biológico. Portanto, o ensino desse tema deve ser contemplado de maneira clara e integrada não só durante o ensino básico, mas também durante a formação inicial de professores de Biologia, de forma que possíveis distorções e dificuldades no entendimento desse tema possam ser evitadas.

É notória a relevância do ensino BIO-EVO, tanto para o entendimento dos processos inerentes à vida, quanto para os demais campos da Biologia. Porém, sob o ponto de vista do ensino, surgem barreiras podem estar ligadas a falta de domínio do assunto ou, até mesmo, conflitos com crenças pessoais, afinal, trata-se de um assunto polêmico, que contradiz muito do vêm sendo dito por diversas religiões (CARNEIRO, 2004; GOEDERT, 2004; MEGLHIORATTI, 2004; CERQUEIRA, 2009; MELLO, 2008; STAUB; STRIEDER; MEGLHIORATTI, 2015) Essas questões são, contudo, apenas uma parte do problema, visto que as deficiências no ensino da BIO-EVO podem ter início já nos cursos de formação inicial de professores, fazendo com que estes venham a apresentar dificuldades futuramente para lecionar a respeito (GOEDERT, 2004; KEMPER, 2008; CORRÊA, 2010).

3.2.1 A Biologia Evolutiva nos documentos norteadores da Educação Nacional

Como componentes disciplinares, a Paleontologia e Evolução Biológica estão sendo ministradas nos cursos de graduação de Geologia e Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado). Na Educação Básica estes temas são explorados, de forma mais superficial, nos níveis de Ensino Fundamental e Médio.

Nos PCN das Ciências Naturais (BRASIL, 1998) a evolução biológica é indicada no 3º ciclo (correspondente ao 6º e 7º ano), no eixo temático Terra e Universo, onde os professores devem considerar as transformações geológicas globais e, se possível, locais (BRASIL, 1998). Por sua vez, no Ensino Médio, ela tem sido tratada, na maioria das escolas gaúchas (municipais e estaduais) apenas no 3º ano do Médio, como um subsídio para compreensão aos conteúdos relacionados às ações antrópicas, mudanças climáticas e zoologia de vertebrados.

A Educação no Ensino Fundamental e Médio é subsidiada pelos PCN (BRASIL, 1998), que foram elaborados com o intuito de orientar os professores com estratégias e conhecimentos a serem trabalhados em sala de aula, para uma melhor formação do indivíduo. Porém, é notado que tal prática se apresenta de forma tímida ou inexistente em diversas escolas (SANTOS et al., 2013).

O que dizem os PCN das Ciências Naturais (BRASIL, 1998), dos 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental sobre conteúdos relacionados à BIO-EVO? No tópico “*Ciências Naturais e Tecnologia*” é mencionado que a Ciência é uma construção humana e por isso “quando novas teorias são aceitas, convicções antigas são abandonadas, os mesmos fatos são descritos em novos termos criando-se novos conceitos”, um mesmo aspecto da natureza passa a ser explicado segundo uma nova compreensão geral, uma nova linguagem é proposta” (BRASIL, 1998, p. 24). Para exemplificar a fala supracitada:

[...] muitas teorias levam o nome de quem conseguiu fazer essas grandes sínteses, como a teoria da evolução de Darwin ou a teoria da relatividade de Einstein; porém, elas são sempre o resultado de acúmulo de pesquisas coletivas e debates entre a comunidade científica, devendo ser, portanto, compreendidas como fruto de produções coletivas. Para fazer jus à história, a teoria da evolução dos seres vivos, por exemplo, tem sido mais recentemente referida como teoria de Darwin/Wallace. (BRASIL, 1998, p. 24)

A perspectiva evolutiva estabelece um horizonte imprescindível para organizar e interpretar observações e fazer previsões em todas as áreas das ciências biológicas (FUTUYMA, 2002).

No capítulo “Terra e Universo” (BRASIL, 1998), há menção da evolução biológica como conteúdo a ser trabalhado em uma perspectiva globalizada (sistêmica). Nesse sentido, é mencionado que a comparação de distintos ambientes, pode vir a ser uma prática didática interessante para todos os ciclos, pois permite o estudo dos seres vivos habitantes destes ambientes (habitats), buscando a compreensão de diferentes formas de vida, pode-se ler em Brasil (1998, p. 43):

[...] em diferentes abordagens busca-se o sentido da unidade da vida, seu processo de evolução, por adaptação e seleção natural. É importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no Ensino Fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta.

Salienta-se ainda nos PCN Ciências Naturais (BRASIL, 1998, p. 45) que “o estudo das adaptações dos seres vivos aos seus ambientes está em pauta desde o primeiro ciclo”. Exemplificação: plantas e animais típicos de ambientes desérticos, onde existe pouca disponibilidade de água líquida, apresentam adaptações particulares que lhes permitem aproveitar melhor a pouca água disponível, bem como economizar esse líquido nas trocas com o ambiente. Contudo, sugere-se também nos PCN (BRASIL, 1998) que sejam exploradas diferentes adaptações de grandes grupos de seres vivos, especialmente dos mamíferos, este enfoque permite uma abordagem ecológica. Além disso, os estudantes perceberão que, por

mais diferentes que os mamíferos possam ser, guardam semelhanças entre si, podendo-se compreender sua origem comum no passado do planeta (BRASIL, 1998, p. 44).

A respeito da Sistemática Filogenética é enfatizado que com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e, inclusive, dos equipamentos que permitem observações e descrições cada vez mais acuradas, as classificações biológicas estão em constante transformação. Já na década de 90 os PCN apontavam que haviam várias escolas de Sistemática adotando métodos diferentes, embora, todas utilizando como pressuposto a Teoria da Evolução (BRASIL, 1998, p. 68). Nesse sentido, esboça-se também sobre as Teorias Evolucionistas:

[...] O problema da origem da vida e a busca de explicações para a diversidade dos seres vivos podem ser introduzidos no terceiro ciclo. Os alunos podem entrar em contato com o assunto e comparar diferentes explicações sobre a existência da vida e do ser humano, de diferentes origens culturais, como as explicações de culturas antigas, as explicações bíblicas e dos índios brasileiros, uma perspectiva que pode ser melhor discutida incorporando-se conhecimentos do tema transversal Pluralidade Cultural. (BRASIL, 1998, p. 71-72)

Os registros fossilíferos são mencionados como conteúdos programáticos em Brasil (1998, 72) com a seguinte ênfase: “[...] os alunos devem considerar a existência dos fósseis, seus processos de formação, as formas de vida extintas e outras muito antigas ainda presentes no planeta”. Ainda, sobre processos tafonômicos comenta-se que:

Os alunos podem ter conhecimentos sobre as formas de vida do passado, em especial dos fósseis, que afloram em diversos lugares do Brasil, e de formas de vida extintas, como os dinossauros, por exemplo. Na medida do possível, o professor introduz o assunto valendo-se dos recursos locais, de fácil acesso, sugerindo o estudo do passado da área, pesquisando-se os registros mais antigos que possam ser encontrados no ambiente ou mesmo em fontes documentais. (BRASIL, 1998, p. 72)

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes (BRASIL, 1998, p. 72):

- Investigação da diversidade dos seres vivos compreendendo cadeias alimentares e características adaptativas dos seres vivos, valorizando-os e respeitando-os;
- Investigação de diferentes explicações sobre a vida na Terra, sobre a formação dos fósseis e comparação entre espécies extintas e atuais.

Destaca-se que os conteúdos programáticos “variações das formas de vida em diferentes épocas; eras geológicas; diferentes composições da atmosfera terrestre; a posição dos continentes na superfície terrestre e as placas tectônicas” estão citados nos PCN das

Ciências Naturais (BRASIL, 1998), e também nos componentes curriculares História e Geografia, com ópticas diferenciadas, mas tratando dos mesmos eventos históricos/naturais e princípios científicos.

Sobre as Teorias Evolucionistas sugere-se que seja fomentada a comparação das teorias de Lamarck e Darwin. “[...] O que se pretende não é mostrar a superação de uma teoria em favor de outra, [...], mas, sim, examinar diferentes lógicas de interpretação que permitiram, em seu próprio tempo, dar novo significado a fatos já conhecidos, neste caso, a diversidade da vida” (BRASIL, 1998, p. 97). Nesta mesma linha de raciocínio, os PCN enfatizam que no aprofundamento de conceitos ligados à interpretação da história evolutiva dos seres vivos, é interessante que os alunos tenham oportunidade de conhecer casos atuais ou históricos de seleção natural e de seleção artificial praticados em agricultura e pecuária. É necessário que o professor problematize e traga informações sobre fatores de seleção natural, como a aleatoriedade das mutações nas populações dos seres vivos e o papel das transformações ambientais (BRASIL, 1998).

Por conseguinte, menciona-se que para a compreensão do conceito de adaptação, central na teoria da evolução, é importante a comparação de determinados seres vivos, incluindo-se o ser humano. Nesse sentido, em Brasil (1998, p. 97-98) está sinalizado que:

[...] comparam-se as estruturas do corpo, os modos como realizam funções vitais e os comportamentos daqueles que habitam ecossistemas diferentes, hoje e em outros períodos do passado geológico, o que já pode ter sido abordado em ciclos anteriores. São particularmente importantes nos estudos sobre evolução dos seres vivos e sua adaptação, o reconhecimento de formas eficientes de dispersão e reprodução dos seres vivos em ambientes terrestres, tais como as sementes, os ovos de insetos, de répteis e de aves, e a fecundação interna dos animais [...].

De acordo com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as Ciências da Natureza na Educação Básica envolvem: “[...] conhecimentos para a formação integral de crianças [...] Ao estudar Ciências, as pessoas aprendem sobre si mesmas; sobre o surgimento de sua espécie no processo de evolução e manutenção da vida” (BRASIL, 2016, p. 138).

Na proposta de documento supracitado, há menção a unidade “Vida: constituição e evolução”, a qual refere-se aos conteúdos programáticos para os 6º e 7º anos do Ensino Fundamental. Esta unidade contempla diferentes formas de vida, características anatomofolológicas e tipos de reprodução. Na perspectiva proposta, destacam-se a diversidade da vida, as funções vitais dos seres vivos, bem como sua relação com os processos evolutivos. Menciona-se também as estruturas, os órgãos e as funções dos seres vivos e as características dos principais grupos de plantas, invertebrados e vertebrados, considerando a evolução e a

reprodução. Para isso, apresentam-se como questões (BRASIL, 2016, p. 462):

- Quais as principais formas de vida presentes nos ambientes aquáticos, aéreos e terrestres e sua relação com o ambiente em que vivem?
- Como o ambiente contribui para a adaptação e a evolução dos seres?
- Qual a relação da luz com o desenvolvimento de plantas e demais seres vivos? Que características dos seres vivos e o parentesco entre eles podem estar relacionadas à história da vida na Terra?

Destaca-se que na proposta da BNCC (BRASIL, 2016) não são exemplificados os conteúdos conceituais e procedimentais do 6º e 7º ano relacionados à BIO-EVO. No entanto, há menção dos conteúdos referidos direcionados ao 8º e 9º ano, como é possível verificar a seguir (BRASIL, 2016, p. 463):

- 8º ano** - Compreender o conceito de seleção natural para explicar a origem, evolução e diversidade das espécies, relacionando a reprodução sexuada à uma maior variedade de espécimes;
- 9º ano** - Compreender processos de transmissão de características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes, entre o nível molecular e o do organismo;
- 9º ano** - Relacionar as variedades de uma mesma espécie decorrentes do processo reprodutivo com a seleção natural que contribui para a evolução.

De forma geral, a proposta da BNCC (BRASIL, 2016) apresenta inconsistências na estruturação teórico-metodológica, especialmente no que se refere a demanda dos conteúdos relacionados a evolução biológica, no entanto, ressalta-se que o documento ainda está em fase de aprimoramentos pela equipe técnica do Ministério da Educação. Outro ponto que merece destaque, é promissora e interessante articulação das ideias e diretrizes apresentadas nos PCN (BRASIL, 1998) com as levantadas na BNCC (BRASIL, 2016), ou seja, uma publicação não exclui a outra, a complementariedade se faz necessária.

3.2.2 Pesquisas sobre o ensino de Evolução Biológica

Acredita-se que a Evolução Biológica deve ser consistentemente trabalhada na sala de aula, bem como nos cursos de formação docente, de forma integrada aos demais conteúdos curriculares. Com esta intenção buscou-se estudos recentes que pudessem embasar a presente tese.

Estudos relatam que alunos vêm carregando valores e crenças do seu cotidiano e que essas não são abandonadas após uma instrução escolar. Assim é necessário pensar como contribuir para que os alunos compreendam as ideias científicas, não no sentido de conversão

ou mudança conceitual (BIZZO, 2002). Diante desta constatação, ainda segundo Bizzo (2002), as concepções de alunos e professores sobre evolução biológica passaram a ser intensamente estudadas, recebendo diferentes terminologias, “crenças”, “ideias”, “preconcepções”, “ponto de vista”, “conhecimento prévio”, “concepções errôneas” (*misconceptions*), “ecologias intelectuais”, “concepções alternativas”, entre outras.

Nesta perspectiva Bizzo, Chassot e Arantes (2013, p. 146), argumentam que “[...] pesquisas ainda indicam que nossos estudantes entendem pouco sobre a teoria evolutiva”. Mas, na verdade, ainda pouco sabemos o que seja o processo evolutivo em si. Neste sentido os autores mencionados exemplificam a ideia referida da seguinte forma:

[...] não estamos falando de coisas muito distantes, mas de algo com que o professor de Biologia e, por conseguinte, seus alunos deparam-se todos os dias. Ora, as lampreias e as feiçadeiras, seres cartilaginosos, com caixa craniana a envolver o cérebro, são ou não são vertebrados? Para alguns a ausência de vértebras implica necessariamente vedar sua entrada no seletivo grupo dos vertebrados. É engraçado que os mesmos cientistas não façam objeção nenhuma ao ver serpentes, baleias e golfinhos no (menos) *grifo do autor seletivo grupo [...] dos tetrápodes, mesmo sem apresentar nenhuma que seja [...]. (BIZZO; CHASSOT; ARANTES, 2013, p. 146-147)

Além disso, constitui-se, também, em dificuldade ao bordar o ensino de Evolução, a forma que o professor organiza os conteúdos biológicos em suas aulas e os obstáculos referentes à prática docente do ensino de evolução ou mesmo ao confronto dessa temática com crenças pessoais.

Segundo Bizzo (2012), investigações recentes mostram que crenças religiosas de professores e estudantes influenciam na aceitação de conceitos específicos da teoria evolutiva como adaptação, ancestralidade comum, evolução humana e seleção natural. Resultados destas pesquisas, ainda revelaram que o criacionismo é expresso ou ensinado alternativamente à teoria evolutiva.

Schwanke e Silva (2010) afirmaram que para o conteúdo paleontológico alcançar uma ampla divulgação científica e reciprocidade por meio da sociedade, uma infinidade de suportes comunicativos pode ser adaptada ou, se já utilizados pela área, aproveitados ao seu máximo, pois com estes a mensagem educacional e informativa terá grande probabilidade de ser absorvida pelos usuários.

Bizzo (2012) sugeriu que se estabeleça uma relação entre os conteúdos de Geografia e Paleontologia, através do uso de sítios fossilíferos existentes, principalmente nas zonas urbanas, como ferramenta de ensino. Para o autor, uma vez que a Paleontologia não faz parte do currículo formal de nenhuma disciplina e que muitas vezes acaba sendo abordada de forma

pontual na Educação Básica, com bastante brevidade teórica, faz-se necessário acrescentar sua participação nos conteúdos da Geografia.

Neste sentido, Bizzo, Chassot e Arantes (2013) argumentam que pesquisas indicam que nossos estudantes entendem pouco sobre a teoria evolutiva. Mas, na verdade, ainda pouco sabemos o que seja o processo evolutivo em si. Além disso, constitui-se, também, em dificuldade ao abordar o ensino de Evolução, a forma que o professor organiza os conteúdos biológicos em suas aulas; os obstáculos referentes à prática docente envolvendo o tema; ou mesmo ao confronto desse conteúdo com crenças pessoais, pois os acontecimentos assim como as colocações que se vivencia em sala de aula, apresentam situações diversas em função da heterogeneidade do grupo e necessitam de esclarecimentos para atingir resultados mínimos esperados de aprendizagem.

Nesta mesma linha de raciocínio, os estudos visitados (Quadro 2), nacionais e internacionais, apresentam a ocorrência de uma subutilização da BIO-EVO e temas afins por parte dos professores do Ensino Básico. Além disso, as publicações que abordam essa temática não só permitem estabelecer um diagnóstico atualizado da situação dessa área dentro do ensino básico brasileiro, como também apontam estratégias pedagógicas alternativas, que privilegiam as metodologias ativas, as quais podem auxiliar na otimização e contextualização da BIO-EVO em sala de aula.

Quadro 2 - Estudos analisados sobre o Ensino de BIO-EVO

Formato de Apresentação	Autor(es) e ano da publicação
Monografia(s)	ARAÚJO (2012); DIEGUES (2012); OLIVEIRA (2015).
Dissertação e/ou Tese	BIZZO (1991); CHAVES (1993); CARNEIRO (2004); GOEDERT (2004); MEGLHIORATTI (2004); GUIMARÃES (2005); LICATTI (2005); MURRIELLO (2006); COIMBRA (2007); MELLO (2008); KEMPER (2008); OLIVEIRA (2009); CORRÊA (2010); MIANUTTI (2010); OLEQUES (2010); OTÁLORA (2014); OLEQUES (2014); NOBRE (2014).

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na monografia de Araújo (2012), há uma minuciosa análise de livros didáticos de Ensino Médio, devido ao importante papel deste recurso metodológico na realidade educacional brasileira. A pesquisa foi desenvolvida através de uma avaliação dos livros de Biologia, integrantes do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio, 2012. Dentre os resultados, o autor constatou que apesar de pesquisas em Educação em Ciências sugerirem que a aprendizagem de conceitos como “seleção natural, variação genética

e fenotípica, adaptação, espécie, especiação, filogenia, migração e deriva genética” podem ser influenciadas por concepções alternativas dos alunos, os livros didáticos de modo geral, não dão relevância a esses aspectos no ensino da evolução biológica. As tendências cognitivas que podem influenciar na aprendizagem de evolução, como o pensamento essencialista, a teleologia e a intencionalidade não são levadas em consideração pelos aportes teóricos analisados (livros didáticos), e ainda muitas vezes, são reforçadas por esses materiais didáticos. De acordo com Araújo (2012) o grande desafio do ensino de evolução é conseguir realizar uma abordagem contextual, ultrapassando a demarcação entre o ensino dos conteúdos científicos e o de seus contextos de produção.

Na produção de Diegues (2012), fica explícito que a Teoria Evolucionista tem sofrido imposições ideológicas, principalmente por instituições religiosas, o que impacta diretamente o ambiente escolar. O objetivo da autora foi de avaliar quais conteúdos são adotados nas aulas de Biologia Evolutiva, em escolas de Ensino Médio, confessionais e laicas. Concluiu, a partir dos dados coletados, que as aulas são fundamentalmente teóricas e os temas sobre BIO-EVO são levantados pelos professores de forma superficial, prevalecendo os preceitos do Darwinismo e Lamarckismo. Ainda, foi possível constatar através das análises dos questionários, que a princípio não há indícios de diferenças entre os conteúdos de Evolução Biológica em escolas laicas e confessionais.

Já Oliveira (2015) propôs um levantamento em torno da percepção de professores do Ensino Médio sobre o ensino Paleontologia no município de Nerópolis, no Estado de Goiás. Constatou que a temática Paleontologia é trabalhada de forma superficial pelos docentes, não sendo compatível com a sua importância dentro das Ciências Biológicas. Essa abordagem incipiente em torno da evolução, muitas vezes, é motivada pela baixa carga horária disponível para o componente curricular Biologia. Além disso, o autor referido comenta que, a carga horária semanal de trabalho dos professores dificulta a participação em cursos de aprimoramento profissional e, também, a qualificação do planejamento didático-pedagógico.

Bizzo (1991), em sua tese, objetivou dar contribuições para o aprimoramento ao ensino de evolução, à nível da educação básica (Ensino Médio). As concepções dos estudantes foram categorizadas seguindo os escritos originais de Darwin, bem como obras bibliográficas de quatro estudiosos essencialmente darwinistas. Os resultados evidenciaram que os alunos tendem a entender os processos evolutivos com conotações de progresso, melhoramento, crescimento e multiplicação, processos estes ligados primordialmente ao ser humano. Outro ponto destacado pelo autor referido, é que a adaptação é vista pelos discentes como um processo individual, que se desenvolve no transcorrer da vida do organismo.

Na mesma perspectiva do estudo de Bizzo (1991), Chaves (1993) procurou identificar as concepções de Evolução de professores e alunos, do 2º Ano do Ensino Médio de Belém do Pará. Identificou um antagonismo entre as concepções prévias dos estudantes e as corroboradas pela Ciência. Através de aplicações de pré e pós-testes, a autora (CHAVES, 1993), constatou através da ação comparativa, que as concepções prévias e errôneas dos discentes, sobre Evolução, foram mantidas, mesmo após a intervenção pedagógica.

Em sua dissertação, Carneiro (2004) buscou identificar as concepções de professores do Ensino Médio de Biologia (não licenciados, da rede estadual da Bahia) a respeito do tema Evolução Biológica. Para tanto, foram explorados como material de análise, 75 textos sobre o tema, produzidos pelos professores participantes, quando estes cursaram a disciplina de Genética e Evolução, de um Curso de Complementação para Licenciatura em Biologia, ministrado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) entre 2001 e 2002. A partir da análise documental, constatou-se uma série de equívocos conceituais, principalmente relacionados ao domínio do conhecimento científico, além de eminentes dificuldades na abordagem do tema Evolução Biológica, no contexto educacional. Alguns desses equívocos estão relacionados à conceituação da Seleção Natural e ao domínio das evidências evolutivas.

A pesquisa de Goedert (2004) procurou elencar e discutir aspectos da formação inicial e da prática docente, que possam estar contribuindo e/ou interferindo nos processos de ensino e aprendizagem em Evolução Biológica. O público participante do estudo foi composto por professores de Biologia, egressos do Curso de Graduação em Ciências Biológicas da UFSC. Os docentes entrevistados apontaram, como fatores limitantes da sua atuação em sala de aula: lacunas na formação inicial; propiciadas principalmente pela desarticulação entre os componentes curriculares ofertados durante a graduação, ou seja, os conteúdos específicos das Ciências Biológicas não articulavam ações didáticas com as disciplinas de viés pedagógico.

Além disso, Goedert (2004) menciona outros obstáculos para o ensino de BIO-EVO, como: o excesso de carga horária docente, o qual impede a qualificação por intermédio da formação continuada; a carência de materiais diversificados; o tempo restrito durante o ano letivo para abordagem dos referidos temas.

Meglhioratti (2004) almejou delinear caminhos para a exploração da história do pensamento evolutivo no ensino de Biologia. Os resultados obtidos pela análise das concepções apresentadas pelos professores em formação inicial e continuada, evidenciam que: o conhecimento histórico docente sobre a formulação do conceito de evolução está, em geral, restrito às ideias de Darwin e Lamarck; a concepção de ciência é, principalmente

positivista e internalista; o conceito de evolução biológica é desvirtuado pela falta de saberes científicos básicos. Meglhiortti (2004) concluiu, ainda, que os professores apresentam o conceito de evolução biológica permeado por crenças e valores culturais, onde a visão de progresso dos eventos evolutivos ganha destaque.

Já Guimarães (2005) buscou analisar as contribuições da sistemática filogenética para o ensino de Biologia, no Ensino Médio. Seu público foi composto por alunos e para a realização da investigação foi desenvolvido um minicurso, intitulado “Encontrando parentesco entre os seres vivos”. Nesse minicurso foram mencionados assuntos relativos à evolução, sistemática filogenética e Zoologia, Guimarães (2005) observou que a interpretação da reconstrução filogenética foi de grande valia no entendimento de questões relativas à evolução humana e Biologia Molecular. Além disso, o autor ponderou que a aquisição do conhecimento científico é influenciada pelas representações sociais dos estudantes.

Como mostram os estudos de Meglhiortti (2004) e Licatti (2005), o potencial problema para a não abordagem da BIO-EVO envolve as concepções religiosas dos alunos e às vezes do próprio corpo docente. De acordo com pesquisa realizada por Licatti (2005), existem professores que não conseguem conciliar suas visões científicas e religiosas, mas também há aqueles que apresentam um ponto de vista mais integrador entre religião e ciência, respeitando as opiniões dos alunos e ensinando a Evolução como não sendo uma verdade absoluta, trazendo ambas concepções em um mesmo plano.

Em sua tese, Muriello (2006) almejou dar contribuições à compreensão do diálogo estabelecido entre Museus de História Natural com seus múltiplos visitantes. Para tanto, a autora analisou a relação estabelecida entre o público do *Museo de La Plata* (Província de Buenos Aires, Argentina) e suas exposições paleontológicas. A coleta de dados baseou-se em materiais documentais, fotográficos e entrevistas, realizadas nos anos 2002, 2003 e 2005. A investigação evidenciou a valorização social deste museu como um espaço de lazer e educação familiar. Porém, esse diálogo também se viu afetado pelos desencontros de interpretação da narrativa institucional, neste aspecto sugere-se aprimoramentos, principalmente ao planejar exposições científicas nos museus, a fim de facilitar o entendimento do grande público.

Coimbra (2007) procurou traçar o perfil acadêmico e profissional de 27 membros do corpo docente de Biologia que atuavam em diferentes escolas do município de Novo Hamburgo/RS, todos os entrevistados lecionavam em turmas de Ensino Médio. Os resultados obtidos apontaram que há deficiências na formação inicial sobre o conteúdo de evolução biológica e equívocos sobre conceitos de evolução, o que ocasiona a falta de domínio do

conteúdo. Os dados também elencaram uma série de obstáculos presentes no cotidiano escolar, como a alta carga horária de trabalho docente, a insuficiência de materiais didáticos e o tempo escasso durante o ano letivo para abordagem da BIO-EVO. Além disso, Coimbra (2007) destacou a forte influência das crenças religiosas dos professores, em sua postura dentro da sala de aula.

Mello (2008) pondera que os temas que envolvem a “origem da vida” e a “evolução” não estão recebendo a devida atenção no âmbito educacional. O objetivo da pesquisadora foi o de diagnosticar e avaliar as concepções de estudantes sobre o tema evolução biológica. Para isso, foi realizado um estudo de caso, tendo como sujeitos do estudo, uma turma de 3º ano do Ensino Médio. Os resultados evidenciaram que algumas concepções estão presentes de maneira equivocada ou são apresentadas de forma superficial.

Kemper (2008) realizou uma análise acerca da Evolução biológica apresentada em duas revistas de divulgação científica Brasileiras (a Galileu e a Superinteressante), publicadas entre janeiro e dezembro de 2006, enfatizando as potencialidades e limitações para o uso desse recurso como material didático. Em relação à linguagem, foram observados o uso excessivo de metáforas e analogias. No que se refere a terminologia científica, os materiais apresentaram consistência. De forma geral, estes materiais paradidáticos podem ser utilizados em sala de aula, entretanto Kemper (2008) salienta devem serem tomados alguns cuidados no meio escolar, entre eles, a articulação do aporte teórico na programação escolar, de forma condizente com os objetivos educacionais previstos.

Já Oliveira (2009) menciona que o embate que envolve o tema BIO-EVO extrapola o ambiente escolar e ganha uma dimensão mais conflitante nos Estados Unidos, onde grupos com ideologias criacionistas buscam desqualificar a teoria evolutiva. A autora salienta que este movimento tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil, principalmente no meio acadêmico.

Nesse contexto, Oliveira (2009) analisou o nível de aceitação/rejeição da teoria da evolução de alunos recém-egressos da 8ª série (atual 7º Ano) do Ensino Fundamental de escolas públicas de Tangará da Serra/MT e São Caetano do Sul/SP. Os dados demonstraram que os estudantes aceitam os tópicos da evolução, quando as afirmações abordam os registros fósseis como provas da existência de espécies que viveram no passado, a ancestralidade comum e a seleção natural. Mas quando o conteúdo dos itens engloba a origem e evolução da Terra e do ser humano, a atitude dos respondentes é de discordar desses tópicos. Os níveis de aceitação parecem influenciados principalmente pela religião; já que os estudantes evangélicos apresentaram níveis mais baixos de concordância com teoria evolutiva.

Corrêa (2010) compreende que o conceito de evolução biológica apresenta expressivo potencial como eixo unificador dos conhecimentos biológicos, e destaca que esta temática pode ser explorada tanto nas estruturas curriculares, quanto em abordagens/estratégias didáticas direcionadas para intervenções pedagógicas em sala de aula, a nível de educação básica e ensino superior.

Mianutti (2010) destacou que apesar de existir um consenso entre os biólogos sobre a importância da compreensão da diversidade biológica para o pleno entendimento da área de Ciências Naturais, estudos na área de ensino têm mostrado que discentes e docentes tem dificuldades para o entendimento de conceitos basilares do pensamento evolutivo. Mianutti (2010) analisou o alcance e os impactos de um curso de extensão para a formação continuada em BIO-EVO, intitulado como “*Subsídios teóricos e metodológicos para o ensino de evolução biológica na Educação Básica*”, com professores da rede pública estadual de Mato Grosso do Sul. A partir dos dados empíricos, foi possível observar que os professores se mostraram receptivos a proposta de formação, além disso, o grupo acolheu a proposta atividade, a qual consistia na elaboração de um projeto didático para tratar o assunto no Ensino Médio. Na óptica dos sujeitos envolvidos, o ponto mais positivo sobre a realização do curso foram as sugestões de estratégias e recursos pedagógicos (capítulos de livros, entrevistas, documentários, filmes, etc.) mencionados durante as aulas.

Oleques (2010), em sua dissertação, ponderou que a evolução biológica encontra obstáculos (epistemológicos, de fundo ideológico, filosófico e teológico) na sua transposição didática, o que torna sua explanação no contexto de sala de aula particularmente difícil.

A autora supracitada procurou reconhecer e analisar as concepções sobre evolução biológica de professores de Biologia do Ensino Médio das escolas públicas estaduais de Santa Maria/RS. Dentre os resultados obtidos, destacam-se: a Teoria Evolutiva, embora corroborada pela maioria da comunidade científica, ainda causa dilemas no pensamento cognitivo dos docentes, ocasionados principalmente pela sobreposição de aspectos sociais, religiosos e principalmente epistemológicos. De acordo com Oleques (2010, p. 18) “muitos não ensinam para evitar questões polêmicas”, deixando de abordar conteúdos fundamentais para a compreensão da Ciência como um todo.

Otálora (2014) realizou um estudo sobre o ensino de evolução biológica na Universidade Nacional da Colômbia. A investigação foi realizada no ano de 2013 e iniciou com a avaliação dos planos de ensino de um curso do ensino superior de Ciências Naturais. Em um segundo momento, o autor avaliou os conhecimentos prévios de estudantes sobre a Teoria da Evolução Biológica, por intermédio de entrevista a 160 discentes/acadêmicos. E

para finalizar a coleta de dados, foram apreciados os delineamentos curriculares expressos em documentos do Ministério da Educação Nacional da Colômbia. Otálora (2014) concluiu que a estrutura curricular não é motivadora para os estudantes e que os documentos nacionais balizam o ensino da BIO-EVO.

O ensino de evolução, apesar de um importante componente nos currículos de Ciências Naturais e Biologia no Brasil, é um tema que tende a gerar discussões na busca de um consenso, como nos mostra Oleques (2014, p. 34) ao explanar o depoimento de um professor que afirma em sua entrevista não ter dificuldades em trabalhar com o tema: “[...] considerar as concepções prévias dos alunos leva a um momento de reflexão, discussão e conseqüentemente enxergar as possibilidades que a evolução fornece para o dia-a-dia do aluno abandonando aquele ensino conteudista e memorístico” (OLEQUES, 2014, p. 34).

Nobre (2014), em sua dissertação, desenvolveu um curso de formação continuada docente (modalidade *online*) com ênfase no ensino de Paleontologia e Palinologia, na perspectiva de fomento de em uma visão integrada e holística sobre o ensino de BIO-EVO. O público participante da pesquisa foi formado por 30 docentes, atuantes na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Os resultados evidenciaram limitações dos professores nos planejamentos, onde houve destaque para a superficial abordagem do tema nos livros didáticos, a desatualização dos professores da Educação Básica e a forte influência das crenças religiosas na ação docente.

Além disso, Nobre (2014), verificou através da análise estatística, que professores com titulação acadêmica Mestrado e/ou Doutorado apresentavam preferência por determinadas estratégias de ensino como: pesquisa; uso do laboratório de Ciências; composições de peças teatrais; saídas de campo e filmes. Por fim, observou-se uma resistência dos professores em realizar leituras de artigos científicos sugeridos, sendo escassas as considerações baseadas em aportes teóricos, com isso, os relatos de experiências pessoais se sobressaíram-se durante as falas docentes.

Seguindo a mesma linha de estudos sobre o Ensino de Evolução Biológica, foram compilados em periódicos eletrônicos e impressos, trabalhos com esta ênfase, os quais estão mencionados no Quadro 3.

Quadro 3 - Artigos científicos visitados sobre o Ensino de BIO-EVO

Formato de Apresentação	Autor(es) e Ano da Publicação
Artigo(s) Científico(s)	SEPÚLVEDA; EL-HANI (2004); LICATTI; DINIZ (2005); DANTAS; ARAÚJO (2006); SOBRAL; SIQUEIRA (2007); CORRÊA et al. (2008); CLARY; WANDERSEE (2009); BAUERMANN; SILVA (2010); ALMEIDA; EL-HANI (2010); NICOLINI; FALCÃO; FARIA (2010); PORTO; FALCÃO (2010); FREZZATTI JÚNIOR (2011); JOUCOSKI et al. (2011); ALVES; MOURA; CANDEIRO (2013); CONDE; LIMA; BAY (2013); COSTA; WAIZBORT (2013); RODRIGUES; CHAVES (2013); SÁ et al. (2014); TEIXEIRA (2013); SANTOS; EL-HANI (2013); BERGQVIST; PRESTES (2014); COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS (2014); VIEIRA; FALCÃO (2014); TEIXEIRA; ANDRADE (2014); STAUB; STRIEDER; MEGLHIORATTI (2015); BADZINSKI; HERMEL (2015); BERMUDEZ (2015); ALENCAR et al. (2015); ARAÚJO; ROSA (2015); NOBRE; FARIAS (2015); SANTOS; SANTOS; PIRANHA (2015); HENRIQUES; DORVILLÉ (2015); BIDINOTO; TOMMASIELLO (2016).

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Sepúlveda e El-Hani (2004) procuraram analisar como a educação religiosa e científica se relacionam ao longo da trajetória de formação profissional de alunos protestantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). A coleta de dados foi realizada a partir da aplicação de questionários semiestruturados e a análise baseou-se no mapeamento das concepções de natureza dos discentes investigados e na caracterização de suas estratégias para articular o conhecimento científico e religioso em sua visão de mundo. Os resultados obtidos evidenciaram que os discentes protestantes reagiram de diferentes maneiras ao discurso científico, encontrando-se dois grupos bem distintos, um deles apresentando uma recusa total e sistemática deste discurso, o outro apreendendo-o por meio de uma síntese entre o conhecimento científico e sua visão de mundo teísta.

Licatti e Diniz (2005) identificaram e analisaram concepções de professores de Biologia sobre o ensino de Evolução, num contexto de formação continuada sobre o tema. Os instrumentos de coleta de dados foram oriundos de observações diretas e registros dos encontros, entrevistas com os docentes (após a realização do curso) e apreciação dos planejamentos didático-pedagógicos dos professores entrevistados. Os dados mostraram falta de interesse docente em incorporar a Evolução enquanto eixo norteador dos conteúdos curriculares, além disso, não se observou motivação dos profissionais em se abordar a história da vida no planeta em suas aulas.

Dantas e Araújo (2006), visando fugir dos modelos tradicionais de ensino, elaboraram um CD-ROM sobre os fósseis do Sergipe, para auxiliar os professores a transmitir os conteúdos paleontológicos de maneira lúdica e interativa aos alunos do Ensino Médio. Segundo os autores, Sergipe é um Estado rico em fósseis, principalmente marinhos e de mamíferos gigantes e o CD-ROM favorece o seu conhecimento.

Sobral e Siqueira (2007) destacaram que a utilização da multimídia como ferramenta de auxílio didático-pedagógico para o ensino da Paleontologia mostrou-se de grande importância. Em seu trabalho, os autores observaram um alto índice de rendimento dos alunos, visto que, a utilização de recursos de áudio e vídeo aumentou o interesse face aos conteúdos, o qual potencializou o aprendizado, pois, muitas vezes uma imagem ou uma animação consegue representar melhor uma ideia ou conceito do que uma descrição textual.

Corrêa et al. (2008) realizaram uma breve revisão histórica do conceito de vida, enfatizando as discussões atuais e a possibilidade de uma definição abrangente de vida; analisar através de categorias obtidas a partir da revisão histórica as concepções de vida encontradas em alunos e professores da educação básica; e tecer considerações sobre o papel de uma discussão sobre vida no ensino de biologia.

Clary e Wandersee (2009) desenvolveram na Universidade do Mississippi (EUA), um curso de paleontologia à nível de graduação (*online*), voltado para a formação de professores de Ciências da Terra. Ao todo foram 28 participantes, responsáveis por fotografar e descrever espécimes fósseis de dois locais distintos e realizar uma análise paleoambiental da paisagem em que os fósseis foram originalmente depositados. Os docentes também foram convidados a planejar e aplicar aulas, utilizando os fósseis e os *sites* informais que investigaram durante o curso. Não só os professores desenvolveram uma multiplicidade de atividades inovadoras e efetivas, mas eles estavam extremamente entusiasmados com a incorporação de aspectos de locais informais locais dentro de suas salas de aula individuais. A análise dos dados obtidos permitiu inferir que os estudos dirigidos aplicados em locais de educação não formal podem maximizar a aprendizagem, além disso, os *sites* informais fornecem uma “imagem panorâmica” interdisciplinar do objeto de estudo para estudantes.

Bauermann e Silva (2010) propuseram aulas práticas, no Curso de Ciências Biológicas da ULBRA, visando atender às necessidades da disciplina de Paleontologia, com estudo do grão de pólen do gênero *Sambucus*. As autoras concluíram que as aulas teórico-práticas desenvolvidas possibilitaram a significativa construção do conhecimento dos estudantes quanto a Palinologia, além de propiciar o contato dos acadêmicos com as aplicações diretas

do conhecimento botânico, podendo reconhecer a importância desta área de estudo para pesquisas paleoambientais e relacionadas à biodiversidade.

Almeida e El-Hani (2010) realizam um diagnóstico histórico-filosófico da BIO-EVO do desenvolvimento, procurando situá-la no panorama do pensamento evolutivo contemporâneo. Os autores identificaram que esta área permaneceu à margem da síntese evolutiva e foi tratada por muito tempo como uma caixa preta entre o genótipo e o fenótipo. A partir dos anos 1980, foi disponibilizada atenção ao papel do desenvolvimento nos processos evolutivos, resultando em um novo campo de investigação, a Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (EVO-DEVO), que vem cumprindo relevante papel na construção de uma nova compreensão da evolução das formas orgânicas e proporciona a “nova síntese evolutiva”, atualmente em construção, a qual está ligado a com um “pluralismo de processos”, ou seja, com a ideia de que não somente a seleção natural, mas também outros mecanismos têm protagonismo na evolução biológica.

Nicolini, Falcão e Faria (2010) analisaram a representação social do tema origem da vida entre estudantes de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade federal, localizada no Estado do Rio de Janeiro. A partir da coleta de dados concluiu-se que a representação social dos acadêmicos apresentou elementos de culturas religiosas e científicas. Além disso, a análise dos elementos científicos permitiu aos autores diagnosticar algumas deficiências nos conhecimentos expressos por esses sujeitos, as quais originam-se basicamente de duas fontes: a ausência de abordagem específica do tema no curso de graduação da universidade pesquisada e a incipiente abordagem do conteúdo dos livros didáticos do Ensino Médio.

Na mesma perspectiva do trabalho de Nicolini, Falcão e Faria (2010), Porto e Falcão (2010) realizaram uma análise das representações sociais sobre a origem dos seres vivos, de estudantes do Ensino Médio de uma escola confessional católica. Os pesquisadores concluíram que o grupo investigado tem fortes características religiosas, mas com abertura para o entendimento de questões científicas, ou seja, não se observou obstáculos à apreensão dos conteúdos relacionados ao âmbito das Ciências Naturais. Além disso, Porto e Falcão destacaram que nas representações sociais dos estudantes, as influências familiares mostraram-se mais relevantes do que aquelas provenientes de atividades escolares.

Alves, Moura e Candeiro (2013) desenvolveram uma análise dos conteúdos da Paleontologia presentes em cinco livros didáticos de Geografia. Dos aportes teóricos avaliados, quatro deles apresentam uma boa abordagem, incluindo descrições detalhadas dos principais temas pertinentes à Paleontologia. Porém, os autores destacaram que as definições

conceituais estavam descritas de forma superficial. Além disso, novas conceituações do conhecimento científico raramente são incorporadas aos materiais didáticos.

Costa e Waizbort (2013) realizaram um estudo sobre as concepções de alunos do Ensino Médio, sobre o tema classificação biológica, especialmente quais termos os estudantes utilizam ao tentar explicar a origem da diversidade e a sua classificação atual. Os autores concluíram que explicações tipológicas são as mais frequentes nas falas dos discentes, porém um discurso filogenético parece surgir em determinados momentos, o que abre a possibilidade de exploração pedagógica por parte dos docentes.

Seguindo a área de ensino de Evolução, Rodrigues e Chaves (2013) investigaram os processos de subjetivação de uma professora de Biologia na interseção de discursos científico e religioso sobre criacionismo e evolucionismo. O material empírico analisado consiste em excertos memorialísticos da trajetória de vida da docente e, também, materiais utilizados no meio eclesial, tais como a Bíblia Sagrada e lições bíblicas. A questão que orientou a investigação é: como o confronto entre discursos religiosos e científicos acerca do criacionismo e do evolucionismo fabricaram a professora de Biologia? Como ferramentas analíticas foram exploradas as teorizações de Michel Foucault acerca dos processos de subjetivação. Dos excertos memorialísticos foram recortadas situações vividas em três dispositivos: Família, Igreja e Escola. Os resultados indicam que tais discursos reverberam na prática docente como impulsos ora de obediência, ora de resistência às morais estabelecidas no campo da ciência e da religião.

Sá et al. (2013) promoveram uma análise para identificar a metáfora que relaciona as concepções de evolução e de progresso nas obras “A origem das espécies”, de Charles Darwin, e no livro “Early man”, de Francis Clark Howell. Os autores constataram que na obra “A origem das espécies” não há associação entre as concepções de evolução e de progresso. Já no livro “Early man”, há especificidade para a divulgação científica, onde são exploradas as expressões como *march* e *road*, as quais podem indicar direcionamento do processo evolutivo. Além disso, Howell aplica expressões como melhor, ganhos evolutivos, refinamento evolutivo, as quais podem denotar a compreensão da evolução biológica como um processo que visa a melhoria ou progresso. Os resultados obtidos nos estudos de Sá et al. (2013) confirmam a presença de elementos que revelam a metáfora evolução é progresso em textos destinados à divulgação das teorias evolutivas.

Teixeira (2013) buscou compreender como professores observam a tensão entre criacionismo e evolução e como esses obstáculos refletem na prática docente. Para tanto, o autor realizou entrevistas com dez professores e analisou o conteúdo de suas falas a partir das

reflexões de Bobbio. Os resultados evidenciaram que os professores não veem ciência e religião como conflitantes, porém não têm uma visão homogênea e clara sobre o tema. Dessa forma, Teixeira (2013) conclui que é necessário aprofundar o diálogo entre religião e ciência, especialmente no ensino de Biologia, tendo em mente as diferenças epistemológicas e históricas entre essas duas construções sociais e o respeito às crenças religiosas de estudantes e docentes.

Santos e El-Hani (2013) desenvolveram uma análise de conteúdo comparativa, de três livros didáticos de Biologia Evolutiva e três livros didáticos de Zoologia de Vertebrados. O objetivo dos autores foi o de investigar a abordagem e recontextualização de temas referentes à Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (EVO-DEVO) e ao pluralismo de processos. Os dados obtidos indicam que, nos livros de ambas as disciplinas, a recontextualização das temáticas vinculadas ao pluralismo de processos ainda está em fase inicial, ainda que num estágio mais avançado nos livros de Biologia Evolutiva. Quanto aos conteúdos de EVO-DEVO, a recontextualização apresentou-se de modo mais extensivo, particularmente nos livros de Zoologia de Vertebrados. Os resultados evidenciam notórias diferenças na construção do discurso pedagógico, relacionadas com a estrutura dos saberes científicos e os alvos da pesquisa nestes dois componentes curriculares.

Bergqvist e Prestes (2014) apresentaram a proposta de um *kit* para aulas práticas de Ciências Naturais no Ensino Fundamental. O material didático consiste em réplicas de organismos fósseis brasileiros e de uma cartilha com as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades práticas. Para elaboração da atividade lúdica foram reproduzidas réplicas de fósseis procedentes da Bacia de Itaboraí, no estado do Rio de Janeiro, de idade Paleocênica, e um bloco de rochas da Formação Pirabas, nos Estados do Maranhão, Piauí e Pará, de idade Miocênica. As autoras consideraram que esta proposta de recurso material representa uma alternativa de diversificar as ações de divulgação científica no ambiente escolar e desmistificar o uso de fósseis de dinossauro como recurso único no ensino e exposição dos conhecimentos paleontológicos.

Coutinho e Bartholomei-Santos (2014) avaliaram se seis livros didáticos de Biologia, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático, disponíveis na biblioteca de uma escola pública de Santa Maria/RS contribuem para a inserção de uma abordagem evolutiva no ensino da biodiversidade, apresentando potencial para auxiliar no desenvolvimento do pensamento filogenético. A pesquisa verificou que todos os exemplares bibliográficos apresentaram a sistemática filogenética como mecanismo de classificação dos seres vivos, de forma a estimular nos estudantes o pensamento não linear do surgimento das espécies. Os

autores supracitados concluíram que os livros didáticos avaliados podem ser um facilitador dos processos de ensino e aprendizagem em Ciências, numa perspectiva evolutiva.

Vieira e Falcão (2014) investigaram a representação da teoria evolutiva de uma docente de um colégio religioso, cujo projeto pedagógico associava explicações bíblicas aos conteúdos científicos das disciplinas regulares. Para isso, foram investigados seus pensamentos, visões e atitudes frente à teoria evolutiva em sala de aula, em entrevista e visita à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os dados evidenciaram que, nos espaços escolares, a docente mostrava restrições às explicações científicas no confronto com crenças religiosas e, no ambiente universitário, revelava adesão à abordagem científica. Vieira e Falcão (2014) consideraram que a professora, em sua prática docente, era limitada pelo vínculo institucional e pelo compromisso com o projeto escolar religioso. Já no âmbito universitário, ela encontrava liberdade para expressar seu apelo pela ciência. Considerou-se que a necessidade da laicidade no Ensino de Ciências necessita de reflexões nos meios educacionais para que o acesso correto aos conteúdos científicos seja garantido a todos os estudantes.

Teixeira e Andrade (2014) realizaram um estudo com o objetivo de entender como professores de Biologia que professam a fé cristã, lidam com a tensão entre o criacionismo e a evolução, constataram que há uma crise identitária entre ser biólogo e praticante de uma fé religiosa criacionista. Além disso, alguns professores salientaram que não abordam os conteúdos de evolução biológica devido à grande resistência dos discentes.

Staub, Strieder e Meglhioratti (2015) realizaram entrevistas com nove docentes atuantes em um curso de formação de professores em Ciências Biológicas, com o objetivo de investigar se os professores abordam o conceito de Evolução Biológica em suas aulas e de que maneira esses docentes gerenciam as questões que tangenciam a Ciência e a Religião. A avaliação dos dados indicou os seguintes aspectos: o conceito de Evolução Biológica é abordado pela maioria dos docentes em suas aulas; os educadores identificaram a existência de conflitos nos alunos ao abordar a temática evolução, devido às crenças pessoais. Contudo, Staub, Strieder e Meglhioratti (2015) também observaram que os docentes gerenciam satisfatoriamente as questões que tangenciam a Ciência e a Religião, ou seja, a maioria estabelece uma relação de independência ao abordar esses diferentes domínios.

Badzinski e Hermel (2015) apreciaram seis livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, analisando a abordagem dos conteúdos referentes à genética e à evolução, tendo como base os tópicos norteadores dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) de Biologia. As autoras supracitadas concluíram que os livros avaliados não contemplavam

todos os conteúdos e apresentaram diferentes abordagens para temáticas em comum. Também foram analisadas 1.323 imagens, categorizadas segundo: iconografia; funcionalidade; relação com o texto; etiquetas verbais e conteúdo científico. A maioria das ilustrações foi classificada como fotografia, com funcionalidade informativa e cientificamente correta. Tal fato demonstra que os autores dos livros padronizam a escolha das imagens, priorizando alguns tipos em detrimento de outros. Deveria ser explorado o uso de imagens reflexivas, que permitem aos alunos pensar sobre o conteúdo.

Bermudez (2015) desenvolveu sua pesquisa na Universidade Nacional de Córdoba (Argentina), com objetivo de analisar os acontecimentos mais relevantes da história da Biologia, enfatizando o papel assumido pela Teoria de evolução de Lamarck e Darwin. O autor constatou que tanto Lamarck como Darwin contribuíram com aportes teóricos significativos, de modo a oferecer uma visão da vida em transformação permanente. No entanto, no âmbito educativo, existem na atualidade dificuldades para a aprendizagem e o aprendizado da evolução, entre elas destacam-se: presença de várias concepções alternativas nos estudantes e a superficialidade dos manuais escolares (livros didáticos).

Araújo e Rosa (2015) buscaram uma aproximação entre as abordagens do conteúdo de evolução biológica nos livros de Biologia integrantes do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio no Brasil (2012), e os estudos empíricos que identificam obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo em estudantes. Parte-se de uma análise documental dos livros didáticos, verificando a forma como os conceitos de seleção natural, variação populacional e adaptação são abordados. O referido estudo apresentou sugestões de como esses materiais didáticos podem cooperar para que os estudantes superem dificuldades na compreensão sobre eventos e processos evolutivos, em consonância com os pressupostos epistemológicos e as práticas de construção do conhecimento próprias da BIO-EVO.

Na perspectiva do estudo de Araújo e Rosa (2015), Santos et al. (2015) avaliaram a organização dos conteúdos de Paleontologia em duas coleções de livros didáticos do PNLD do Ensino Médio, a análise objetivou verificar se os materiais pedagógicos estavam correspondentes à proposta do currículo escolar e, também, se os conteúdos ali expressos facilitavam o desenvolvimento das competências e habilidades propostas no documento curricular. Assim, a avaliação das duas coleções indicou que a organização dos livros é bastante discrepante nas duas coleções e daquela proposta pelo Currículo, de modo que os aportes apresentam conteúdos incompletos. Além disso, uma das coleções apreciadas favoreceu mais o desenvolvimento de competências críticas e habilidades interpretativas do

que a outra. Os autores concluíram que essas inconsistências dificultam o desenvolvimento das atividades necessárias para a aquisição das habilidades propostas no currículo, com o propósito de uma aprendizagem mais significativa.

De acordo com Nobre e Farias (2015) um dos obstáculos enfrentados pelos professores atualmente é a escassez de recursos didáticos apropriados ao ensino de BIO-EVO, o que dificulta os processos de ensino e aprendizagem em Ciências Naturais, pois muitas vezes o professor conta apenas com o livro didático, onde a origem e a evolução dos seres vivos costumam ser apresentadas em poucas páginas, tendo o docente que buscar metodologias alternativas que atraiam os estudantes, tornando-os mais inquisitivos e participativos.

Henriques e Dorvillé (2015) investigaram a presença, constância, tipos de conteúdos e níveis de complexidade apresentados por questões e assertivas relacionadas ao tema BIO-EVO em provas do ENEM aplicadas entre os anos de 1998 e 2014. Foram identificadas 32 questões referentes à temática evolutiva, dentro do período analisado. Sua análise revelou mudanças na incidência e enfoque dessas questões a partir de 2009, ano em que o ENEM passou a servir como ferramenta de seleção para o ingresso na maioria das universidades federais brasileiras. Em relação aos níveis de complexidade, percebeu-se que de maneira geral foram cobrados processos cognitivos menos complexos, envolvendo, sobretudo, memorização e reconhecimento. Além disso, os autores realizaram uma comparação entre os resultados obtidos e aqueles encontrados para vestibulares tradicionais no Brasil, como Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST) e Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), o que nos permitiu perceber o caráter mais inclusivo do ENEM ao exigir dos candidatos conhecimentos sobre Evolução.

Bidinoto e Tommasiello (2016) realizaram um diagnóstico das ideias e percepções de futuros professores sobre a Teoria da Evolução Biológica de Darwin. Foram entrevistados 28 acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, o instrumento de coleta de dados buscou identificar os saberes a respeito do assunto. Os dados apontam que entrevistados apresentam dificuldades no entendimento da evolução biológica e dos processos evolutivos ligados a ela. Contudo, os autores também constataram que só alguns alunos se reportaram às duas teses de Darwin (ancestral comum e seleção natural) ao mesmo tempo. Contudo, para cerca de 50% dos participantes do estudo a Teoria Evolucionista é parcialmente (ou não) comprovada, deste grupo há os acadêmicos que não a consideram uma teoria científica.

De forma geral, as pesquisas visitadas sobre o ensino de evolução biológica

evidenciam que os escritos de Darwin ainda enfrentam o ceticismo de alguns grupos fundamentalistas, que além de não a aceitarem, ainda visam contestá-la, seja pela simples negação ou pela elaboração de teorias pseudocientíficas. Além disso, ficou evidente nas investigações que há limitações no ensino de evolução, impostas principalmente pela falta de clareza nas concepções docentes e dos estudantes, à nível da Educação Básica e superior.

3.3 FUNDAMENTOS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE

A palavra “complexo” ou “complexidade”, é comumente associada a algo complicado ou obscuro, exigindo uma óptica aguçada para vislumbrar possibilidades. Trata-se de um termo pujante de significados e, portanto, ambíguo, que vem se afirmando nas últimas décadas, sobretudo no que diz respeito à substituição do modo de pensar exclusivamente linear/cartesiano, por um pensamento comprometido com a integração dos diferentes modos de pensar. As obras de Edgar Morin e Antoni Zabala destacam-se na área de estudos em torno da Complexidade e o do pensamento globalizador. Entretanto, vale destacar que Morin foi um dos precursores na discussão sobre Complexidade e Pensamento Complexo no âmbito acadêmico, e muitas das pesquisas existentes na área emergiram a partir de reflexões sobre as suas obras.

A base da epistemologia da complexidade advém de três teorias que surgiram na década de 1940: teoria da informação, cibernética e teoria dos sistemas, cujos impactos e aplicações, no entanto, só se manifestariam mais tarde, a partir da década de 1960 (PETRAGLIA, 2013, p. 19).

Sobre as teorias que deram origem a epistemologia da complexidade, Petraglia (2013, p. 19-20) argumenta que:

A teoria da informação se ocupa essencialmente de analisar problemas relativos à transmissão de sinais no processo comunicacional. A cibernética é a ciência que estuda as comunicações e o sistema de controle dos organismos vivos e máquinas em geral. [...] E, a teoria dos sistemas afirma que “o todo é mais que a soma das partes”, indicando a existência de qualidades emergentes que surgem da organização do todo e que podem retroagir sobre as partes; mas “o todo é também menos que a soma das partes”, pois as partes têm qualidades que são inibidas pela organização global. No conceito de sistema, como compreendido por Morin, está presente a ideia de rede relacional: os objetos dão lugar aos sistemas e as unidades simples dão lugar às unidades complexas, levando em consideração fenômenos como tempo e espaço.

Morin (2006, p. 13) “ênfatisa que [...] a um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente

associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo”. Ainda de acordo com Morin (2006, p. 14) “[...] a dificuldade do Pensamento Complexo é que ele deve enfrentar o emaranhado (o jogo infinito das inter-retroações, a solidariedade dos fenômenos entre eles, a bruma, a incerteza, a contradição)”.

O Pensamento Complexo (PC), na visão de Morin (2006), é um tipo de pensamento que não separa, mas que une e integra os diferentes modos de pensar, opondo-se a qualquer reducionismo ou fragmentação do saber. Para o autor, o Pensamento Complexo é uma alternativa para a superação dos problemas gerados pela compartimentação dos saberes.

[...] a complexidade do pensamento leva-nos ao paradoxo do uno e do múltiplo e à convivência com ambivalência. Cabe ao ser humano, por meio do conhecimento, interpretar os aspectos ambíguos da realidade, sem desconsiderar sua multidimensionalidade e de qualquer outra unidade complexa. (PETRAGLIA, 2013, p. 20)

De acordo com Morin (2006, p. 65), é exequível resgatar os conceitos de autonomia e de sujeito, para banir a ideia da “visão tradicional da ciência, onde tudo é determinismo, não há sujeito, não há consciência, não há autonomia”. Essa postura proativa, possibilita a aprendizagem significativa, onde não há espaço para atividades que privilegiem a memorização ou reprodução, sem sentido e/ou contexto.

Nesse sentido, Petraglia (2013, p. 18) propõe uma definição da proposta epistemológica do PC:

[...] Trata-se de um pensamento que integra diferentes modos de pensar, opondo-se a qualquer mecanismo disjuntivo. Esse pensamento considera as influências internas e externas, e ainda enfrenta a incerteza e a contradição, sem deixar de viver com a solidariedade dos fenômenos. Enfatiza o problema e não a questão que tem uma solução linear. Como o ser humano é complexo, o pensamento também assim se apresenta.

Martinazzo, Martins e Silva (2018, p. 155) comentam que “a principal crítica de Morin ao atual sistema de ensino é que ele tem promovido a fragmentação do saber por meio de componentes disciplinares que tratam o conhecimento de forma descontextualizada”. Ainda de acordo com os autores supracitados, Morin entende que as distintas áreas de conhecimento devem fomentar a produção e a renovação dos saberes mobilizados, através do exercício do Pensamento Complexo e contextualizado (MARTINAZZO; MARTINS; SILVA, 2018).

Ainda de acordo com Morin (2006), a complexidade está latente na integração e desintegração do universo, pois a multidisciplinaridade faz parte da construção/

desconstrução, organização/desorganização, viver/morrer do universo, sendo muito carente a vida disciplinar ou unidisciplinar, onde a fragmentação e ordenação imperam. Ainda segundo o referido autor, há a necessidade uma tomada de consciência radical, que privilegie o entendimento do Pensamento Complexo e a destruição da inteligência cega¹, e que atualmente estagnam e não possibilitam que áreas como a Física, Biologia e Ciências Sociais possam dialogar, comutar informações e oportunizar o progresso do conhecimento profundo. Neste sentido, Petraglia (2013, p. 23) afirma:

A complexidade surgiu para questionar a fragmentação e o esfacelamento do conhecimento, em que o pensamento linear, sobretudo do século XIX, colocava o desenvolvimento da especialização como a supremacia da ciência, contrapondo-se ao saber generalista e global. A complexidade parte da noção relacional de parte e todo, incorpora a solidariedade e, coloca, lado a lado, no mesmo patamar hierárquico razão e subjetividade.

O sujeito, na perspectiva da complexidade, é aquele capaz de se auto-organizar e de estabelecer relações com o outro, transformando-se continuamente. É nessa relação de alteridade que ele encontra a autotranscendência, [...] modificando o seu meio. (PETRAGLIA, 2013, p. 26). Nesse sentido, Morin (2015, p. 83) menciona que “[...] o Pensamento Complexo não resolve por si só os problemas, mas se constitui numa ajuda à estratégia que pode resolvê-los”.

Morin, Almeida e Carvalho (2013, p. 63) ao citarem os desafios da complexidade, mencionam a história da Terra e da origem da vida como exemplos, segundo os autores:

a vida originou-se de moléculas ou de macromoléculas que, separadamente, não tem nenhuma das propriedades da vida [...]. As propriedades vivas não existem ao nível isolado das moléculas, pois só emergem graças a uma auto-organização complexa.

Zabala (2002) discute a necessidade de superarmos o modelo de pensamento linear e cartesiano vigente na escola e na sociedade e apresenta o enfoque globalizador e o uso de métodos globalizados como instrumentos para tornar a prática educativa eficaz em dotar os estudantes de estratégias e atitudes que lhes permitam enfrentar problemas e encontrar soluções para eles.

¹ Entende-se como inteligência cega um conhecimento sem consciência de si mesmo e incapaz de gerar uma visão global (MORIN, 2006).

3.3.1 Pensamento Complexo e as implicações no ensino

Zabala (2002) e Morin (2006) apontam a transdisciplinaridade, como um caminho para romper com a estrutura parcializada do ensino. Para Morin (2006), não basta apenas ensinar apresentando conteúdos de maneira desconexa, é necessário tornar significativos os conceitos e promover o Pensamento Complexo, contextualizando os saberes e desenvolvendo uma visão crítica nos estudantes. Nesse sentido, Krasilchik e Marandino (2004) afirmam que, a partir da década de 1960, o ensino de Biologia passou a dar ênfase à análise dos fenômenos comuns a todos os seres vivos, acarretando a inclusão de novos assuntos no currículo, com privilégio àqueles que dessem uma visão mais integradora do fenômeno vida, tais como ecologia, genética de populações e evolução.

Zabala (2002) destaca a necessidade de uma atuação pedagógica que tenha um enfoque globalizador, onde o objeto de estudo na escola deve ser a realidade, e os processos de ensino devem favorecer ao máximo o estabelecimento do maior número possível de relações entre os diferentes conteúdos aprendidos. Pode-se apresentar como exemplo contemporâneo da evolução o HIV (RIDLEY, 2006), pois esta epidemia pode demonstrar como uma determinada característica genética oferece vantagem evolutiva em um determinado ambiente.

Na visão de Zabala (2002) e Morin (2006), a prática pedagógica no ensino para a Complexidade, implica em desenvolver nos estudantes a capacidade de desconstruir e reconstruir a realidade. Assim, as modernas técnicas de análise bioquímica têm revelado as homologias existentes em nível molecular, onde proteínas diversas são formadas pelos mesmos aminoácidos básicos.

Morin (2006) defende que a visão complexa possibilita o repensar a educação e a realidade social contemporânea. Morin, Almeida e Carvalho (2013, p. 70) destacam que “a missão primordial do ensino supõe muito mais aprender a unir do que aprender a separar, o que aliás, vem sendo feito até o presente. Simultaneamente é preciso aprender a problematizar”. Neste sentido, Zabala (2002, p. 37) afirma que “a proposta de um ensino vinculado ao conhecimento da realidade em nenhum caso deve ser entendida como “utilitarista”, sendo interpretada como o ensino restrito à aplicabilidade imediata das aprendizagens que se realizam”. O autor referido complementa, dizendo que “a desvinculação entre teoria e prática não tem nenhum sentido no campo do saber, menos sentido ainda tem no ensino, no qual a “utilidade” do que se ensina deve ser inquestionável” (ZABALA, 2002, p. 37).

Dessa forma, promover o PC no ensino da BIO-EVO pode possibilitar o confronto dos estudantes com situações que os estimulem a analisar os problemas em sua origem, conduzindo-os à compreensão de suas causas, a uma mudança de mentalidade, uma apropriação dos saberes e a transformação em atitudes para construir uma postura que passe a orientar para a sustentabilidade (MORIN, 2006). Nesta óptica, Zabala (2002, p. 59) afirma que “formar para o desenvolvimento humano comprometido com a melhoria da sociedade implica uma educação para a complexidade”.

A perspectiva do Pensamento Complexo pode contribuir consideravelmente no entendimento das questões que emergem da sistemática filogenética, assim podendo ampliar e/ou qualificar o ensino de BIO-EVO. Nesse sentido, Coutinho e Bartholomei-Santos (2014) sugerem que a abordagem histórica se faz necessária no ensino de zoologia e evolução biológica, ou seja, a sistemática filogenética pode favorecer nesse sentido, pois através das relações biológicas e ecológicas é possível observar e inferir sobre a dinâmica dos seres vivos, aguçando consequentemente o olhar sistêmico, onde os processos evolutivos culminam na atual biodiversidade existente.

3.3.2 Transdisciplinaridade: perspectiva de religação dos saberes

A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são amplamente comentadas no meio educacional, desta forma, inicialmente há a necessidade de diferenciação destes termos. Segundo Petraglia (2013), a ação interdisciplinar consiste no compartilhamento de saberes entre dois ou mais componentes disciplinares. Essa interação pode ir da simples comunicação de ideias à integração mútua dos conceitos diretores da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados da organização referentes ao ensino e à pesquisa” (PETRAGLIA, 2013, p. 85). Já a ação transdisciplinar é resultado de uma axiomática comum a um conjunto de disciplinas. Ainda segundo a autora mencionada anteriormente,

Se a interdisciplinaridade tem o compromisso com a totalidade, sendo o ponto de chegada do conhecimento é, invariavelmente, o todo, a transdisciplinaridade [...] religa os saberes, atribuindo a mesma importância do todo à parte, não importando qual seja o ponto de partida ou o de chegada. (PETRAGLIA, 2013, p. 87)

Zabala (2002) define a transdisciplinaridade como a unificação das disciplinas curriculares. Menciona também que as relações entre os componentes curriculares ocorrem por intermédio de uma execução axiomática comum. A transdisciplinaridade é o estado

máximo, mais estreito de relações entre as disciplinas, de modo que chega a ser uma integração global dentro de um sistema totalizador, esse sistema auxilia a unidade interpretativa, com a intenção de constituir uma ciência que explique a realidade sem fragmentações. Essa perspectiva ainda se trata mais de um desejo educacional do que de uma realidade (ZABALA, 2002).

De acordo com Morin, Almeida e Carvalho (2013, p. 52), a transdisciplinaridade apresenta características peculiares,

A transdisciplinaridade se caracteriza geralmente por esquemas cognitivos que atravessam as disciplinas e por vezes com uma tal virulência que as coloca em transe. Em resumo, são as redes complexas de inter, poli e transdisciplinaridade que operaram e desempenharam um papel fecundo na história das ciências.

Diante da fragmentação e linearidade da ciência, é necessária uma reforma educacional que, implica na substituição de um pensamento disjuntivo e redutor por um Pensamento Complexo, transdisciplinar (PETRAGLIA, 2013). Almeida e Carvalho (2013, p. 53) corroboram com estas ideias e salientam que:

A história da ciência é marcada por grandes unificações transdisciplinares [...] com os nomes de Newton, Maxwell, Einstein, pelo esplendor de filosofias subjacentes (empirismo, positivismo, pragmatismo) ou por imperialismos teóricos (marxismo, freudismo).

Naturalmente, a ciência é desassociada da Filosofia e para conseguir articular o Pensamento Complexo é fundamental religar todos os elementos de uma ciência fragmentada (MORIN, 1999).

Leff (2010), por sua vez, aponta que a transdisciplinaridade pode ser definida como um processo de troca de saberes entre diversos campos e ramos do conhecimento científico, nos quais uns transferem métodos, conceitos, termos e inclusive corpos teóricos inteiros para outros, os quais são incorporados e assimilados pelo componente curricular importador, induzindo assim um processo de avanço/retrocesso do conhecimento, característico do desenvolvimento das ciências. Segundo Petraglia (2013, p. 108),

A transdisciplinaridade é a prática do que une o múltiplo e o diverso no processo de construção de conhecimento e incorpora a problematização, com vistas à solidariedade e à comunicação de ideias. O prefixo TRANS diz respeito ao que está, ao mesmo tempo, entre – através – além de qualquer disciplina.

Carvalho (2006, p. 121) enfatiza que a transdisciplinaridade “radicaliza a ideia de reacomodação da unificação dos conhecimentos disciplinares, com relativo desaparecimento de cada disciplina. [...] seria fusionado em um amplo corpo de conhecimentos universais”.

De acordo com Morin, Almeida e Carvalho (2013) a articulação de saberes constitui uma tarefa vital e fundamental, porque se funda na perspectiva de regenerar a cultura pela religação de duas culturas separadas, a da ciência e das humanidades. Ainda, segundo os autores supracitados, “esta religação nos permite contextualizar corretamente, assim como refletir e tentar integrar nosso saber na vida [...]” (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p. 73). Nesse contexto, Martinazzo, Martins e Silva (2018, p. 154) compreendem que:

A religação dos saberes é um dos propósitos centrais do pensamento pedagógico de Morin [...] religar saberes confere sentido às informações e aprendizagem que enfocam o real de forma fragmentada e parcelar. No enfoque do Pensamento Complexo emerge uma perspectiva de racionalidade que agrega razão e sensibilidade e que projeta uma educação para viver uma civilização planetária, com base em uma ação dialógica com diversas áreas do conhecimento.

As ações e articulações nos processos educativos de religar e problematizar os temas caminham juntas. Ainda segundo Morin, Almeida e Carvalho (2013) uma boa sugestão aos professores é tentar religar as questões a partir do ser humano, “mostrando-o em seus aspectos biológicos, psicológicos e sociais. Desse modo poderia chegar às disciplinas mantendo nelas a relação humana” (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p. 71).

A religação implica em uma reaprendizagem que, por sua vez, possibilita a ação de três princípios: o circuito recursivo ou autoprodutivo que rompe com a casualidade linear; a dialógica é o segundo e o hologramático é o terceiro princípio (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013).

Almeida (2009) exemplifica a ação de religação dos saberes a partir de um estudo diagnóstico das condições ecológicas, econômicas e técnicas da atividade profissional pesqueira, que contou com pesquisadores das áreas de Biologia, História e Antropologia. O desafio deste trabalho foi de proporcionar o diálogo entre os saberes científicos e os conhecimentos culturais (tradição). Este estudo procura aproximar olhares diferentes sobre os fenômenos do mundo (ALMEIDA, 2009).

Petraglia (2013, p. 108) comenta que “[...] se há uma finalidade para a Educação é a de nos tornar mais livres e felizes! Daí a importância da transdisciplinaridade e do Pensamento Complexo [...] inclui ciência, técnica, arte, prosa e poesia”.

3.4 FORMAÇÃO DE PROFESSORES: A MOBILIZAÇÃO DOS SABERES

Vários estudos têm evidenciado que os professores não estão recebendo preparo suficiente no momento da formação inicial docente, estas lacunas dificultam o enfrentamento da realidade das escolas públicas e das demandas hoje existentes, não conseguindo assumir as novas atribuições que passam a ser cobradas pelos professores (LEITE; GHEDIN; ALMEIDA, 2008). Nesta perspectiva, Alarcão (2011) comenta que para os professores não se sentirem ultrapassados, precisam urgentemente de se recontextualizarem na sua identidade e responsabilidade profissionais.

Os formadores e os responsáveis pela formação dos professores devem trabalhar em dois planos (PERRENOUD, 2002, p. 30-31):

- De forma conjunta, na escala de um projeto de estabelecimento, para construir uma visão comum e sintética da formação dos professores, de seus objetivos e procedimentos;
- Em grupos de trabalho mais restritos para desenvolver dispositivos específicos coerentes com o plano conjunto.

Na contemporaneidade, as principais carências encontram-se no primeiro registro. Segundo Perrenoud (2002, p. 30-31), “os formadores trabalham, refletem, formam-se, inovam, mas com frequência cada um continua no seu canto”.

O parecer CNE CP028/2001, homologado pelo conselho pleno federal, caracteriza a Prática como Componente Curricular (PCC) nos cursos de graduação (licenciaturas), ainda sugere que ela deve ser planejada na elaboração do projeto pedagógico do curso. Estas atividades devem oportunizar a visão interdisciplinar no contexto escolar, a relação teoria e prática, o saber e o fazer, o conhecimento sobre gestão educacional, administração e resolução de problemas no ambiente da educação-formal (BRASIL, 2001).

Leite, Ghedin e Almeida (2008) comentam que se faz necessário possibilitar ao futuro professor, a construção de uma identidade profissional com os saberes docentes necessários às exigências da população envolvida e as demandas da sociedade contemporânea. É preciso investir numa formação que vincule teoria e prática desde o início do curso, a partir da pesquisa e de uma efetiva inserção no interior da escola (LEITE; GHEDIN; ALMEIDA, 2008, p. 49).

Dessa maneira, é preciso compreender que nossas concepções e nossas práticas pedagógicas podem se modificar na medida em que vamos estudando, buscando novas formações, participando de discussões. E é assim que vamos nos constituindo professores, no

dia a dia da sala de aula, através da experiência e da formação contínua. A esse olhar Pimenta (2000, p. 8, grifo da autora), fala sobre as experiências pessoais e docentes.

Assim, da **experiência** acumulada em sua vida, refletida, submetida a análises, a confrontos com as teorias e as práticas, próprias e as de outrem, a avaliação de seus resultados, é que o professor vai construindo seu jeito de ser professor.

Colaborando com o assunto, Valduga e Menezes (2007, p. 49), destacam que na formação docente, os professores precisam também se colocar na posição de aprendente: “[...] desse modo, o professor constitui-se como ensinante e aprendente simultaneamente, ou seja, é importante que se perceba aprendendo no mesmo instante que ensina”. Os saberes profissionais dos professores parecem ser, portanto, plurais, compósitos, heterogêneos, pois trazem à tona, no próprio exercício do trabalho, conhecimentos e manifestações do saber-fazer e do saber-ser bastante diversificados e provenientes de fontes variadas, as quais podemos supor também que sejam de natureza diferente (TARDIF, 2012, p. 61).

Os saberes voltados para a prática educativa, num processo dialético, desenvolvem e começam a compor as ações pedagógicas, redimensionando-as para dar sentido e continuidade ao processo de ensino e aprendizagem. Estudos evidenciam que para pensar o ensino como atividade profissional, não suficiente o domínio de conteúdo, pois fazem-se necessários outros saberes, entre eles, o chamado “conhecimento pedagógico do conteúdo”, ou seja, a ciência de como um conteúdo se faz compreensível pelos discentes (RAMALHO; NUNES; CRUSOÉ, 2014).

Os saberes docentes são temporais, pois são aplicados e se desenvolvem no decorrer de uma carreira, isto é, ao longo de um processo temporal de vida profissional de longa duração, no qual estão presentes distintas dimensões identitárias e de socialização profissional, além de fases e mudanças (TARDIF, 2012).

Tardif (2012) atribuí à noção de “saber” um sentido amplo que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes dos professores, ou seja, o chamado de saber-fazer e de saber-ser. Ainda sobre os saberes mobilizados dos professores, Tardif (2012, p. 11, grifo do autor) afirma que:

O saber não é uma coisa que flutua no espaço: o saber dos professores é o saber *deles* e está relacionado com a pessoa e a identidade deles, com sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros atores escolares na escola, etc. Por isso, é necessário estudá-lo relacionando-o com esses elementos constitutivos do trabalho docente.

Ainda referente aos saberes docentes, Perrenoud et al. (2002) enfatizam que não defendem uma visão estreitamente utilitarista dos saberes teóricos, ao contrário, não corroboram com a visão de acumulação de conteúdos, principalmente nos planos de formação do magistério. Os autores mencionados ainda destacam que vários programas de formação inicial de professores limitam-se a elaborar um vínculo entre os saberes universitários e as diretrizes escolares, o que não é inútil, porém ocupa expressivo espaço na grade curricular da graduação, em detrimento de saberes pedagógicos, didáticos e sociológicos, os quais são mais próximos da prática.

Nesta mesma linha de raciocínio, Tardif (2012, p. 61) destaca a abrangência dos saberes docentes:

Os saberes que servem de base para o ensino, tais como são vistos pelos professores, não se limitam a conteúdos bem circunscritos que dependem de um conhecimento especializado. Eles abrangem uma grande diversidade de objetos, de questões, de problemas que estão todos relacionados com seu trabalho. Além disso, não correspondem, ou pelo menos muito pouco, aos conhecimentos teóricos obtidos na universidade e produzidos pela pesquisa na área da Educação: para os professores de profissão, a experiência de trabalho parece ser a fonte privilegiada de seu saber ensinar.

O contexto da produção de saberes, não pode abandonar os conhecimentos frutos de pesquisas acadêmicas, nem aqueles provenientes de experiências pedagógicas dos profissionais da Educação Básica. A experiência de (re)construção dos saberes docentes passa necessariamente pelo âmbito das práticas, estas são um conjunto de muitas complexidades, que incluem: (in)certezas, valores, crenças, pensamentos, modos de agir e de pensar o saber docente e (inter)ação com os sujeitos e com os contextos, baseando-se em diferentes perspectivas tanto teóricas quanto práticas (RAMALHO; NUNES; CRUSOÉ, 2014).

A seguir está apresentado o Quadro 4, onde Tardif (2012) elencou os saberes utilizados pelos professores no contexto de sua profissão e da sala de aula. Os docentes utilizam constantemente seus conhecimentos pessoais em um saber-fazer personalizado, de acordo com Tardif (2012, p. 64) “trabalham com os programas e livros didáticos, baseiam-se em saberes escolares relativos às matérias ensinadas, fiam-se em sua experiência e retêm certos elementos de sua formação profissional”.

Quadro 4 - Modelo tipológico para classificar identificar e classificar os saberes dos professores

Saberes dos professores	Fontes sociais de aquisição	Modos de integração no trabalho docente
Saberes pessoais dos professores.	A família, o ambiente de vida, a educação no sentido lato, etc.	Pela história de vida e pela socialização primária.
Saberes provenientes da formação escolar anterior.	A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados, etc.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério.	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem, etc.	Pela formação e pelas socializações profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.	A utilização das “ferramentas” dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc.	Pela utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares, etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.

Fonte: Adaptado de TARDIF (2012, p. 63).

O quadro acima registra a natureza social do saber profissional, pode-se constatar através de estudos nas áreas de educação e ensino que os diversos saberes docentes estão longe de serem todos produzidos diretamente por eles, ou seja, segundo Tardif (2012, p. 64) “[...] vários saberes são de um certo modo exteriores ao ofício de ensinar, pois provêm de lugares sociais anteriores à carreira propriamente dita ou situados fora do trabalho cotidiano”.

Na ausência de um saber específico à ação docente para ensinar, “uma espécie de saber pedagógico profissional, o professorado continuará a recorrer à experiência, à instituição, apenas ao livro didático e à sua representação a respeito daquilo que deve ser ensinar e aprender”. (RAMALHO; NUNES; CRUSOÉ, 2014, p. 57). Neste sentido Tardif (2012, p. 68, grifo do autor) comenta que “o desenvolvimento do saber profissional é associado *tanto às suas fontes e lugares de aquisição quanto aos seus momentos e fases de construção*”.

Faz-se necessário repensar a formação do professor de acordo com a necessidade social da escola pública, aberta ao novo, capaz de oferecer ao aluno caminhos para a busca de respostas aos problemas que enfrenta no cotidiano. É necessário possibilitar, ao futuro professor, a construção de uma identidade profissional com os saberes docentes necessários às exigências da população envolvida e as demandas atuais (LEITE; GHEDIN; ALMEIDA, 2008).

3.4.1 Formação do docente de Ciências Naturais/Biológicas e Transposição Didática (TD)

É inquestionável que o professor de Ciências Naturais precisa ter domínio de teorias científicas e de suas vinculações com as tecnologias, porém, fica cada vez mais claro, para uma parcela de educadores que somente esta característica não garante o sucesso no desempenho da prática pedagógica (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

A atuação profissional em Ciências da Natureza, em especial na educação básica, do mesmo modo que a de seus formadores, “constitui um conjunto de saberes e práticas que não se reduzem a um competente domínio dos procedimentos, conceituações, modelos e teorias científicos” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 31-32).

Bizzo (2012) salienta que existe uma divisão entre aquilo que se ensina e aquilo que se aprende, verificando que um dos problemas encontrados no ensino é a distância entre o conhecimento produzido pelos cientistas em suas pesquisas e o resultado do processo de ensino na mente dos estudantes. Segundo Ward et al. (2010, p. 25):

[...] a variedade do conhecimento e do entendimento científicos aceitos é imensa e se desenvolveu ao longo de milhares de anos. O corpo do conhecimento científico conhecido, porém, não é estático e imutável [...] o processo de mudança ocorre gradualmente.

Ao se desconsiderar também a perspectiva histórica na construção dos conhecimentos, cria-se uma imagem de ciência desvinculada de contextos políticos e sociais que interferem e influem diretamente na construção desses conhecimentos. Também pode levar à visão distorcida de que a ciência está sempre em expansão, em melhoria, dando a ideia de que os cientistas do passado estavam “errados” e que atualmente temos a visão “correta” do conhecimento, conforme observado por Bizzo (2012). Além disso, desvincula toda a produção científica dos juízos de valores e dos significados sociais e culturais próprios de cada época.

Sacristán (2012), aborda a importância da ciência para a formação dos professores, pontua que se pode refletir por meio da ciência, ela pode servir para pensar, “o grande fracasso da formação dos professores está em que a ciência que lhes damos não lhes serve para pensar. Entretanto a ciência pode nos ajudar a pensar”. Neste sentido, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 145) inferem que:

A compreensão das Ciências Naturais como um projeto histórico, um conhecimento não acabado, dependente de um trabalho que dá oportunidade de expressão para os indivíduos, mas cujo acervo é resultado selecionado de uma produção coletiva, além de criar um significado para as informações apreendidas isoladamente, desmitifica a ciência como um conhecimento para poucos eleitos, com perfis e capacidades variadas.

Segundo Bizzo (2002), o Ensino de Ciências não pode direcionar para aprendizagens que sejam lineares e fragmentadas. Os conteúdos dessa área padronizados dos livros precisam ser abordados relacionando-os com questões sociais, ambientais ou mesmo com valores e hábitos culturais, pois é possível engajar conhecimento que objetiva, assim é possível propiciar o desenvolvimento de novas consciências e ampliar as potencialidades da vida na sociedade e no ambiente (BIZZO, 2002).

Historicamente tínhamos um ensino de Ciências direcionado para *formar cientistas*, hoje temos a meta de *ciências para todos*. Juntamente com a meta de proporcionar os saberes científicos e tecnológicos para a maioria da população escolarizada, deve-se ressaltar que o trabalho docente precisa ser direcionado para um conjunto de ações que valorizem a apropriação crítica dos alunos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, grifos dos autores). Essa criticidade só é possível nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências, quando o docente consegue efetivar satisfatoriamente as transposições didáticas, a fim de garantir a contextualização dos conteúdos curriculares.

Segundo Siqueira e Pietrocola (2006), o conceito da Transposição Didática teve sua origem com o sociólogo Michel Verret, em 1975 na França. Porém, em 1982, Yves Chevallard e Marie-Alberte Joshua, utilizaram-no para analisar e discutir as transformações sofridas com a noção matemática de distância, entre o momento de sua introdução em 1906, por Fréchet, no “saber sábio”, e o momento de sua introdução em 1971 nos programas de geometria da sétima série, em relação com a reta 6. Ou seja, eles analisaram a transformação do conhecimento matemático dos cientistas até a sua adequação às salas de aulas pelos professores, de maneira que os alunos pudessem compreender esse conhecimento.

A Transposição Didática analisa as transformações ocorridas no saber de referência (Saber Sábio) até se tornar um saber da sala de aula (Saber Ensinado) (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006).

3.4.2 Diretrizes Nacionais para Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas

O CNE através da homologação da resolução N° 2 de 1° de julho de 2015 define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada (BRASIL, 2015, p. 3):

Art. 2° § 1° Compreende-se à docência como ação educativa e como processo pedagógico intencional e metódico, envolvendo conhecimentos específicos, interdisciplinares e pedagógicos, conceitos, princípios e objetivos da formação que se desenvolvem na construção e apropriação dos valores éticos, linguísticos, estéticos e políticos do conhecimento inerentes à sólida formação científica e cultural do ensinar/aprender, à socialização e construção de conhecimentos e sua inovação, em diálogo constante entre diferentes visões de mundo.

De acordo com o parecer do CNE n° 1.301/2001, aprovado em 6 de novembro de 2001, onde constam as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado), o estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. (BRASIL, 2001, p. 1).

Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador. Os seguintes conteúdos são considerados básicos de acordo com Brasil (2001, p. 5-6):

BIOLOGIA CELULAR, MOLECULAR E EVOLUÇÃO: Visão ampla da organização e interações biológicas, construída a partir do estudo da estrutura molecular e celular, função e mecanismos fisiológicos da regulação em modelos eucariontes, procariontes e de partículas virais, fundamentados pela informação bioquímica, biofísica, genética e imunológica. Compreensão dos mecanismos de transmissão da informação genética, em nível molecular, celular e evolutivo;

DIVERSIDADE BIOLÓGICA: Conhecimento da classificação, filogenia, organização, biogeografia, etologia, fisiologia e estratégias adaptativas morfofuncionais dos seres vivos;

ECOLOGIA: Relações entre os seres vivos e destes com o ambiente ao longo do tempo geológico. Conhecimento da dinâmica das populações, comunidades e ecossistemas, da conservação e manejo da fauna e flora e da relação saúde, educação e ambiente;

FUNDAMENTOS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA: Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos;

FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS E SOCIAIS: Reflexão e discussão dos aspectos éticos e legais relacionados ao exercício profissional. Conhecimentos básicos de: História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos.

A partir da análise do parecer do CNE nº 1.301/2001, observou-se a necessidade de um ensino/formação docente em Ciências Biológicas menos fragmentado e mais integrado às necessidades sociais atuais. Para esta busca de integração entre os componentes da área biológica (específica do curso), exige-se a aplicação da transversalidade e fomento ao Pensamento Complexo, esta postura pode dificultar a compartimentalização dos currículos acadêmicos, com isso estimulando uma formação docente menos limitada e restritiva, mais crítica e reflexiva exigida pela sociedade atual.

3.5 A LUDICIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A origem da palavra “lúdico” vem do latim “*ludus*” que quer dizer “jogo”. O significado de “lúdico”, conforme Kishimoto (1993) refere-se a um conjunto de jogos, brinquedos e divertimentos, constituindo-se como o aspecto lúdico da aprendizagem. No entanto, durante o reconhecimento da palavra "lúdico" no âmbito educacional, passou a ser reconhecido também como algo essencial para o auxílio do desenvolvimento e comportamento humano. Dessa forma, o aspecto “lúdico” deixou de ser uma simples brincadeira ou jogo, já que os resultados do uso da ludicidade, em diferentes níveis de ensino, excedem os alcances do brincar instintivo.

Através das atividades lúdicas exploramos conceitos científicos e refletimos sobre a realidade e cultura na qual vivemos. Pode-se dizer que nas atividades lúdicas ultrapassamos a realidade, transformando-a através da imaginação. A incorporação do lúdico, de jogos e de brinquedos na prática educativa desenvolve diferentes capacidades que contribuem com a aprendizagem, ampliando a rede de significados construtivos tanto para as crianças, como para os jovens (MALUF, 2006).

3.5.1 Jogos didáticos e suas potencialidades

O jogo didático ou pedagógico é aquele elaborado com o objetivo de proporcionar aprendizagens, diferenciando-se dos materiais pedagógicos tradicionais, por oportunizar a ludicidade e destinado a alcançar objetivos pedagógicos pré-determinados no planejamento docente (ORTIZ, 2005). O jogo didático é um recurso metodológico que possibilita a qualificação da ação educativa e a possível melhora no desempenho dos estudantes, especialmente em conteúdos mais complexos, que tem uma difícil compreensão (HUIZINGA, 2007).

O jogo é uma estratégia pedagógica que pode ser utilizada como motivação para aprendizagem no ensino de Ciências. É também fonte de estímulo na construção do conhecimento humano, apresentando como uma das características das atividades lúdicas, a voluntariedade, sendo que esta participação deve ser uma decisão voluntária, que prescinde de qualquer outra recompensa além da própria participação (TRIVELATO; SILVA, 2011). Segundo Marinheiro et al. (2016, p. 5):

[...] ao utilizarmos brincadeiras envolvendo jogos digitais com finalidade educativa, estamos aliando o desenvolvimento de habilidades e competências almejadas pela escola, com diversão e entretenimento, aproveitando a predisposição das crianças e dos jovens para interagir com os jogos.

De acordo com Garófano e Caveda (2005) podemos conceituar a natureza do jogo como: um meio de expressão e/ou comunicação de primeira ordem, de desenvolvimento motor, cognitivo, afetivo e socializador por excelência. Esta atividade lúdica pode ocorrer de forma espontânea, sempre respeitando o princípio da motivação. De acordo com Kishimoto (1993, p. 15) “os jogos têm diversas origens e culturas que são transmitidas pelos diferentes jogos e formas de jogar”.

Ortiz (2005) propõe algumas características essenciais do jogo, as quais o diferencia de qualquer outra atividade pedagógica, entre elas: ausência de finalidade; brinquedos/objetos não imprescindíveis; motivação intrínseca; voluntariedade; diferentes graus de complexidade; representação; efeito catártico; seriedade e prazer; não esgotamento físico e psicológico e caráter inato.

Os jogos didáticos apresentam grande importância nas práticas de ensino e aprendizagem no contexto escolar, na formação cognitiva, como também no desenvolvimento social e moral dos sujeitos (KISHIMOTO, 1993). Ainda de acordo com a autora, o jogo educativo utilizado em sala de aula na maioria das vezes vai além das brincadeiras e se torna uma ferramenta para o aprendizado.

Nesse sentido, Trivelato e Silva (2011, p. 117), enfatizam que “o jogo lúdico pressupõe o emprego de diversas linguagens e a possibilidade de ser utilizado articulando conceitos e áreas”. Ainda nesta perspectiva, Huizinga (2007, p. 33) destaca que o jogo lúdico é:

[...] uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um

sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.

De acordo com Sanmartín (2005), a aplicação de jogos permite a participação ativa de todos os alunos, já que diminuem as exigências técnicas e a informalidade se faz presente. Nesse sentido, o jogo propicia a interação entre os discentes, aprender atitudes, valores, competências e informações sobre o mundo que os rodeia; além de proporcionar vivências de constatar e poder analisar as diferentes situações do ponto de vista alheio (SANMARTÍN, 2005).

Para Kishimoto (1993), explorar atividades lúdicas nos processos de ensino e aprendizagem pode ser de grande valia para o desenvolvimento cognitivo e emocional do(a) educando(a). Além disso, os jogos e brincadeiras são atividades que despertam muito o interesse dos discentes. O jogo como promotor de aprendizagens e do desenvolvimento, passa a ser considerado nas práticas escolares como importante aliado para o ensino, já que colocar o aluno diante de situações lúdicas como jogo pode ser uma boa estratégia para aproximá-lo dos conteúdos culturais a serem veiculados na escola (KISHIMOTO, 1993).

Dentre as variações dos jogos lúdicos, destaca-se a trilha interativa, conhecida popularmente como jogo de tabuleiro. De acordo com Trivelato e Silva (2011, p. 129) podemos definir jogos de trilha como:

Nesse tipo de jogo, os jogadores ou suas peças devem deslocar-se por um caminho dividido em várias “casas”, cujo objetivo a ser alcançado é o final da trilha. No entanto, para chegar lá, existem vários obstáculos e/ou perguntas que os jogadores devem responder. Geralmente estão associados também alguns “castigos” (retorno de casas) ou “recompensas” (avanços) sobre o acerto ou não das respostas.

Trivelato e Silva (2011) enfatizam que os jogos que contemplam trilhas são adequados para explorar conhecimentos sobre evolução, como variabilidade e sobrevivência diferencial, competição entre indivíduos e espécies, limitação de fatores ambientais, entre outros.

Dentro do universo de atividades lúdicas, às quais devem ser dinâmicas, evidenciam-se os jogos, conforme Neves, Campos e Simões (2015, p. 457):

Nesse caso, os jogos didáticos são mais indicados, possibilitando o raciocínio lógico e o pensamento abstrato, gerando motivação e estimulando a vontade de se apropriar do conhecimento. Jogos são conhecidos por transmitirem conteúdos de maneira eficiente e prazerosa. Desenvolvem ainda, em maior ou menor grau, habilidades linguísticas, morais, cognitivas, afetivas e físico-motoras.

Em vista disso, podemos considerar os jogos didáticos como excelentes ferramentas para o ensino, conforme citado acima, dadas as suas características de atrair a atenção do aluno, ajudando-o a construir seu conhecimento. Segundo Joucoski et al. (2011, p. 2), “os jogos incentivam trabalho em equipes e a interação professor-aluno, auxiliando o desenvolvimento de raciocínio e habilidades”. A esse respeito, Ward et al. (2010) afirmam que o uso de diferentes tipos de jogos proporciona uma rica variedade de oportunidades de aprendizagem. O jogo é conhecido como um poderoso mediador para a aprendizagem no decorrer da vida da pessoa.

Vendruscolo et al. (2005) colocam que existem novas exigências que precisam ser trabalhadas no ambiente escolar e que as tecnologias mostram grande potencial didático-pedagógico. Corroborando com estas ideias, Valente (1997) já apontava para a necessidade da inserção das tecnologias digitais e seus recursos nos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades da educação.

Desta forma, as atividades lúdicas se constituem como um importante instrumento do trabalho docente, desde que o mediador consiga explorar no sentido de desenvolver competências, promovendo a motivação dos alunos. O lúdico é integrador de várias dimensões como, por exemplo, a afetividade e a socialização, com colaboração entre pares. Assim, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, estimulando-os à interação no ambiente escolar.

As atividades lúdicas e em especial, os jogos didáticos, podem auxiliar não só na assimilação dos conteúdos em si, como também em aspectos mais amplos dos educandos, como fatores emocionais, pois, ao jogar poderão surgir situações em que os alunos terão de cooperar entre si, desenvolvendo também sua confiança e autocontrole (KISHIMOTO, 1993).

4 CENÁRIO E CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

Neste capítulo, estão delineados os pressupostos metodológicos para o desenvolvimento da investigação.

O processo de pesquisa pressupõe uma ação de continuidade, pois as descobertas de uma fase servem de base para as posteriores, quer na sua afirmação, quer na refutação. O trabalho caracteriza-se de modo geral como uma pesquisa empírica fundamentada nos Métodos Mistos.

Desse modo, a trajetória do estudo foi alicerçada em estudos bibliográficos realizados de forma crítica e ampla, procurando, de um lado, colocar o estado do conhecimento atual sobre o problema e, do outro, estabelecer um diálogo reflexivo, analítico e metódico entre a teoria e o objeto de investigação.

Neste contexto, a tese enquadra-se na perspectiva de um estudo que contempla os Métodos Mistos. Conforme Creswell (2010), a pesquisa mista possui duas abordagens com características antagônicas, ou seja, uma prevalece sobre a outra podendo se complementar na apresentação de resultados. Neste sentido, Dal-Farra e Lopes (2013, p. 70) relatam que:

Atualmente, há a necessidade de construir estudos de forma rigorosa no momento de integrar as evidências obtidas entre as modalidades qualitativas e quantitativas, assim como ultrapassar as fronteiras que as separam, tal como ocorre em estudos que associam a força dos resultados confirmatórios de uma análise quantitativa multivariada com as descrições explanatórias profundas obtidas de análises qualitativas.

Neste sentido, a construção de estudos com Métodos Mistos pode proporcionar pesquisas de grande relevância para a Educação como corpus organizado de conhecimento, desde que os pesquisadores saibam identificar com clareza as potencialidades e as limitações no momento de aplicar os métodos em questão. Como afirmam Strauss e Corbin (2008, p. 39-40), “aludindo a outros autores, no processo de teorização, qualquer técnica, seja quantitativa ou qualitativa, representa apenas um meio para atingir o objetivo”.

De acordo com Creswell e Plano Clark (2013, p. 22) existe um conjunto de características essenciais da pesquisa de Métodos Mistos, onde o pesquisador:

- Coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso, tanto os dados qualitativos quanto os quantitativos (tendo por base as questões de pesquisa);

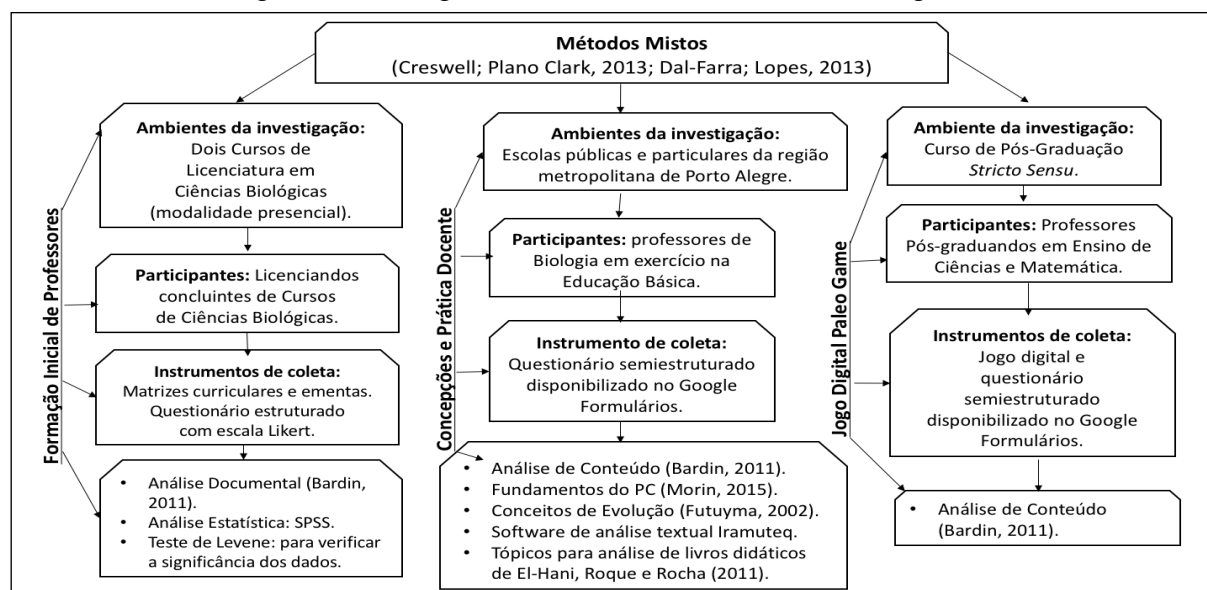
- Mistura (ou integra ou vincula) as duas formas de dados concomitantemente, combinando-os (ou misturando-os) de modo sequencial, fazendo um construir o outro ou incorporando um no outro;
- Dá prioridade a uma ou a ambas as formas de dados (em termos do que a pesquisa enfatiza);
- Usa estes procedimentos em um único estudo ou em múltiplas fases de um programa de estudo;
- Estrutura estes procedimentos de acordo com as visões de mundo filosóficas e lentes teóricas;
- Combina os procedimentos em projetos de pesquisa específicos que direcionam o plano para a condução do estudo.

Os problemas de pesquisa propícios aos métodos mistos são aqueles em que uma fonte de dados pode ser insuficiente, os resultados necessitam ser detalhados e explicados:

os achados exploratórios precisam ser generalizados, um segundo método é necessário para melhorar um método primário, uma postura teórica necessita ser empregada e um objetivo geral da pesquisa pode ser mais bem tratado com fases ou projetos múltiplos. (CRESWELL; PLANO CLARK, 2013, p. 24)

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa estão apresentados de forma sintética no fluxograma a seguir (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma com Procedimentos Metodológicos



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Maiores detalhamentos dos procedimentos metodológicos serão apresentados nos tópicos subsequentes.

4.1 MOMENTOS DA INVESTIGAÇÃO

Para o desenvolvimento da espiral investigativa foram explorados procedimentos específicos na coleta e avaliação dos resultados, os quais estão delineados em três grandes momentos, com os detalhamentos a seguir:

1º Momento: Formação Inicial de Professores

- a) Busca por aportes teóricos na área de formação de professores e de ensino de BIO-EVO;
- b) Apreciação das matrizes curriculares de sete Cursos de Ciências Biológicas, utilizando análise documental;
- c) Levantamento das concepções de acadêmicos concluintes em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas acerca de temas relacionados a BIO-EVO, por intermédio de aplicação de questionário estruturado, contemplando a Escala Likert;
- d) Realização de Análise Estatística dos Dados.

2º Momento: Concepções e Prática Docente em BIO-EVO

- a) Busca por referenciais teóricos na área de ensino de BIO-EVO;
- b) Análise das concepções e prática docente, através de instrumento de coleta de dados semiestruturado (questionário).;
- c) Aplicação de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011);
- d) Elaboração de árvores de similitude no *software* Iramuteq, a partir da argumentação docente.

3º Momento: Elaboração e Aperfeiçoamento do Jogo Digital “Paleo Game”

- a) Busca por referenciais teóricos nas áreas de jogos pedagógicos e tecnologias digitais;
- b) Estudo das potencialidades do jogo digital através de oficinas em um curso de formação continuada docente em Ensino de Ciências;
- c) Análise das percepções dos professores acerca da atividade pedagógica, através de aplicação de questionário semiestruturado.

Para alcançar os objetivos específicos delineados no estudo, houve a necessidade de articular diferentes metodologias. Os objetivos específicos com os respectivos procedimentos metodológicos, estão exibidos no Quadro 5.

Quadro 5 - Objetivos específicos do estudo e respectivas metodologias aplicadas

Objetivos específicos	Metodologia(s) aplicada(s)
Identificar a abordagem da Evolução Biológica nas ementas e programas das disciplinas curriculares ofertadas em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas presentes na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS.	Apreciação e avaliação das ementas por intermédio de análise documental, tendo como base resoluções do Conselho Nacional de Educação, que dispõem sobre as diretrizes nacionais para Cursos de Formação de Professores.
Analisar os saberes mobilizados, perspectivas e práticas pedagógicas de professores, acerca de suas vivências envolvendo a BIO-EVO.	Aplicação de ICD semiestruturado adaptado da publicação de Meglhiortti (2004). Exploração dos dados em <i>software</i> de análise textual (Iramuteq). Desenvolvimento de análise de conteúdo (BARDIN, 2011).
Contrastar as interfaces entre o Pensamento Complexo e o ensino de BIO-EVO, no âmbito da Educação Básica.	Aplicação de ICD semiestruturado adaptado da publicação de Meglhiortti (2004). Exploração dos dados em <i>software</i> de análise textual (Iramuteq). Desenvolvimento de análise de conteúdo (BARDIN, 2011).
Comparar as abordagens dos conteúdos evolutivos, a apresentação gráfica e as estratégias pedagógicas propostas nos livros didáticos e/ou paradidáticos da área de Ciências da Natureza, utilizados pelos professores entrevistados.	Estudo e comparação a partir da adaptação de tópicos norteadores propostos por El-Hani, Roque e Rocha (2011).
Investigar os conhecimentos de acadêmicos (concluintes) de dois Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, acerca saberes envolvendo a BIO-EVO.	Aplicação de ICD estruturado adaptado das publicações de Carneiro (2004); Meglhiortti (2004); Licatti (2005) e Oleques (2010), contemplando a escala Likert e realização de análise estatística - teste de significância (t).
Organizar uma oficina para a formação de professores da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, possibilitando a reflexão e debate em torno das principais questões evolucionistas, tendo como culminância a exploração de um jogo digital.	Exploração de jogo digital e aplicação de ICD semiestruturado adaptado do trabalho de Santos et al. (2015). Aplicação de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

As especificações sobre os procedimentos metodológicos adotados neste estudo constam nos tópicos a seguir, 5.1, 6.1 e 7.1 intitulados como “Ambientes da investigação”, 5.2, 6.2 e 7.2 identificados como “Caracterização dos participantes” e 5.3, 6.3 e 7.3 onde constam os “Instrumentos de Coleta e Análise dos dados”.

5 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Neste capítulo, estão apresentados os procedimentos metodológicos que balizam a investigação e os resultados referentes ao âmbito da Formação Inicial de Professores de Ciências.

5.1 AMBIENTES DA INVESTIGAÇÃO

Cursos de Licenciaturas em Ciências Biológicas ofertados na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS.

Foram apreciados os componentes curriculares de Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, ofertados na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, que evidenciam alguma menção direta ou indireta a conteúdos relacionados à BIO-EVO. Destaca-se que nesta apreciação das matrizes curriculares (ementas, referências básicas e complementares) não foram contabilizados dados referentes às ações interdisciplinares e nem articulações entre ensino, pesquisa e extensão no âmbito acadêmico. As informações exploradas na pesquisa foram extraídas exclusivamente dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) em vigor nos anos de 2017 e 2018.

Além disso, foi incluída também a apresentação de uma avaliação das concepções de licenciandos em Ciências Biológicas sobre temáticas envolvendo a BIO-EVO, com aplicação de Análise Estatística.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Participaram desta investigação sete Instituições de Ensino Superior (IES) que oferecem Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, somente na modalidade presencial. A partir das análises das matrizes curriculares destes cursos de graduação, foram selecionadas apenas duas instituições, tendo como único critério: a que apresentou maior carga horária de conteúdos de BIO-EVO e a IES com menor abordagem de temas relacionados a evolução biológica. Dessa forma, tornou-se possível analisar as concepções de licenciandos concluintes (do 6º ao 8º semestre) em Ciências Biológicas e verificar as possíveis interfaces entre a formação científica dos graduandos e a organização da matriz curricular do curso de graduação.

5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados utilizados no tópico “Formação Inicial de Professores”, foram:

- Análise documental de Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC);
- Questionário estruturado contemplando a Escala Likert.

5.3.1 Apreciação de matrizes curriculares de Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas

Realizou-se uma análise documental das matrizes curriculares de Cursos de Ciências Biológicas (Licenciatura) ofertados na modalidade presencial, na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS (instituições públicas e particulares). Neste sentido, objetivou-se verificar e analisar a carga horária dispensada para os conteúdos relacionados a BIO-EVO, a constituição e abordagem teórica dispostas nas ementas e as escolhas de referências bibliográficas para cada componente curricular.

Bardin (2011, p. 47) define a análise documental “como uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente do original”. A apreciação de documentos fornecerá mais informações sobre a temática de estudo, o ensino de BIO-EVO na formação inicial de professores.

5.3.2 Avaliação das concepções de acadêmicos concluintes em Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas

Para identificar e analisar as concepções de acadêmicos concluintes em Cursos de Licenciatura de Ciências Biológicas foi aplicado um questionário estruturado, com organização em escala Likert, adaptado das publicações de Carneiro (2004), Meglhioratti (2004), Licatti (2005) e Oleques (2010).

O tipo de análise adotada foi a estatística, por meio do *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) desenvolvido pela IBM, versão 22 e, também, Excel 2016, desenvolvido pela Microsoft. Os dados investigados foram levantados por meio de uma *Survey*, onde a escala considerada neste instrumento foi a escala Likert de cinco pontos (1 – Concordo Totalmente até 5 – Discordo totalmente).

Os procedimentos de análise foram divididos em duas etapas, onde a primeira objetivou tabular e determinar a confiabilidade dos resultados obtidos e, também, o estudo de Outliers (Dados atípicos) e Missing Values (Dados faltantes), a determinação de medidas estatísticas descritivas, além da construção das representações gráficas e tabulares.

A análise de *outliers* foi realizada a partir da padronização dos escores obtidos na aplicação dos questionários. Para Marôco (2014), as magnitudes dos escores (respostas) padronizados considerados atípicos estão fora do intervalo [-3, 3], ou seja, valores inferiores a -3 e superiores a 3. A presença de *outliers* pode aumentar ou reduzir as covariâncias entre as variáveis, repercutindo nas estimativas das médias, desvios-padrão comprometendo a qualidade dos resultados (MARÔCO, 2014).

Para a análise dos *Missing Values* ou valores faltantes considera-se a identificação de respostas faltantes ou não preenchidas durante a tabulação dos dados e neste caso exclui-se o questionário com respostas omissas (MARÔCO, 2010).

O modelo de fidedignidade *Alfa de Cronbach* verificou a consistência da escala utilizada onde o resultado igual a 0,70 é considerado um valor mínimo de confiabilidade conforme Hair Júnior et al. (2009). O cálculo envolve o número de itens (k), a soma da variância de cada item ($\sum S_i^2$) e a variância total ($\sum S_T^2$) conforme a Figura 2:

Figura 2 - Fórmula do Alfa de Cronbach

$$a = \left[\frac{k}{k-1} \right] \cdot \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Fonte: Marôco (2014).

A segunda etapa na avaliação dos dados objetivou determinar se há diferença significativa entre as respostas dos dois grupos (IES A e IES B), de modo a poder discutir seus fatores de influência e como o currículo da instituição pode favorecer a formação dos saberes docentes em evolução biológica. Para este teste, o método adotado foi o teste de significância para duas amostras independentes (t) e para a análise foi considerado o teste de Levene para a igualdade das variâncias.

O teste “t” considerado para segunda etapa é um teste de hipótese (significância) paramétrico que determina, com um grau de confiança pré-definido, se há diferença significativa entre dados apresentados por dois grupos, neste caso, dois grupos distintos de populações também distintas. A medida considerada no teste “t” é a média e considera-se uma

diferença significativa, quando o teste de hipótese indicar a rejeição da hipótese de igualdade das médias (GLANTZ, 2014).

Glantz (2014) indica algumas premissas para a utilização do teste “t” (Figura 3) onde uma é a utilização de um limite mínimo amostral de 30 elementos por grupo, de modo que não seja necessária uma distribuição “normal” de dados. Outra é determinar se as variâncias podem ser consideradas iguais (homogêneas) de modo que haja semelhança entre as curvas de distribuição de probabilidade dos grupos investigados através do teste de Levene (Teste F). O teste de Levene foi feito juntamente com o teste “t” no *software* SPSS.

Figura 3 - Estatística do teste “t”

$$t_{calc} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s^2_1}{n_1} + \frac{s^2_2}{n_2}}}$$

Fonte: Glantz (2014).

A análise estatística foi escolhida devido à necessidade de comparação entre as concepções apresentadas pelos distintos grupos pesquisados, sendo que o grupo da IES identificada como “A” gozava de uma carga horária maior na graduação de conteúdos relacionados a BIO-EVO e o grupo “B” não possuía a mesma organização curricular e por isso a abordagem de conceitos evolutivos durante a sua formação inicial era mais restritiva. Esta comparação torna-se válida devido a um conjunto de fatores que convergiram: o crivo estabelecido no início da pesquisa dos sujeitos participantes, licenciandos em fase de conclusão do curso de Biologia (entre o 6º ao 8º semestre); as duas IES são particulares e localizadas na mesma região geográfica do RS; os dois cursos são estabelecidos na modalidade presencial e nos turnos vespertino e noturno.

5.4 CAMINHO METODOLÓGICO, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir das coletas de dados em Cursos de Formação Inicial de Professores de Ciências Biológicas. Inicialmente estão dispostos os dados referentes a apreciação das matrizes curriculares e no decorrer são apresentados os resultados da análise estatística em relação as concepções dos Licenciandos em Ciências Biológicas em torno de conceitos evolucionistas.

5.4.1 Cursos de Formação Inicial Docente

De acordo com as Diretrizes Curriculares de Ciências Biológicas, “os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das Ciências Exatas, da Terra e Humanas, tendo a evolução como eixo integrador” (BRASIL, 2001).

Também na Portaria INEP no 124/2008, que apresenta as orientações para o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) de Biologia 2008, a temática evolutiva recebe papel de destaque. Pelo exposto, procurou-se identificar nas ementas se a evolução aparecia como eixo integrador, compondo os conteúdos de diversas disciplinas.

No ano de 2017 entrou em vigor a Resolução nº2, de 1º de julho de 2015 que institui carga horária mínima de 3.200 horas para os cursos de licenciatura no âmbito nacional. O Ministério da Educação (MEC) homologou o parecer do Conselho Nacional da Educação. A resolução deve ser implementada por todas as instituições de ensino do país nos dois anos e ordena um aumento na carga horária dos cursos de licenciatura no país, de três para quatro anos de estudo, contabilizando **3.200 horas**. Para docentes interessados em fazer uma segunda licenciatura, a carga horária pode variar de **800 a 1.200 horas**.

5.4.2 Componentes Curriculares com Ênfase em BIO-EVO

Para verificar os componentes curriculares que contemplam a BIO-EVO na formação inicial docente, ofertados em cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, foram analisados os seguintes aspectos: carga horária; ementa e referências bibliográficas (Quadro 6).

A partir dos dados elencados no Quadro 6 foi possível constatar que a IES que oferta a mais alta CH de abordagem de BIO-EVO é a B2 (particular), já a universidade que apresenta o menor índice de menção direta evolucionista é a B5 (particular).

Ressalta-se que a IES A2 dispõe de um curso diferenciado, onde a formação privilegia um profissional apto a atuar como professor de Biologia e Química. Acredita-se que devido a este carácter organizacional do currículo, com viés interdisciplinar, destinou-se apenas uma disciplina para os tópicos referentes a BIO-EVO, totalizando 120 horas de estudos em evolução biológica, mesmo tendo um currículo que abrange cerca de 4.133 horas.

Quadro 6 - Dados gerais sobre os cursos de Ciências Biológicas

IES	CH total	Nº total de disciplinas	Nº de componentes curriculares que abordam BIO-EVO na ementa	CH (disciplinas com ênfase em evolução)
A1 (pública)	3.315 h	53 (187 créditos)	2 (duas)	150h
A2* (pública)	4.133 h	53 (236 créditos)	1 (uma)	120 h
B1 (particular)	3.240 h	52 (176 créditos)	2 (duas)	150 h
B2 (particular)	3.251 h	45 (178 créditos)	3 (três)	204 h
B3 (particular)	2.970 h	42 (182 créditos)	2 (duas)	135 h
B4 (particular)	3.320 h	45 (172 créditos)	1 (uma)	60 h
B5 (particular)	2.840 h	42 (160 créditos)	1 (uma)	25 h

Legenda:

*Licenciatura em Ciências da Natureza: habilitação em Biologia e Química.

IES: Instituição de Ensino Superior.

CH: carga horária.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observou-se que a CH total dos cursos das IES públicas (A1 e A2) é superior aos cursos das instituições particulares. Segundo a Resolução do CNE nº 2, de 1º de julho de 2015, os cursos de licenciatura devem possuir carga horária mínima de 3.200 horas, sendo dessas 400 horas de estágio supervisionado (BRASIL, 2015). Ainda segundo a mesma resolução, o egresso dos cursos de licenciatura deve dominar os conteúdos específicos de seu curso (BRASIL, 2015).

Nos documentos que norteiam o Ensino Superior no âmbito nacional, a única citação direta referente à Evolução Biológica foi encontrada no Parecer CNE/CES 1.3001/2001, Brasil (2001, p. 5), onde diz que “[...] os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das Ciências Exatas, da Terra e Humanas, tendo a evolução como eixo integrador” (BRASIL, 2001, p. 5).

No geral, observou-se nas matrizes curriculares que as disciplinas relacionadas aos conteúdos de BIO-EVO são oferecidas no período final dos cursos de graduação e a temática evolução têm abordagem direta nos componentes disciplinares “Biogeografia, Anatomia e Fisiologia Comparadas, Paleontologia e Ecologia Humana”.

Visando realizar um mapeamento mais detalhado dos componentes curriculares relacionados à BIO-EVO, foram analisadas as ementas das instituições públicas e particulares, os dados coletados estão dispostos nos Quadros 7 e 8.

Ressalta-se que na avaliação da abordagem de BIO-EVO na grade curricular dos cursos, foram consideradas todas as ementas, mesmo que o título da disciplina não denotasse tal ênfase teórica.

Quadro 7 - Análise das Ementas e Referências (Instituições Públicas)

	Ementa(s) da(s) disciplina(s)	Referências bibliográficas básicas	Referências bibliográficas complementares
A1 (Pública)	<p>“Paleontologia aplicada à Biologia” – Princípios da Paleontologia. A Paleontologia como evidência do processo evolutivo. Breve histórico do pensamento evolutivo: teorias evolutivas e a Paleontologia. O registro paleontológico e as taxas evolutivas (micro e macroevolução; gradualismo e pontualismo). Biogeografia histórica: os fósseis e a extinção dos principais grupos de organismos fósseis. Prática de observação de campo (1 dia).</p>	<p>- CARVALHO, I.S. (ed.). Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.</p> <p>- HOLZ, M. Elementos Fundamentais de Tafonomia. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2002.</p> <p>- IANNUZZI, R. - Paleobotânica. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005.</p>	<p>- ATTENBOROUGH, D. A vida na terra: uma história natural. Editora Martins Fontes.</p> <p>- DARWIN, C. Origem das espécies. Editora Itatiaia</p> <p>- DAWKINS, R.; COUTO, S. A escalada do monte improvável: uma defesa da teoria da evolução. Editora Cia das Letras.</p> <p>- DOTT JUNIOR, R. H.; PROTHERO, D. R. Evolution of the Earth. Editora McgrawHill.</p> <p>- GOULD, S. J. O polegar do panda: reflexões sobre história natural Editora Martins Fontes.</p> <p>- GOULD, S. J. O Sorriso do flamingo: reflexões sobre história natural Editora Martins Fontes.</p> <p>- GOULD, S. J. Seta do tempo ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico. Editora Companhia das Letras.</p> <p>- GOULD, S. J.; OLIVEIRA, P. C. de. Vida maravilhosa: o acaso na evolução e a natureza da história. Editora Companhia das Letras.</p> <p>- SCHOPF, T. J. M. Models in paleobiology. Editora Freeman, Cooper.</p> <p>- SIMPSON, G. G. Tempo and mode in evolution. Editora Columbia University Press.</p> <p>- TAYLOR, T. N.; KRINGS, M.; TAYLOR, E. L. Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants. Editora Academic Press.</p> <p>- WILEY, E. O. Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic Systematics. Editora John Wiley</p>
	<p>“Evolução biológica” – Adaptação e seleção natural. Modelos de especiação. Raças, subespécies e espécies. Zonas de hibridação. Padrões de macroevolução. Evolução dos grandes grupos. Evolução humana.</p>	<p>- FREEMAN, S.; HERRON, J. Análise Evolutiva. Porto Alegre: Artmed, 2009.</p> <p>- RIDLEY, M. Evolução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.</p>	<p>- FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. Ribeirão Preto: SBG, 1993.</p> <p>- FUTUYMA, D. J. Evolução: ciência e sociedade. São Paulo: SBG, 2002.</p> <p>- STEARNS, S.C.; HOEKSTRA, R. F. Evolução: Uma Introdução. São Paulo: Atheneu, 2003.</p>

A2 (Pública)	<p>“Biologia Histórica” – Paleontologia. Tafonomia. História Evolutiva da Vida. Extinções. Evolução Humana. Biogeografia histórica, cladista e ecológica. Panbiogeografia. Reconstrução biogeográfica e paleoambiental. Formações biogeográficas do Brasil. O Registro fóssil brasileiro.</p>	<p>- CARVALHO, I.S. (ed.). Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. - FUTUYMA, D.J. Biologia Evolutiva. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2009. - POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; JANIS, C. M. A vida dos vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2003.</p>	<p>- AMORIM, D. S. Elementos básicos de sistemática filogenética. Ribeirão Preto: Holos, 1997. - BENTON, M. Paleontologia de Vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2008. - BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Biogeografia. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. - MAYR, E. Uma Ampla Discussão – Charles Darwin e a Gênese do Moderno Pensamento Evolucionário, Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. - RIDLEY, M. Evolução. 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.</p>
	<p>“Biologia Evolutiva”- Fixismo e Teorias Evolutivas. Teoria Evolução por Seleção Natural: Charles Darwin e Alfred Russel Wallace. Seleção sexual. Teoria Sintética da Evolução e Forças evolutivas (mutação, fluxo gênico, seleção natural e deriva genética). As grandes mutações. Equilíbrio de Hardy-Weinberg e Genética de populações. Espécie e Especiação.</p>	<p>- FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. 3. ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC-RP, 2009. - GRIFFITHS, A. J. F et al. Introdução à genética. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2013. - SADAVA, David; HELLER, H. C.; ORIANIS, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. Vida: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009. 3 v.</p>	<p>- DARWIN, C. A origem das espécies. São Paulo, SP: Martin Claret, 2005. - MAYR, E. Uma Ampla Discussão – Charles Darwin e a Gênese do Moderno Pensamento Evolucionário. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2006. - SALZANO, F. M. Biologia, cultura e evolução. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1993.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

As IES públicas (Quadro 7) possuem objetivos para o perfil do egresso bem distintos, a A1 apresenta um enfoque mais holístico e articulado às necessidades de um profissional licenciado em Ciências Biológicas, já a A2 dispõe de uma organização dos conteúdos de BIO-EVO mais sucinta e superficial, devido a ampliação da atuação dos egressos deste curso (Licenciados em Ciências da Natureza - Biologia e Química).

Segundo Zabala (2002), o enfoque holístico permite o aprofundamento dos saberes em torno da temática de estudo, trata-se de um olhar direcionado à análise do objetivo a ser estudado. Para tanto, faz-se necessária a contextualização do tema a ser discutido, pois articulações somente teóricas não privilegiam o total reconhecimento do assunto discutido.

As temáticas de BIO-EVO ofertadas no curso A1 são baseadas nos princípios paleontológicos e biogeográficos, com destaque para a sistemática filogenética, os principais eventos de extinções em massa e a grande irradiação dos mamíferos, origem e evolução humana.

As IES A1 e A2 apresentam duas disciplinas com abordagem que privilegia a BIO-EVO, porém com CH distintas, o curso A1 dispõe de 30 horas a mais do que a A2, devido principalmente a realização de saída à campo, com proposta de estudo dirigido e visitas em sítios fossilíferos na Região da Campanha no RS.

Notou-se que o componente curricular “BIO-EVO” da IES A2 se diferencia da proposta do Curso A1, pois engloba temas relacionados à genética de populações e comunidades, com menção ao equilíbrio de Hardy-Weinberg, também conhecido como Lei de Hardy-Weinberg, que versa sobre a atuação de um fator evolutivo em determinada população e as condições ambientais propícias para que uma população se mantenha em determinado nicho ecológico e usufrua de equilíbrio gênico.

A respeito do levantamento de conteúdos de BIO-EVO das IES A1 e A2 foram encontradas poucas peculiaridades. Destaca-se a abordagem dos temas relacionados à Paleobotânica na disciplina de “*Paleontologia aplicada à Biologia*”, já na IES A2, no componente curricular “*Biologia Histórica*” a Paleobotânica não aparece citada diretamente e a Paleontologia é mencionada de forma geral na ementa como uma das temáticas de ensino. Acredita-se que estas especificidades de cada curso são motivadas pela formação na pós-graduação (área de pesquisa) do professor regente e/ou coordenação do Curso de Ciências Biológicas.

Acerca das referências básicas, observou-se que a produção bibliográfica intitulada “*Paleontologia*” do Professor Ismar de Souza Carvalho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foi citada pelos colegiados dos Cursos A1 e A2. Esta obra encontra-se

organizada em três volumes, sendo que o primeiro abrange conceitos e metodologias para estudo de fósseis, o segundo aborda Paleoinvertebrados e microfósseis e o terceiro volume se detém aos Paleovertebrados e a Paleobotânica. O autor apresenta a história geológica da vida, a biodiversidade pretérita e as transformações orgânicas enfrentadas pela Terra.

Dentre as fundamentações teóricas complementares exploradas pelos cursos A1 e A2 destaca-se a produção de Charles Darwin, “*A origem das espécies*”, publicada no século XIX, que se tornou um dos pilares substanciais do pensamento científico moderno.

Outra produção bastante lembrada pelas duas IES (A1 e A2), como referência complementar, foi o livro “*Biologia Evolutiva*” do pesquisador Norte-americano Douglas Joel Futuyma. Neste aporte teórico há uma contextualização sobre a origem e o impacto do pensamento evolutivo nos contextos ecológico e social, além disso, são elencadas algumas novidades evolutivas, as formações dos registros fósseis, a Biogeografia, datações geológicas e a história da diversidade biológica. De acordo com o Parecer CNE 1.3001/2001 o perfil dos formandos nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, deve ser, dentre outras coisas, que o licenciando seja:

Detentor de adequada fundamentação teórica, como base para uma ação competente, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização e funcionamento em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o meio em que vivem. (BRASIL, 2001, p. 3)

Tal colocação do Parecer CNE 1.3001/2001 vai ao encontro da fundamentação teórica proposta pelas IES A1 e A2, bem como preza pelo entendimento discente acerca das relações filogenéticas e evolutivas dos seres. Ainda no documento supracitado, também há um trecho que indica que o formando em Ciências Biológicas deve “entender o processo histórico de produção do conhecimento das Ciências Biológicas referente a conceitos/princípios/teorias” (BRASIL, 2001, p. 4). Nesse aspecto, observou-se uma aderência maior da IES A2, devido as menções conteudistas envolvendo História e Filosofia da Ciência.

Assim sendo, compreende-se que o formando deva ter pleno entendimento sobre as relações filogenéticas e evolutivas dos seres, bem como deve reconhecer de que maneira foram construídas as teorias científicas, inclusive no caso, a Teoria da Evolução (MEGLHIORATTI, 2004).

Seguindo esta mesma linha, foram observadas as ementas das IES particulares, os resultados estão dispostos no Quadro 8.

Quadro 8 - Análise das Ementas (IES Particulares)

IES	Ementa(s) Da(s) Disciplina(s)
B1	<p>“Geologia e Paleontologia para Biociências”: Estabelecimento de relações entre a história da vida, registro fóssil e evolução biológica (Biociências) e as principais mudanças físicas, estruturais e ambientais globais do planeta em seus aspectos tectônicos, orogenéticos e climáticos (Geociências); correlação entre eventos biológicos, geológicos e a escala de tempo (relativa/absoluta); interpretação crítica da evidência geológica/fóssil para a produção de informação científica; investigação sobre o registro fóssil Permo-Triássico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul.</p>
	<p>“Evolução”: Evolução como um fato biológico; história do pensamento evolutivo; processos evolutivos; macroevolução; forças evolutivas, com ênfase na seleção natural; microevolução; especiação; hibridação; co-evolução; evolução molecular e genômica evolutiva; evolução e conservação da biodiversidade; biologia do desenvolvimento evolutiva; métodos de análise evolutiva. Conteúdo desenvolvido de forma teórica.</p>
B2	<p>“Genética de Populações e Evolução”: Fatores que alteram o Equilíbrio de Hardy-Weinberg: Endogamia, Deriva Genética, Mutação (gênica e cromossômica), Fluxo Gênico e Seleção. A variabilidade genética em populações panmíticas e isoladas. A Teoria da Evolução e seu desenvolvimento. Especiação e mecanismos de especiação. Novas abordagens da teoria evolutiva dentro da micro e macroevolução. Dinâmica dos genes nas populações. Fatores que alteram a frequência genética nas populações. Adaptação e evolução biológica das espécies em relação ao meio ambiente.</p>
	<p>“Sistemática e Evolução Biológica”: Breve histórico da Sistemática: Linnaeus, Darwin, Hennig. As diferentes escolas: tradicional, numérica, evolutiva e filogenética. Fundamentos de Sistemática Filogenética. A reconstrução filogenética. Cladogramas. Uso de <i>softwares</i> de reconstrução filogenética. Principais análises evolutivas. Evolução molecular. Filogenia molecular. Métodos de análise evolutiva. Filogenômica.</p>
	<p>“Paleontologia”: Conceitos fundamentais em Paleontologia e suas aplicações na Biologia. Tafonomia. Bioestratigrafia. Paleoecologia. Paleoclimatologia, Sistemática Paleontológica. Fósseis como indicadores paleoambientais e geocronológicos. Legislação ambiental relacionada à Paleontologia. Origem e evolução da vida na Terra. Paleontologia e Teoria evolutiva. História Macroevolutiva da Biodiversidade.</p>
B3	<p>“Sistemática e Evolução”: Bases históricas e as diferentes escolas de sistemática. Willi Hennig e o surgimento da sistemática filogenética. Origem e história do pensamento evolutivo, dos predecessores de Darwin à Teoria Sintética. A contribuição da Paleontologia para a teoria evolutiva: o modelo do equilíbrio pontuado como uma alternativa ao gradualismo filético. A contingência histórica e o papel do acaso na evolução.</p>
	<p>“Paleontologia”: Evolução dos seres vivos através do tempo geológico. Principais aquisições evolutivas nos diferentes grupos. Processos tafonômicos. Tabela geológica do tempo. Bioestratigrafia. Paleoecologia. Fauna e flora fósseis do Estado do Rio Grande do Sul. Paleontologia e teoria evolutiva. História macroevolutiva da biodiversidade. Atividades práticas laboratoriais. Atividades práticas de campo.</p>

IES	Ementa(s) Da(s) Disciplina(s)
B4	<p>“Evolução Biológica: Genética de populações: equilíbrio de Hardy-Weinberg; Forças evolutivas (seleção, valor adaptativo, coeficiente de seleção, tipos de seleção e níveis de seleção); Mutação (taxas de mutação); Migração; Deriva genética (efeito de fundador e “gargalo de garrafa”). Endocruzamento e consanguinidade. Padrões e processos de adaptação. Seleção sexual. Interações intraespecíficas (comportamento social). Interações interespecíficas (coevolução e coadaptação). Especiação: modos e padrões de especiação. Origem dos mecanismos de isolamento. Origem das novidades evolutivas. Macroevolução. A evolução molecular e a teoria da neutralidade. Equilíbrio pontuado. Posição filogenética da espécie humana, a origem dos homínídeos, adaptações ao ambiente tropical, adaptações à vida terrestre e evolução do cérebro. Origem dos seres humanos modernos.</p>
B5	<p>“Evolução Biológica”: A disciplina aborda o desenvolvimento do pensamento evolutivo, as forças evolutivas, a evolução das adaptações e os fundamentos das análises filogenéticas.</p>

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observou-se que os currículos das IES particulares são organizados em dois grandes eixos temáticos no quesito BIO-EVO, um que contempla a Biociências, com abordagem em torno da Paleontologia, Eras Geológicas e Biogeografia e outro que se dedica a estudar, as Teorias evolutivas, a Sistemática Filogenética e as contribuições da Biologia Molecular para as proposições de Darwin, em especial à luz da seleção natural.

Observou-se que os currículos são bem coincidentes, exceto da instituição B5, pois elencam temas introdutórios da Paleontologia, Teoria Evolutiva, Sistemática Filogenética e eventos históricos biogeográficos de forma superficial, como: a origem dos cordados e vertebrados à terrestrealização pelas Traqueófitas e pelos artrópodes; a megaextinção do Devoniano, da origem dos anfíbios à megaextinção do Permiano; a origem e evolução dos répteis; o domínio dos dinossauros; da origem dos mamíferos e das aves à grande extinção do Cretáceo-Terciário e a irradiação dos mamíferos, origem e evolução humana. Destaca-se que apesar da IES B4 apresentar um único componente disciplinar para BIO-EVO a CH é superior a da disciplina ofertada pelo curso B5.

Os cursos de formação de professores de Ciências constituem-se como um espaço privilegiado para a incorporação de conhecimentos contemporâneos em ciência e tecnologia, a aclamada educação científica, entretanto, a formação inicial docente encontra-se ainda mais próxima dos modelos vigentes nos anos de 1970 do que de hoje (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Acerca da estrutura curricular dos cursos analisados (IES públicas e particulares), foram constatados os mesmos equívocos vistos por outros pesquisadores em diversos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas ofertados no país (CARNEIRO, 2004;

MEGLHIORATTI, 2004; GOEDERT, 2004), ou seja, a Evolução Biológica não está sendo explorada como eixo integrador dos demais componentes curriculares, é abordada pontualmente em algumas disciplinas, sem a realização de atividades práticas, com exceção da IES particular A1, com uma carga horária relativamente baixa e com alocações somente a partir do 5º semestre da graduação.

Além das ementas (Quadro 8), objetivou-se analisar as referências bibliográficas básicas dos componentes curriculares relacionados à BIO-EVO das IES particulares, os dados encontram-se apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Referências básicas das IES Particulares

IES	Referências básicas
B1	<p>Geologia e Paleontologia para a Biociências</p> <ul style="list-style-type: none"> - BENTON, M.J. Paleontologia dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2008. 446p. - CARVALHO, I.S. Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 457p. - TEIXEIRA, W.; TOLEDO M.C.; FAIRCHILD, T.R. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. 395p
	<p>Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> - RIDLEY, M. Evolução. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. - FREEMAN, S.; HERRON, J.C. Análise evolutiva. Porto Alegre: Artmed. 2009.
B2	<p>Genética de Populações e Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> - FREEMAN, S.; HERRON, J.C. Análise evolutiva. Porto Alegre: Artmed. 2009.. - FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC, 2002. - RIDLEY, M. Evolução. Porto Alegre: Artmed, 2006. - STRICKBERGER, M.W. Evolution. Boston: Jones e Bartlett Eds., 1990.
	<p>Sistemática e Evolução Biológica</p> <ul style="list-style-type: none"> - RIDLEY, M. Evolução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. - FREEMAN, S.; HERRON, J.C. Análise evolutiva. Porto Alegre: Artmed. 2009. - WILEY, E.O. Compleat Cladist. The University of Kansas. 1991.
	<p>Paleontologia</p> <ul style="list-style-type: none"> - CARVALHO, I. de S. Paleontologia. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 628 p., 2000. - FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. Ribeirão Preto: SBG, 2003. - RIDLEY, M. Evolução. Porto Alegre: Artmed, 2006.
B3	<p>Sistemática e Evolução</p> <ul style="list-style-type: none"> - AMORIM, D. de S. Fundamentos de sistemática filogenética. Ribeirão Preto: Holos,2002. - FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. 2. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. - JABLONKA, E. e LAMB, M. Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
	<p>Paleontologia</p> <ul style="list-style-type: none"> - FUTUYMA, D. J. Biologia Evolutiva. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC, 2002. - POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. A vida dos vertebrados. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. - ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. Anatomia Comparada dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu, 1985. 599 p

IES	Referências básicas
B4	Evolução Biológica - FREEMAN, S.; HERRON, J.C. Análise Evolutiva . Artes Médicas, 2009. - FUTUYMA, D.J. Biologia Evolutiva . Ribeirão Preto: 2. ed. FUNPEC, 2002. - RIDLEY, M. Evolução . Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.
B5	Evolução Biológica - FUTUYMA, D. J. Evolução: ciência e sociedade . São Paulo: SBG, 2002. - STEARNS, S. C.; HOEKSTRA, R. F. Evolução: uma introdução . São Paulo: Atheneu, 2003. - TEMPLETON, A.R. Genética de populações e teoria microevolutiva . Ribeirão Preto: SBG, 2011.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Comparando as matrizes curriculares das IES públicas e particulares observou-se que as IES particulares prezam por um currículo mais fragmentado, com maior número de componentes disciplinares e com menor CH cada um deles.

Constatou-se no quadro acima que a abordagem dos conteúdos envolvendo “*Evolução Biológica*”, na instituição B5 é incipiente e há uma forte tendência na escolha dos aportes teóricos, tanto das faculdades particulares, quanto das públicas. Nas IES particulares autores como Futuyma, Ridley, Stearns e Hoekstra são amplamente utilizados como fundamentação teórica para os conhecimentos em BIO-EVO.

É possível observar que alguns aportes teóricos são balizadores do conhecimento em evolução biológica de cursos de Licenciatura em Biologia, com destaque para os seguintes autores: Futuyma, Ridley, Freeman e Herron.

Apenas a IES B5 optou por aporte teórico em formato de artigo científico no tópico “referências complementares”, todas as outras instituições trouxeram recomendações de livros e/ou capítulos, alguns destes já amplamente citados como referências básicas por outras IES para Cursos de Ciências Biológicas. A produção evidenciada no PPC da IES B5 foi o artigo intitulado “*a evolução da Teoria Darwiana*”, publicado em abril de 2009 no periódico científico “Com Ciência”, com sede em Campinas/ São Paulo. Este artigo foi originalmente publicado na Revista Scientific American do Brasil, na série História da Evolução, em junho do ano de 2007 e é de autoria dos professores Charbel El-Hani (Universidade Federal da Bahia) e Diogo Meyer (Universidade de São Paulo), a referida produção discute sobre as novas descobertas na área de BIO-EVO, principalmente versa sobre as contribuições da Biologia Molecular para os pressupostos da Teoria Darwiana.

Entre os apontamentos do El-Hani e Meyer (2007), destaca-se coerência do pensamento de Darwin ao propor o processo de “descendência com modificação”, o qual

consiste na organização dos seres vivos através da árvore da vida, a partir da análise de parentesco entre os organismos e as novas formas vivas subsequentes.

Ainda em torno das referências complementares, destaca-se que as IES B1, B2 e B4 exploraram como referencial balizador das aulas de BIO-EVO obras do pesquisador, biólogo evolutivo e escritor britânico, Richard Dawkins. O aporte teórico “A grande história da Evolução” foi destaque no PPC, o qual retrata de forma leve de descontinuada a árvore genealógica da vida, desde os primórdios da Terra até os dias atuais, ou seja, 4 bilhões de anos contados em formato de literatura com exemplificações sobre os ancestrais e as suas localizações nos principais ramos da árvore da vida, com um olhar sobre questões evolutivas a partir de preceitos da Ecologia, Biogeografia e Geologia.

Após a apreciação das ementas e currículos dos Cursos de Licenciaturas em Ciências Biológicas, entende-se que a proposta ideal para um PPC tenha que priorizar a qualificação profissional do docente de Biologia, no segmento de formação de um professor-pesquisador, com pleno entendimento do processo de saber fazer ciência, perfil este, almejado atualmente pelas instituições de Educação Básica. Compreende-se ainda que, ao elaborar um PPC seja considerado o fomento, a capacidade crítica e criativa do sujeito, com ações de incentivo a transmissão de princípios éticos e bioéticos aos licenciandos, tornando-os sujeitos de transformação.

Portanto, seria interessante que o PPC de um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas enfatizasse em sua composição o conceito de Ciência como processo social e histórico. Trata-se de uma atividade social contextualizada, mediante a qual, o ser humano estuda a natureza e trata de entendê-la para justificar fatos acontecidos, predizer o futuro e utilizá-la no momento histórico em que se encontra. Assim, é possível possibilitar a análise das implicações sociais da produção científica, com vistas a determinar os elementos para garantir qualidade de vida. Esta é uma definição ampla de Ciência, que contém também dentro dela a Ciência Acadêmica, que vislumbra outras formas de entender a natureza e os processos naturais/evolutivos. O ser humano que pratica a Ciência Acadêmica é denominado universalmente de Cientista, e utiliza como ferramenta básica, a linguagem científica e métodos de pesquisa que lhe são exclusivos. Mas, o que se deve destacar, é o conceito de Ciência como processo social e histórico, uma perspectiva de formação docente para a sociedade contemporânea.

Deve-se, também, ressaltar que os conteúdos, técnicas e métodos são pilares importantes para o trabalho educativo. Estes princípios não se aplicam somente à área de Ciências da Natureza, podem ser entendidos e generalizados a outras áreas.

Atualmente a necessidade de cursos interdisciplinares e/ou transdisciplinares, já se torna uma realidade concreta e necessária, haja vista, a metamorfose que o campo das Ciências Naturais vem sofrendo ao estabelecer diálogo com várias outras Ciências, como o caso do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (A2), mencionado anteriormente.

Nesse sentido, o avanço do diálogo entre Ciências Humanas-Exatas-Naturais-Sociais-Aplicadas e outras áreas de conhecimento, numa perspectiva de fomento ao Pensamento Complexo, se configura como uma tendência nacional e mundial que resgata um conceito de totalidade e dialogicidade da pesquisa e prática na formação inicial de professores.

5.4.3 A Evolução aos olhos de Licenciandos em Ciências Biológicas

A partir da análise das ementas e referências bibliográficas das IES públicas e particulares da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, que oferecem curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, foram identificados dois Cursos, o B2 com maior CH de conteúdos relacionados a BIO-EVO e o B5 com menor CH.

A partir desta constatação, foi aplicado em dois grupos de licenciandos concluintes dos respectivos cursos, um questionário estruturado, este instrumento de coleta de dados foi adaptado das publicações de Carneiro (2004), Meghioratti (2004), Licatti (2005) e Oleques (2010). As assertivas que compõem o instrumento de coleta de dados estão dispostas no Quadro 10.

Quadro 10 - Assertivas apresentadas aos licenciandos

ID	Assertiva
1	<i>“Os registros fossilíferos permitem reconstituir todos os caminhos seguidos pela evolução biológica”.</i>
2	<i>“De um modo geral, observa-se que a cada dia, os seres vivos aprimoram-se mais, o que garante a sua sobrevivência”.</i>
3	<i>“A seleção natural possibilita a sobrevivência dos seres vivos mais aptos”.</i>
4	<i>“Os animais sofrem mudanças ao longo das gerações por imposição das relações ecológicas”.</i>
5	<i>“A Teoria Lamarckista não é consistente e é completamente refutada a partir dos escritos de Darwin”.</i>
6	<i>“O Homo sapiens é descendente direto do macaco”.</i>
7	<i>“A origem da vida: um ancestral comum entre as espécies”.</i>
8	<i>“O ambiente tem influência no aparecimento de variações nas formas orgânicas”.</i>
9	<i>“Os primeiros seres vivos vieram do mar com uma longa Evolução”.</i>
10	<i>“Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina”.</i>
11	<i>“A partir do Big Bang surgiram os primeiros organismos no planeta”.</i>

ID	Assertiva
12	<i>“O conjunto gênico de cada espécie é responsável pela sua identidade, portanto existe uma incompatibilidade genética que impede que organismos de diferentes espécies se cruzem”.</i>
13	<i>“O homem evolui de forma mais lenta que outros animais”.</i>
14	<i>“Os cladogramas não são definitivos, mostram um conhecimento momentâneo sobre os seres vivos”.</i>

Fonte: Adaptado das publicações de Carneiro (2004), Meghioratti (2004), Licatti (2005) e Oleques (2010).

Ressalta-se que todos os participantes foram licenciandos cursando entre o 6º ao 8º semestre de dois cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (IES B2 e IES B5), ambas instituições particulares. No instrumento de coleta de dados os professores em formação inicial tinham que identificar o nível de concordância com as afirmações apresentadas, as opções dispostas do questionário estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Opções de resposta dadas

LEGENDA

CONCORDO TOTALMENTE = CT - 1

CONCORDO = C - 2

INDIFERENTE = SCO - 3

DISCORDO = D - 4

DISCORDO TOTALMENTE - DT - 5

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O modo de divulgação do questionário foi através de Redes Sociais, e a participação na presente pesquisa consolidou-se por intermédio de um *link* elaborado no *site* Google Formulários. A partir dessa plataforma, os dados foram disponibilizados em uma planilha de Excel para posterior análise da pesquisadora.

5.4.4 Análise Estatística

Participaram do estudo 72 licenciandos em Ciências Biológicas, sendo 36 licenciandos da IES B2 (identificada como “A”) e 36 acadêmicos da IES B5 nomeada neste momento da tese como “B”.

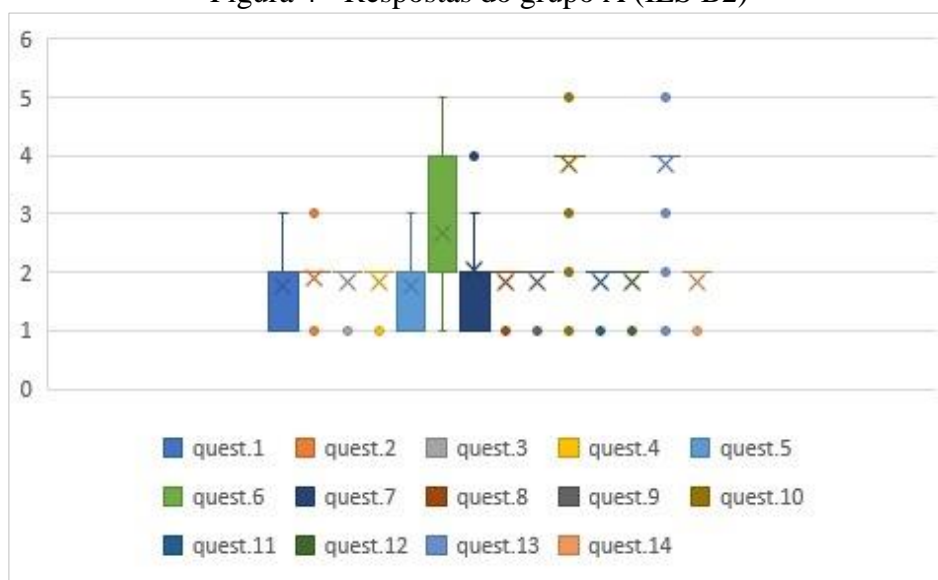
Os testes de confiabilidade através do indicador Alpha de Cronbach evidenciou um escore inicial de 0,808, neste teste foi realizada a retirada da variável (10. *“Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina”*), o que melhorou a confiabilidade dos dados, resultando em um escore de 0,817 ao passo que Hair Júnior et al. (2009) tratam 0,7

como o mínimo ideal. Os testes realizados não apontaram a presença de Missing Values e Outliers nas amostras coletadas, ou seja, os dados coletados são válidos, do ponto de vista estatístico.

O teste de significância (t) para verificar a existência de diferença significativa entre as médias das respostas apresentadas pelos grupos A e B resultou em *Sig* inferior a 5% para as variáveis 2, 4, 5, 8, 11 e 14, indicando que, para estas variáveis, houve a existência de diferença significativa entre as respostas dadas pelos grupos investigados. Em relação a estas mesmas variáveis, o teste de variâncias homogêneas, Teste de Levene, apresentou um escore de significância (*Sig.*) superior a 5%, indicando assim homogeneidade das variâncias nos grupos testados.

As Figuras 4 e 5 (grupos A e B), apresentadas logo a seguir, evidenciam uma síntese das respostas dos grupos pesquisados. Optou-se pela representação dos dados em formato BoxPlot, pois este tipo de gráfico oferece uma visão mais detalhada em relação às medidas e posição estatística, conforme explica Baldi e Moore (2014), que os diagramas em caixa envolvem medidas como média, mediana, os quartis indicando a dispersão da metade central dos dados e, também, da sua distribuição total, além de valores extremos e atípicos ao conjunto de dados.

Figura 4 - Respostas do grupo A (IES B2)



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com base no gráfico identificado como Figura 4, o qual contempla somente as respostas do grupo A, é possível verificar que as assertivas 1, 5, 6 e 7 tiveram maior variabilidade, onde 50% dos resultados estão concentrados nos intervalos que compõem as

caixas, os demais fatores resultantes se apresentaram mais concentrados em determinadas assertivas, conforme a Figura 4.

É possível ainda perceber que as médias, no gráfico (Figura 4) denotadas por “X”, se mostraram bastante homogêneas, ao passo que as diferenças ficaram por conta das questões números 6, 10 e 13. Cerca de 56% dos licenciandos da IES B2 (grupo A) concordam com a afirmação número 6 “*O Homo sapiens é descendente direto do macaco*”, já a respeito da questão 10 “*Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina*”, 80% dos graduandos não compactuam com esta ideia. Destaca-se que a afirmação número 13 “*O homem evolui de forma mais lenta que outros animais*”, também apresentou alto índice de rejeição com 80% de discordância.

Como foi dito anteriormente, a questão número 6 tratava do processo de descendência direta da espécie humana, afirmando que “*O Homo sapiens é descendente direto do macaco*”. Estudo semelhante, foi realizado por Oleques (2014, p. 75), na região de Santa Maria/RS, onde a pesquisadora constatou que seis alunos ingressantes no curso de Ciências Biológicas Licenciatura, “creem que o homem evolui do macaco em um processo linear”.

Embora, de fato, o homem não tenha evoluído do macaco, é essa a visão da evolução humana presente no senso comum e nas críticas dos criacionistas ao evolucionismo (KEMPER, 2008, p. 71).

Trabalhos visitados (CARNEIRO, 2004; MELLO, 2008; MIANUTTI, 2010; SILVA, SILVA e TEIXEIRA, 2011) apontam que licenciandos apresentam dificuldades no entendimento e na transposição didática da Evolução Biológica no âmbito escolar, possuindo por vezes, concepções errôneas relacionadas ao tema.

A partir dos dados apresentados na Figura 3, foi elaborada a Tabela 2 com as medidas estatísticas do grupo A.

Tabela 2 - Medidas Estatísticas do Grupo A (IES B2)

Assertivas	Média	Me	Mo	CV	Mín	Máx	Cont
Questão 1	1,75	2	2	31,7%	1	3	36
Questão 2	1,89	2	2	24,6%	1	3	36
Questão 3	1,83	2	2	20,6%	1	2	36
Questão 4	1,83	2	2	20,6%	1	2	36
Questão 5	1,75	2	2	31,7%	1	3	36
Questão 6	2,67	2	2	44,8%	1	5	36
Questão 7	2,03	2	2	46,4%	1	4	36
Questão 8	1,83	2	2	20,6%	1	2	36

Assertivas	Média	Me	Mo	CV	Mín	Máx	Cont
Questão 9	1,83	2	2	20,6%	1	2	36
Questão 10	3,83	4	4	27,5%	1	5	36
Questão 11	1,83	2	2	20,6%	1	2	36
Questão 12	1,83	2	2	20,6%	1	2	36
Questão 13	3,83	4	4	27,5%	1	5	36
Questão 14	1,83	2	2	20,6%	1	2	36

Legenda: Me = Mediana; Mo = Moda; CV = Coeficiente de Variação;
Mín = Valor Mínimo; Máx = Valor Máximo; Cont = Contagem.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com a Tabela 2 é possível identificar que as respostas apresentadas com maior frequência foram a alternativa 2 (que corresponde ao concordo), lembrando que o grupo A (IES B2) possui a maior CH de conteúdos de BIO-EVO no curso de graduação em Ciências Biológicas.

Ainda conforme discutido no gráfico anterior (Figura 3), sobre a variabilidade das respostas obtidas, o coeficiente de variação (CV) na Tabela 2 apresenta as variações em termos percentuais e demonstra maior variabilidade nas assertivas 1, 5, 6 e 7. Dessa forma, entende-se que o grupo A (IES B2) possui dúvidas a respeito das afirmações elencadas nos números 1, 5, 6 e 7. Segundo a questão número 1 “*os registros fossilíferos permitem reconstituir todos os caminhos seguidos pela evolução biológica*”. Tal afirmação demonstra um erro conceitual, pois sabe-se que existem diversas lacunas nos registros fósseis, os chamados “elos perdidos”, que não nos permitem reconstituir todos os passos da Evolução (CARNEIRO; ROSA, 2003).

Além disso, os licenciandos da IES B2 (grupo A) demonstraram falta de entendimento e/ou dúvidas sobre as contribuições do Lamarckismo para estudos em BIO-EVO, a afirmação número 5 apresentava a ideia de que “*A Teoria Lamarckista não é consistente e é completamente refutada a partir dos escritos de Darwin*”, 95% dos licenciandos concordaram com esta concepção sobre a Teoria de Lamarck. Na mesma linha de raciocínio, o grupo mostrou-se bastante dividido a respeito dos argumentos mencionados na questão número 6 “*O Homo sapiens é descendente direto do macaco*”, (56% concordam e 36% discordam). Entretanto, a respeito da questão 7 “*A origem da vida: um ancestral comum entre as espécies*”, 84% corroboram com esta ideia.

Tanto na questão 10 (“*Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina*”), quanto na 13 (“*O homem evolui de forma mais lenta que outros animais*”), verificou-se a tendência para resposta 4, ou seja, discordância, em relação a questão número

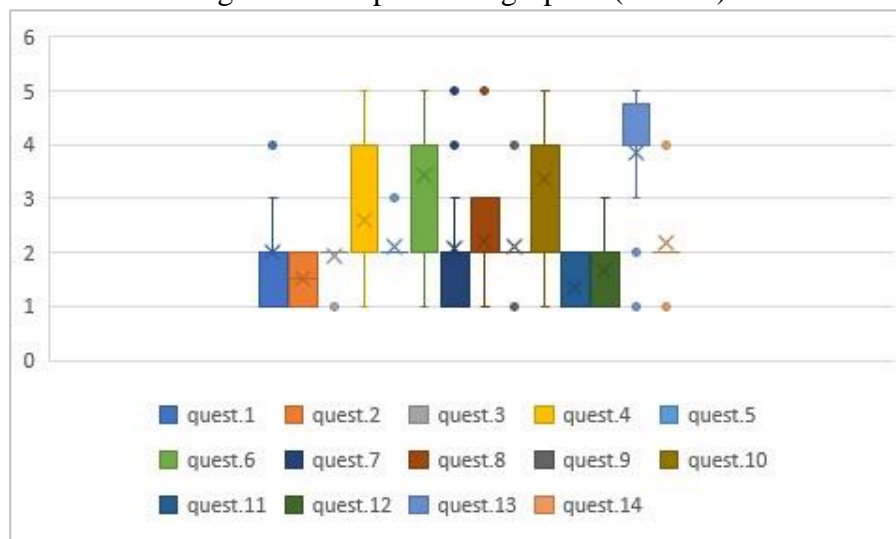
10,58% (21 pessoas) assinalaram a resposta 4 (Discordo) seguido de 22% (8 pessoas) de respostas 5 (Discordo totalmente). A questão 13 apresentou as mesmas frequências de respostas em comparação com ao argumento 10.

Cerca de 58% dos licenciandos da IES B2 (grupo A) discordaram da assertiva (“*Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina*”), neste contexto pode-se questionar se existe ou não a influência das crenças pessoais nos saberes docentes e no entendimento dos processos que envolvem a Evolução Biológica, porém os trabalhos consultados não chegam a um consenso neste aspecto, se os licenciandos conseguem ou não separar a Ciência da religião na sua prática educativa.

Segundo Teixeira (2013, p. 7), “professores de Biologia que professam uma fé cristã não expressam uma leitura literal da Bíblia, entendendo o momento da criação descrito no livro do Gênesis como algo escrito em uma linguagem metafórica e que deve ser reinterpretada nos dias de hoje”. Tal afirmação não é corroborada por Rodrigues e Chaves (2013), os quais afirmam que é impossível que o professor de Ciências Naturais com crença religiosa, não sofra influência de sua fé e que esta não transpareça em seu discurso em sala de aula. Neste sentido, contribuindo para a discussão, Araújo et al. (2009), observaram que os valores e crenças dos professores exercem influência direta nas concepções que os educadores têm sobre evolução.

Neste mesmo contexto, foram analisadas as respostas do grupo B (IES B5), que oferece um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas com apenas um componente curricular voltado exclusivamente ao ensino de BIO-EVO. As respostas do grupo B estão evidenciadas na Figura 5.

Figura 5 - Respostas do grupo B (IES B5)



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme a Figura 5, as respostas do grupo B (IES B5) se mostram mais variadas em comparação ao grupo A (IES B2), porém as médias se manifestaram muito semelhantes ao grupo A. Destaca-se que grande parte das respostas estão concentradas abaixo da linha horizontal 3, no Gráfico (Figura 4), indicando uma tendência dos professores em formação a concordar com as assertivas apresentadas, do mesmo modo que o grupo A (IES B2) fez.

Entretanto, conforme apresentado inicialmente, o teste de Levene indicou a homogeneidade das variâncias das respostas dentro dos grupos, em relação às assertivas apresentadas aos acadêmicos. As questões 4 (“*Os animais sofrem mudanças ao longo das gerações por imposição das relações ecológicas*”), 6 (“*O Homo sapiens é descendente direto do macaco*”) e 10 (“*Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina*”) obtiveram 50% das respostas no intervalo entre 2 (Concordo) e 4 (Discordo), o que demonstra uma posição indefinida do grupo B em relação a estas colocações sobre BIO-EVO e isto pode ser visto pela tendência da média de respostas à posição 3, a qual corresponde a “Indiferença”.

As medidas estatísticas do grupo B (IES B5) estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas estatísticas do grupo B (IES B5)

Assertivas	Média	Me	Mo	CV	Mín	Máx	Cont
Questão 1	2,00	2	2	44,7%	1	4	36
Questão 2	1,50	1,5	1	33,8%	1	2	36
Questão 3	1,92	2	2	14,6%	1	2	36
Questão 4	2,58	2	2	51,8%	1	5	36
Questão 5	2,11	2	2	15,1%	2	3	36
Questão 6	3,42	4	4	39,2%	1	5	36
Questão 7	2,06	2	2	53,2%	1	5	36
Questão 8	2,22	2	2	37,4%	1	5	36
Questão 9	2,11	2	2	40,5%	1	4	36
Questão 10	3,36	4	4	35,7%	1	5	36
Questão 11	1,33	1	1	35,9%	1	2	36
Questão 12	1,64	2	2	33,1%	1	3	36
Questão 13	3,86	4	4	27,8%	1	5	36
Questão 14	2,17	2	2	42,0%	1	4	36

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O coeficiente de variação (CV) é utilizado para determinar o percentual de variação de uma variável (questão) e assim permitir uma comparação entre as variabilidades de diferentes variáveis (questões). Em termos de concordância e discordância, quanto menor a variação nas respostas, maior será a concordância.

Analisando somente a tendência de concordância nas respostas obtidas, independentemente da pergunta, no grupo B, assim como no grupo A, as respostas que apresentaram maior frequência foram 2 (Concordo) e 4(Discordo). Porém a frequência de respostas 4 (Discordo) aumentou em relação ao grupo A, como pode ser visto nas Tabelas 4 e 5. Este aumento, em termos percentuais foi de 35,78%, enquanto que a frequência de respostas 2 (Concordo) teve uma diminuição na ordem de 19,74%.

Outro aspecto bastante importante que pode ser observado nas Tabelas 4 e 5 é o baixo percentual de respostas neutras (3 – Indiferente) o que sugere, por parte dos licenciandos, uma opinião formada sobre os temas abordados, tanto do grupo A, quanto do B.

Tabela 4 - Tendência geral de respostas do grupo A

Respostas	Frequência	%	% cumulativo
1	90	17,86%	17,86%
2	324	64,29%	82,14%
3	14	2,78%	84,92%
4	59	11,71%	96,63%
5	17	3,37%	100,00%
TOTAL	504		

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observou-se tendências nas concepções dos licenciandos, cerca de 52% elencaram 2 (concordo) para a maioria das assertivas apresentadas a eles. Maiores detalhamentos estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Tendência geral de respostas do grupo B

Respostas	Frequência	%	% cumulativo
1	113	22,4%	22,42%
2	260	51,6%	74,01%
3	23	4,6%	78,57%
4	80	15,9%	94,44%
5	28	5,6%	100,00%
TOTAL	504		

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Vale destacar, que no geral não foi viável relacionar as crenças pessoais dos participantes a um maior ou menor nível de acerto nas afirmativas, pois houveram erros e acertos conceituais de ambas as partes, crentes e não crentes. Este resultado, entretanto, diverge das pesquisas de outros autores (OLEQUES, 2010; STAUB; STRIEDER;

MEGLHIORATTI, 2015), que afirmam que de fato, as concepções são sim, influenciadas pelas crenças religiosas.

Nesse contexto, em que todas as ideias prévias dos professores, contrárias aos conceitos postulados pela Ciência, eram equivocadas, as pesquisas realizadas a partir do modelo de mudança conceitual tornaram-se a base da “indústria de misconceptions” (BIZZO, 2002; EL-HANI; BIZZO, 2002). Até mesmo as crenças religiosas eram tratadas como “*misconceptions*”. No entanto, o tratamento das crenças, particularmente as religiosas, exige uma perspectiva diferente da proposta que utiliza principalmente argumentos racionais, pois discussões com base na razão não são suficientes para causar o abandono de crenças e valores pessoais.

Contudo, a partir do desenvolvimento das análises estatísticas é possível afirmar que não foram identificadas influências diretas da composição das matrizes curriculares dos Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS nos conhecimentos acerca da BIO-EVO, apresentados por acadêmicos em etapa de conclusão da formação docente das IES B2 (grupo A) e IES B5 (grupo B). As percepções dos licenciandos, de ambas as instituições, se mostraram coincidentes, por isso, considera-se que a estruturação das grades curriculares não se constitui como um pilar determinante na construção dos saberes científicos dos licenciandos. Nesse contexto, constatou-se, ainda a relevância da articulação da BIO-EVO como eixo integrador dos componentes disciplinares em cursos de formação inicial de professores, propiciando um olhar sistêmico sobre os processos de modificação e adaptação das espécies ao longo do tempo e da biodiversidade pretérita e atual.

6 CONCEPÇÕES E PRÁTICA DOCENTE

Nesse capítulo, estão apresentados os resultados provenientes da aplicação do questionário “concepções sobre BIO-EVO e prática docente”, com a participação de professores atuantes na Educação Básica e no Ensino Superior. Os dados aqui coletados pertencem ao 2º momento da espiral investigativa (anteriormente mencionado no item 4.1 designado como “ambientes da investigação”).

6.1 AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO

Nesta pesquisa, a efetiva coleta de dados foi realizada com visitas *in loco* e através do Google Formulários, utilizando-se de um questionário semiestruturado com perguntas mistas.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

O público-alvo deste estudo foram dez professores de Ciências/Biologia da rede pública e particular de ensino, atuantes na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Foi solicitada a autorização dos órgãos educacionais competentes, já a participação docente consolidou-se de forma voluntária. Os sujeitos de investigação foram identificados como “Professor P1”, Professor P2, P3... A coleta de dados transcorreu entre os meses de maio a setembro de 2016.

6.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Aqui estão descritos os procedimentos adotados na coleta e análise dos dados.

6.3.1 Questionário semiestruturado

O questionário foi adaptado da publicação de Meghioratti (2004) e intitulado nesta investigação como: “Concepções em torno da BIO-EVO”. Este instrumento pode ser classificado como semiestruturado, com questões abertas em maior número, as quais foram fundamentais para responder a problemática de pesquisa, pois possibilitaram a livre expressão docente.

Ressalta-se que a composição do instrumento procurou seguir as perspectivas teórico-práticas publicadas no projeto colaborativo do Museu de Paleontologia da Universidade da Califórnia (UCMP) e do Centro Nacional dos Estados Unidos para Ensino das Ciências.

Para a avaliação dos dados, houve a organização de um conjunto de categorias descritivas, onde foi aplicada a análise de conteúdo, seguindo os escritos de Bardin (2011). Devido a amplitude das categorias pré-selecionadas e da complexidade do tema abordado, foi necessária a criação de subcategorias mais específicas, atendendo aos requisitos expressos na metodologia análise de conteúdo. Para a apreciação e organização dos resultados, optou-se pela aplicação da referência teórica (FUTUYMA, 2002), o qual apresenta propostas de definições do conceito de evolução biológica, com caráter globalizante que se aproxima dos pressupostos do Pensamento Complexo (PC). O autor referido menciona que existem três aspectos que definem o processo de evolução:

- 1) a ideia fundamental associada à evolução é a transformação;
- 2) as populações são as unidades evolutivas;
- 3) a transmissão das alterações (morfológicas e fisiológicas) ocorre via material genético.

Sequencialmente, os escritos dos professores foram processados na íntegra pelo *software* de Análise Textual IRAMUTEQ - *Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires* (CAMARGO; JUSTO, 2013), por permitir análises multivariadas, em especial, Classificação Hierárquica Descendente (CHD), Análise Fatorial de Correspondência (AFC) e Análise de Similitude (AS). Esta última possibilidade de avaliação foi a escolhida para emprego na presente pesquisa. Segundo Camargo e Justo (2013), a análise textual se faz relevante em estudos que objetivem identificar e analisar pensamentos, crenças e/ou opiniões, conteúdo simbólico manifestado em relação a determinado fenômeno ou temática. Vale destacar que este *software* é amplamente explorado em pesquisas sobre representações sociais (testes de evocações livres), percepções e concepções ambientais, sendo validado por pesquisadores das áreas de Ciências Humanas e Sociais.

A aplicação deste *software* teve como objetivo complementar a análise de conteúdo (BARDIN, 2011), a fim de proporcionar à pesquisadora, um olhar mais amplo sobre as concepções e representações sociais dos professores em relação ao ensino de BIO-EVO.

Camargo e Justo (2013) destacam que a AS reúne uma nuvem de palavras e as agrupa, a partir de um conjunto de escritos, rigorosamente identificados por símbolos, reorganizando conforme a frequência em que aparecem no texto. Segundo os autores, este reconhecimento de um *corpus* textual pode ser considerado uma análise lexical mais simples, no entanto, graficamente bastante interessante, na medida em que se assegura uma rápida identificação das palavras-chave de um texto (CARMARGO; JUSTO, 2013).

A AS ou de semelhanças é muito explorada em investigações de representações sociais, pois permite elaborar uma árvore com os termos mais utilizados pelos sujeitos participantes do estudo e o número de ocorrências destas palavras.

6.3.2 Livros didáticos

Contudo, também foram avaliadas cinco publicações didáticas de Ciências exploradas no Ensino Fundamental e Médio. As escolhas bibliográficas foram realizadas com base nos livros didáticos utilizados pelos docentes participantes do estudo. Buscou-se analisar criticamente a abordagem dos temas pertinentes a BIO-EVO.

Para avaliação dos livros foram explorados oito critérios extraídos da publicação de El-Hani, Roque e Rocha (2011, p. 216-217): 1) O livro didático deve ser correto em seus conteúdos e procedimentos, mostrando-se consistente com o conhecimento atualmente aceito da disciplina para a qual está voltado, bem como com os Parâmetros Curriculares Nacionais; 2) propiciar aos estudantes experiências pedagógicas significativas, conectadas com suas circunstâncias sociais; 3) contemplar as características gerais das escolas públicas, os perfis diversificados de professores e estudantes, e situações interativas típicas de salas de aula; 4) Ele deve contribuir para que sejam alcançados os objetivos gerais da educação básica, conforme estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, lei n. 9394/96); 5) O livro não deve reforçar estereótipos ou veicular preconceitos de qualquer espécie; 6) Não pode ignorar discussões atuais sobre teorias e práticas pedagógicas; 7) Deve estar de acordo com as leis brasileiras atuais em termos gerais, e não apenas com as leis relativas à educação; 8) O livro didático deve dar espaço ao professor para que escolha outros materiais para complementar sua prática, de acordo com o projeto político-pedagógico de sua escola.

Ressalta-se que o centro do estudo não está nas obras em si, mas nas estratégias pedagógicas empregadas e nos seus componentes conceituais, atitudinais e procedimentais. Por estas razões, os livros não estão identificados nas análises, apenas o seu ano de publicação e o professor que o utiliza.

No parecer das publicações preocupou-se com as diferentes formas de abordagem que cada livro apresentava, buscando ampliar a análise dos processos fundamentais de estudo da evolução biológica. Com base em tais premissas, os resultados buscaram enfatizar os pontos preponderantes de cada publicação, tanto de possibilidades profícuas, quanto de fragilidades, contribuindo para a obtenção de subsídios que possam auxiliar no mapeamento do atual ensino de BIO-EVO.

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, estão apresentados e discutidos os resultados coletados por intermédio da aplicação do questionário com professores atuantes na Educação Básica e no Ensino Superior, todos residentes na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Destaca-se que a participação se consolidou de forma voluntária.

6.4.1 Caracterização sociodemográfica

Inicialmente, o instrumento de coleta de dados procurou identificar a faixa etária, gênero, nível de aperfeiçoamento profissional e a área de formação na pós-graduação (Apêndice B), com intuito de mapear os perfis docentes e possibilitar no decorrer da ação investigativa a correlação destes dados com as concepções apresentadas sobre o ensino de BIO-EVO. As informações sobre a caracterização sociodemográfica estão apresentadas no quadro 11.

Quadro 11 - Caracterização sociodemográfica dos professores

ID	Gênero	Idade	Nível de aperfeiçoamento	Área de formação na pós-graduação
P1	M	43	Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional	Toxicologia Aplicada e Enfermidades Parasitárias
P2	F	37	Especialização	Ensino de Ciências Da Natureza
P3	M	25	Ensino Superior Completo	-----
P4	M	32	Mestrado Acadêmico	Zoologia de Vertebrados
P5	M	40	Ensino Superior em Andamento	-----
P6	M	32	Mestrado Acadêmico	Ensino de Ciências
P7	M	35	Mestrado Acadêmico	Ensino de Ciências
P8	F	47	Especialização e Mestrado profissional	Educação e Genética
P9	M	40	Mestrado Acadêmico	Neurociências
P10	F	44	Doutorado	Genética e Biologia molecular

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Como mostra o Quadro 11, houve um interesse maior de professores do gênero masculino em participar do presente estudo, apenas três profissionais do gênero feminino se dispuseram a responder o questionário. A faixa etária oscilou em dois grandes grupos, quatro docentes entre 25-35 anos e seis docentes apresentaram idades entre 35-47 anos. No que se refere a formação acadêmica, há total aderência com a área de Ciências Biológicas (Licenciatura), onde observou-se que apenas um docente não possui a titulação de graduado no ensino superior.

Além disso, ressalta-se que seis educadores apresentaram títulos de mestres, em diferentes áreas: Enfermidades parasitárias; Zoologia; Neurociências; Ensino de Ciências; Educação; Genética e Biologia Molecular. Salienta-se ainda, que um docente expõe a titulação de ensino superior completo e outro está em andamento na graduação em Ciências Biológicas.

Acredita-se que essa pluralidade do grupo amostral, especialmente no que se refere aos níveis de formação acadêmica, é motivada pela abertura no processo de coleta de dados, onde o crivo do público-alvo foi apenas a atuação como professor de Biologia, na rede pública e/ou particular de ensino, na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS.

No que tange a experiência profissional na área da educação, quatro docentes (P3, P5, P6, P10) exercem a docência há aproximadamente 2-5 anos, já cinco profissionais (P1, P2, P4, P7 e P9), ministram aulas de Ciências Biológicas há mais de 10 anos e apenas um (P8) possui mais de 25 anos de experiência no magistério, na rede pública e particular.

Ainda no tópico caracterização sociodemográfica, procurou-se identificar quais os componentes disciplinares que os professores lecionam atualmente, verificou-se que os professores P1, P2, P6 e P7, além da Biologia, também ministram aulas de Física, Química e Seminário Integrado. Os sujeitos P3, P4 e P5, P8, P9 e P10 lecionam apenas na área de sua formação acadêmica.

Por fim, foi possível saber quais as fontes de informação os professores utilizam para se manterem atualizados sobre assuntos relacionados à ciência, os recursos *internet*, televisão, artigos científicos, livros didáticos e paradidáticos foram citados por todos os docentes. Constatou-se que apenas os profissionais P1, P4 e P7 mencionaram frequentar congressos, seminários e feiras de iniciação científica.

6.4.2 Concepções sobre a BIO-EVO

A seção identificada como “c” do ICD (Apêndice B) refere-se as concepções dos professores em torno de conceitos e a prática educativa relacionados à área de BIO-EVO. Para facilitar a apresentação dos resultados, estes foram divididos em tópicos, seguindo a mesma ordem em que aparecem no instrumento de coleta de dados (Apêndice B):

- Possíveis obstáculos ao ensino de BIO-EVO;
- Conceituação de “evolução biológica”;
- A evolução dos hominídeos;
- Mitos e incoerências sobre a evolução biológica;
- A atual abordagem dos conteúdos relacionados a BIO-EVO;
- Temas comumente relacionados a BIO-EVO;
- Estratégias de ensino e aprendizagem;
- Antagonismo entre Ciência e religião;
- O ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo;
- Nível de preparo para a docência em BIO-EVO.

6.4.2.1 Possíveis obstáculos ao ensino de BIO-EVO

Para identificar as possíveis barreiras didáticas e epistemológicas enfrentadas pelos professores, ao tratar de temáticas relacionadas a BIO-EVO, foi proposta a seguinte questão:

1. Você encontra obstáculos para trabalhar os conteúdos relacionados a BIO-EVO? As declarações encontram-se categorizadas, a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 2011) no Quadro 12.

Quadro 12 - Possíveis obstáculos ao Ensino de BIO-EVO

Categoria	Subcategoria	Recorrência
Dicotomia entre ciência e religião	A formação científica dos alunos é muito precária. Ainda há conflitos entre evolução biológica e as crenças religiosas.	P1, P2, P4 e P7
	A maioria aparentemente dos educandos se recusa a querer aprender esse tema, porque vai contra a religiosidade deles. Alguns ainda pensam que a Evolução dos seres vivos se trata de um projeto.	P3
	Muitos alunos não creem nas teorias evolutivas e sim na teoria criacionista, o que levam as aulas de Biologia a debates intermináveis sobre a origem da vida.	P5, P6, P10
Saberes docentes não aprofundados	Dentro da área das Ciências Biológicas não é a minha temática preferida. Portanto, nunca me dediquei a ela.	P9
Nenhum obstáculo	Costumo abordar o assunto de forma natural e imparcial.	P8

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Foi possível verificar no Quadro 12, que os professores (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P10) acreditam que os principais obstáculos ao ensino de BIO-EVO são: a formação científica inconsistente dos educandos e o forte embate dogmático entre as ideias propostas pela Teoria Evolucionista e os preceitos Criacionistas. Resultados semelhantes foram encontrados por Licatti (2005), o qual também verificou dificuldades dos professores em lidar com as implicações filosóficas e religiosas da teoria evolutiva.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) destacam que muitos conceitos e explicações das Ciências Naturais contrariam a percepção da vivência imediata, sensível, o conhecimento difuso e imagético dos meios de comunicação social e explicações fortemente compartilhadas por grupos religiosos e étnicos, entre outros.

Teixeira (2013, p. 7-8), enfatiza que “as questões envolvendo ciência e religião e, mais especificamente, evolução e criacionismo estão na ordem do dia no meio acadêmico, escolar e na sociedade como um todo. Devemos deixar de lado o ditado que religião não se discute”. Com esta postura, segundo o autor referido, é possível elucidar a ideia de que crenças religiosas e ciência estão em lados opostos, como adversárias naturais.

Ainda, de acordo com Goedert (2004, p. 58), “a complexidade dos conhecimentos relacionados à evolução biológica é considerada mais uma das dificuldades para a abordagem do tema pelos professores”. Isso porque, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 135-136) “o conhecimento das Ciências Naturais tem impactos sobre as visões de mundo existentes, interagindo com interpretações religiosas, comportamentos e hábitos de tradição”.

Já os professores P2 e P6 enfatizaram que o ensino de evolução é incipiente nas escolas, devido principalmente a falta de habilidade docente na abordagem desta temática, principalmente no que se refere à adequação do vocabulário, e a escassez de recursos didáticos que propiciem a ludicidade e chamem a atenção dos discentes. Essas colocações vão de encontro aos resultados encontrados na pesquisa de Coimbra (2007), a autora constatou que as dificuldades dos professores em ministrar conteúdos de evolução biológica vão para além das imposições religiosas. Em especial docentes atuantes na Educação de Jovens e Adultos (EJA), expressaram que os estudantes não aceitam a evolução como fato comprovado cientificamente.

Nesta perspectiva, Coimbra (2007, p. 45) comenta que os principais empecilhos ao ensino de evolução são:

[...] os alunos possuem dificuldades de noção do tempo dentro de uma linha cronológica, falta de domínio do assunto (tanto por parte dos professores quanto dos alunos), falta de recursos audiovisuais e outros materiais pedagógicos, falta de interesse dos discentes sobre o assunto, maturidade inapropriada para compreensão do tema, vocabulário complexo sobre o assunto.

O ensino de Ciências possibilita a exploração de diferentes metodologias de ensino, como Bizzo (2012, p. 65) afirma: “existe uma ampla gama de materiais à disposição do professor que podem contribuir para a melhoria de seu trabalho”, sendo o educador responsável pela escolha do que está dentro da realidade do ambiente em que leciona.

É preciso considerar que aulas abordadas de diferentes formas, trazendo metodologias alternativas à aula expositiva contribuem para a construção do conhecimento, possibilitando ao estudante fazer relações com seu cotidiano. Neste contexto, Alencar et al. (2015, p. 2-3) afirmam que: “materiais como modelos, jogos e sequências didáticas facilitam a construção do conhecimento pelo estudante, pois preenchem algumas lacunas deixadas pelo processo de transmissão e recepção acerca do conteúdo ministrado”.

De forma geral, foi possível perceber que na visão dos professores (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P9 e P10) os principais obstáculos ao ensino de BIO-EVO são o forte embate entre Ciência e as Organizações de cunho religioso, além disso, a falta de aprofundamento dos saberes docentes também se mostra como um empecilho para o êxito do ensino de evolução.

6.4.2.2 Conceituação de “evolução biológica”

Com o objetivo de identificar como os professores conceituam a evolução biológica, foi apresentado o seguinte questionamento: **como você define a “evolução biológica”?** Maiores detalhamentos estão presentes no Quadro 13.

Quadro 13 - O que é evolução biológica?

Categoria	Subcategoria	Recorrência
Adaptação dos seres vivos e seleção natural	Sequência de etapas adaptativas perante as quais, as adversidades funcionais, homeostáticas e psicocomportamentais, inferem-se como exigências necessárias para a promoção de mudanças.	P1
	São as mudanças (adaptações) que ocorrem nos seres no decorrer de várias gerações, passando de uma geração para outra.	P2, P3, P9, P10
	É o processo de modificação que os seres vivos sofrem ao longo do tempo, em decorrência de diversas pressões ambientais.	P4
	Processo pelo qual a vida se origina e se desenvolve ao longo do tempo.	P5, P6
Fatos e registros ambientais	Soma de fatos comprovados por evidências bastante convincentes.	P7
Mutações e processo de especiação	Surgimento de novas espécies a partir de mutações que causam alterações nos indivíduos, a ponto destes não poderem mais se reproduzir com a espécie original.	P8

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Para a discussão dos dados apresentados no Quadro 13, foi escolhida como referência teórica o conceito de evolução biológica proposto por Futuyma (2002), devido ao ser carácter globalizante que se estreita a proposta do Pensamento Complexo.

A conceituação proposta por Futuyma (2002) está organizada em três eixos norteadores que definem o processo de evolução: 1) a ideia fundamental associada à evolução é a transformação; 2) as populações são as unidades evolutivas; 3) a transmissão das alterações (morfológicas e fisiológicas) ocorre via material genético.

No que se refere ao primeiro aspecto, somente três professores (P5, P6 e P7) não conceituaram evolução biológica associando ao processo de transformação. Esse dado é antagônico ao encontrado por Licatti (2005), onde 70% dos professores de Biologia no Ensino Médio conceituavam evolução com argumentos que perpassavam progresso e/ou melhoria, esta conotação não foi observada nas falas dos docentes participantes deste estudo. Ainda sobre o primeiro aspecto, constatou-se que 70% direcionaram a uma interpretação do

processo evolutivo como uma ação progressiva, onde características como, o finalismo e o aumento de complexidade são recorrentes nas falas dos professores.

Em relação ao segundo aspecto (as populações são unidades evolutivas), observou-se que nenhum professor expressou diretamente que a evolução ocorre em grau populacional, os professores P2, P3, P9, P10 apresentaram concepções que remetem a ideia de que a evolução pode também ocorrer a nível individual (espécie).

Quanto ao terceiro aspecto, referente a transmissão de características anatomorfológicas via material genético, identificou-se que apenas o professor P8 fez menção direta a esta condição/característica. Entende-se que este resultado é influenciado pela área de pós-graduação escolhida pelo docente (Mestrado Profissional em Genética).

Iannuzzi e Soares (2011) afirmam que o termo evolução é erroneamente associado à ideia de progresso, porém a terminologia envolve apenas o sentido de mudança. Os autores entendem que a partir desta definição evoluir implica em mudar e ainda salientam que todas as teorias evolutivas que estejam relacionadas a fenômenos biológicos, físicos ou sociais são teorias que propiciam/desencadeiam mudanças. “Deste modo, o conceito de evolução pode ser aplicado tanto às mudanças que operam no mundo biológico quanto às mudanças culturais e tecnológicas” (IANNUZZI; SOARES, 2011, p. 137).

Estas colocações corroboram com as pesquisas que abordam conceitos de Evolução em diversos níveis de escolarização, onde ainda ocorrem muitos equívocos quanto a teoria da Evolução, ficando sua explicação muitas vezes aquém do esperado (BIZZO, 1991; CARLETTI; MASSARANI, 2011; OLIVEIRA et al., 2016).

Conforme Ridley (2006, p. 28), “[...] evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento de organismo ao longo das gerações”, o que nos leva a perceber que é um processo lento e gradual.

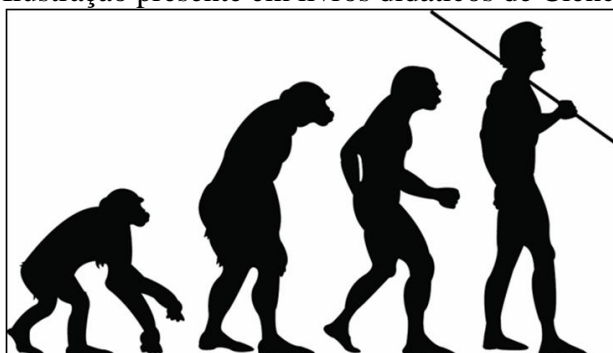
O conceito de evolução biológica é complexo e converge com uma gama de outras conceituações biológicas, como gene, genética de populações, variedade populacional, tempo geológico, relações ecológicas, processos de especiação, entre outros. Percebe-se nos dados encontrados que os professores não têm clareza dos conceitos mencionados acima, ou não foram lembrados por estes.

Dessa forma, pode-se inferir que os professores (P2, P3, P5, P6, P7, P9 e P10), não estão conseguindo relacionar o conceito de evolução biológica com outros conhecimentos da área de BIO-EVO, os quais estão na base da compreensão dos processos evolutivos.

6.4.2.3 A evolução dos hominídeos

A questão número 3 do questionário (Apêndice B) solicitava a apreciação de uma ilustração (Figura 6) sobre a evolução dos hominídeos, os sujeitos (professores) foram indagados sobre a adequação e veracidade das informações representadas na imagem, sob os pontos de vista didático e epistemológico. A ilustração está exibida a seguir.

Figura 6 - Ilustração presente em livros didáticos de Ciências (7º ano)



Fonte: PNG Tree (2018)².

Apenas os professores P1, P3 e P10 explorariam a Figura 6 em suas aulas. Segundo o P1 “[...] *essa linha de pensamento é coerente*”, já o P3 comenta que a ilustração é “*em parte correta, pois simplifica os processos evolutivos*”, já o P10 afirma que considera a imagem correta e a exploraria em suas aulas de Ciências da Natureza “[...] pois ela sintetiza muito bem o processo evolutivo, especialmente não representando indivíduos intermediários, é uma boa representação!”.

Já os docentes P2, P4, P5, P6, P7, P8 e P9 desqualificaram a Figura 6 e trouxeram uma série de apontamentos sobre os possíveis erros de interpretação, ocasionados pela leitura errônea desta imagem. Dentre as falas docentes, destacam-se os argumentos do

P2 comenta que “[...] *a imagem deixa a entender que o homem era um chimpanzé e não demonstra que seguiram linhas evolutivas diferentes*”.

P4 afirma que “*essa figura sugere que os seres humanos são ancestrais diretos dos chimpanzés, e isso está incorreto. A melhor maneira de se representar a evolução humana é por meio das complexas árvores evolutivas dos primatas, que trazem a relação entre as espécies, e não de uma maneira linear, como é feito nesta figura*”.

Na mesma linha de raciocínio, o P5 alega que não exploraria a Figura 6 em suas aulas porque “*os seres surgem por variabilidade genética em consequência do ambiente*”.

² Disponível em: < https://pt.pngtree.com/freepng/human-evolution_3486985.html>. Acesso em: 14 maio 2018.

O P6 sustenta que *“a evolução biológica não é retilínea”*, o P7 corrobora com o P6 e complementa *“a evolução não acontece de maneira linear, mas a partir de modificações genéticas de diferentes origens (como cruzamentos e mutações, por exemplo) e em indivíduos de gerações e ancestrais diferentes.”*

P8 diz que *“considero que a partir da terceira imagem é da espécie Homo sapiens, antes são indivíduos de outra espécie”*. Já o P9 sustenta que a Figura 6 mostra o homem evoluindo diretamente de um primata. *“[...] é impressionante com esta ideia ainda é difundida e como os alunos, ainda perguntam se o homem veio do macaco. Homem e macacos tiveram um ancestral comum, apenas isso”*.

Neste sentido, Carneiro (2004, p. 34-35) afirma que *“[...] é muito mais fácil dizer que a espécie humana veio dos macacos do que explicar que a espécie humana possui um ancestral em comum com os macacos”*, pois tal afirmação desencadeia outras questões tais como definir o que seria um ancestral comum, saber quem é esse ancestral e explicar como a ciência chegou a tal consideração.

Diegues (2012) que também realizou um estudo sobre ensino de BIO-EVO na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, constatou que professores do Ensino Médio costumam exemplificar e usar analogias afim de facilitar o entendimento das questões evolutivas e um exemplo amplamente explorado é a comparação da morfologia humana com a dos macacos, indicando os órgãos vestigiais. Nesta linha de pensamento, Mello (2008) afirma que humanos e macacos modernos compartilham apenas um antepassado comum, tendo sido originados a partir de uma espécie que não existe mais (MELLO, 2008). Embora, de fato, o homem não tenha evoluído do macaco, é essa a visão da Evolução humana presente no senso comum e nas críticas dos criacionistas ao evolucionismo (KEMPER, 2008, p. 71).

A respeito da representação da evolução biológica, Barros (2000, p. 194), afirma que *“uma das representações mais comuns da evolução das espécies mostra como o caráter linear do tempo pode aparecer. Trata-se de uma visão inaceitável sob o ponto de vista da evolução [...]”*. Ressalta-se que a Figura 6 apresentada aos professores remete à esta ideia de progresso e/ou melhoria, o que não condiz com a Teoria da Seleção Natural.

Sobre o uso da cladística nas aulas de Biologia, Araújo (2012, p. 51) constatou que os livros didáticos, especialmente do Ensino Médio, *“[...] geralmente ignoram as filogenias ou as apresentam superficialmente e/ou imprecisamente. De modo geral, não há instruções de como interpretar as filogenias, servindo essas quase como ilustrações perdidas no texto”*.

Goedert (2004), identificou que professores do Ensino Superior sentem dificuldades ao explicar conteúdos relacionados à filogenia. Um dos fatores limitantes seria a não

compreensão dos estudantes licenciandos em Ciências Biológicas sobre os processos evolutivos, isso porque eles associam com frequência o significado do conceito “ancestral comum” com a expressão “veio do macaco”.

Ainda sobre essa ideia de evolução linear, amplamente divulgada nos livros didáticos, Gastal (2009) e Ribeiro (2010) verificaram que persistem obstáculos epistemológicos nas concepções dos alunos, como um olhar linear e progressista da história evolutiva e dos eventos que os envolvem. Segundo os autores, esta concepção é fomentada principalmente pelos livros didáticos, os quais trouxeram durante muitos anos representações da evolução das espécies com caráter linear do tempo.

6.4.2.4 Mitos e incoerências sobre a evolução biológica

A questão número 4 do questionário (Apêndice B), solicitava aos docentes que assinalassem apenas os argumentos coerentes com a BIO-EVO.

Constatou-se que nenhum professor considera correta a afirmação “**conforme Darwin o ser humano é o mais evoluído dos animais**” e apenas o docente P10 acredita que “**o homem descende do macaco**”.

Chama a atenção que a assertiva “**através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo**”, foi a alternativa com maior índice de concordância, sete docentes (P1, P2, P4, P5, P7, P8, P9) assinalaram como verdadeira. Dessa forma, os professores supracitados corroboram com a perspectiva de evolução qualitativa. Segundo Pagnotta (2015, p. 64) é incorreto associar a evolução biológica com ideias de progresso ou avanço a uma direção predeterminada, porque as condições ambientais mudam “e uma característica que antes era adaptativa e que, portanto, poderia ser considerada como um sinal de “progresso” pode se tornar irrelevante ou mesmo prejudicial a sobrevivência da espécie”.

A afirmação “**a evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos**” também apresentou um alto índice de aceitação. No total, seis profissionais (P1, P2, P3, P5, P6, P8) a assinalaram como correta. Resultados semelhantes foram encontrados nas pesquisas de Carneiro (2004), Meglhioratti (2004), Meglhioratti, Caldeira e Bortolozzi (2006), Cerqueira (2009), Teixeira e Andrade (2014); Staub, Strieder e Meglhioratti (2015), onde a maioria dos sujeitos participantes (docentes) também tenderam a considerar a Evolução Biológica como um processo que envolve a melhoria e aumento de complexidade.

Para Carneiro (2004), muitas vezes a concepção de evolução biológica numa perspectiva de aprimoramento é motivada pela ideia de que o organismo é capaz de direcionar um processo de ajuste, no sentido de garantir a sua sobrevivência.

Segundo Meghioratti (2004), tais erros conceituais costumam emergir principalmente durante a transposição didática, de modo que os docentes muitas vezes sabem os reais significados dos conceitos, entretanto, no momento de apresentá-los acabam simplificando-os e por consequência distorcendo-os. A autora comenta ainda que os conceitos de Evolução e Adaptação, acabam sendo levados para o ponto de vista cotidiano, e não científico, o que faz com que o discurso docente denote que a evolução biológica tem um papel progressista e finalista.

6.4.2.5 A atual abordagem dos conteúdos relacionados a BIO-EVO

Questionamento proposto: 5. Você considera que há algum empecilho no atual sistema educacional para a abordagem dos conteúdos relacionados à BIO-EVO? Justifique seu posicionamento.

Os sujeitos P2, P4, P7 e P8 afirmaram não observar nenhum obstáculo para o ensino de BIO-EVO. Já o P6 comentou que além da religião, a complexidade dos temas prejudica sua exposição na Educação Básica. Neste mesmo viés, o P3 disse que por orientação da Secretaria Municipal de Educação de seu município, ele pode expor apenas características gerais do criacionismo e do evolucionismo, no 7º ano do Ensino Fundamental.

O isolamento da BIO-EVO das demais subáreas das Ciências Biológicas, foi apontado com um contratempo para o P10, segundo este profissional, por intermédio de todos os conteúdos biológicos é possível realizar a relação sob a luz do processo evolutivo.

Ainda sobre os possíveis fatores que preocupam o atual sistema educacional como barreiras epistemológicas, muitas vezes limitando a abordagem dos conteúdos relacionados à BIO-EVO, o P1 destacou: “o que existe é uma forte pressuposição religiosa a respeito, olhando para um ponto cego”. Os professores P5, P6 e P9 também indicaram a religião como entrave para a apresentação dos conteúdos de BIO-EVO. A esse respeito, Staub, Strieder e Meghioratti (2015, p. 22), comentam que:

Considerado um conteúdo difícil de ser trabalhado, a Evolução Biológica impõe barreiras conceituais e sofre influência das crenças religiosas. Desse modo, as concepções que os professores manifestam em aula bem como as dificuldades inerentes ao ensino promovem uma formação conceitual pelos alunos. Essas, muitas

vezes, são deficientes e pautadas em explicações teológicas para questões, nas quais em aulas de Ciências e Biologia demandariam explicações científicas.

Também pode-se verificar que, mesmo sendo considerado conteúdo essencial nas Ciências da Natureza, presente nos PCN (BRASIL, 1998), a BIO-EVO tem escassas ou nenhuma abordagem durante as aulas (OLEQUES, 2010).

Os motivos que levam a essa negligência são amplos, indo desde as dificuldades da transposição deste conteúdo, que demanda um domínio por parte do docente, até mesmo às crenças pessoais tanto de docentes quanto dos alunos, que podem acabar por rejeitar todos os fatos elencados no último século em favor da Evolução em detrimento de outras explicações para a origem da vida, como, por exemplo, as teorias religiosas (MEGLHIORATTI, 2004; MEYER E EL-HANI, 2005; MELLO, 2008; CORRÊA, 2010).

Como outras ciências, a BIO-EVO não pode ser usada para justificar crenças sobre ética ou moralidade. Nem pode provar ou refutar questões teológicas, tais como a existência de uma divindade. Muitas pessoas consideram que embora a evolução seja incompatível com a interpretação literal de algumas passagens da Bíblia, ela é compatível com crenças religiosas (FUTUYMA, 2009, p. 15).

Sabe-se que de fato, às féis religiosas interferem, em menor ou maior grau nas concepções dos sujeitos. Sepúlveda e El-Hani (2004), comentam que fatores com o tipo de vínculo, o período da vida em que tiveram contato com as crenças religiosas e a qualidade do contato que tiveram com as ciências, são possíveis determinantes do grau de religiosidade do indivíduo. Ainda, nesta perspectiva, Meglhioratti, Caldeira e Bortolozzi (2006, p. 12), comentam que: “[...] muitas das dificuldades do professor estão relacionadas com aspectos de crença e religião. A crença do professor está permeando e interferindo na sua concepção científica de evolução biológica”. Dessa forma, para tentar compreender o mundo de uma única forma, o docente tenta reunir suas concepções científicas com as culturais. Nesta ação de unificação, somada a falta de formação científica, aumenta a distorção do conceito de evolução biológica e a limitação na abordagem pedagógica deste tema (MEGLHIORATTI; CALDEIRA; BORTOLOZZI, 2006).

Portanto, conforme citado anteriormente, são latentes as dificuldades no ensino de BIO-EVO, especialmente na Educação Básica, uma vez que ficam constatadas as deficiências de transposição e assimilação dos conhecimentos inerentes a área

6.4.2.6 Temas comumente relacionados a BIO-EVO

Com intuito de desvelar os conteúdos mais trabalhados na área evolução biológica, foi apresentado aos professores a seguinte questão: 6. Você costuma trabalhar os conteúdos relacionados à BIO-EVO? Se sim, cite quais. Os temas elencados pelos professores estão evidenciados no Quadro 14.

Quadro 14 - Conteúdos desenvolvidos em BIO-EVO

Identificação	Tema(s)
P1	Adaptabilidade, aprimoramento genético; desenvolvimento humano e organização social, biodiversidade e genética de populações.
P2	Evolução e diversidade da vida, mecanismo evolutivo; evolução e adaptação; Teorias Evolucionistas.
P3	Não abordo.
P4	Além de trabalhar com as questões teóricas da BIO-EVO, tento abordar também alguns elementos de filosofia da Ciência quando trabalho com este assunto.
P5	Evidências disponíveis sobre a evolução, como se pode avaliá-las, e por que a ideia do evolucionismo é tida como bem estabelecida pela ciência atual.
P6	Costumo seguir os exemplos dos livros didáticos.
P7	Origem da vida, genética, darwinismo, neodarwinismo.
P8	As Teorias Evolutivas, as ideias de Lamarck, Darwin e o Neodarwinismo, bem como a visão Criacionista.
P9	Apenas as Teorias: Criacionista, Lamarckismo e Darwinismo.
P10	Biologia Molecular, Genética, Bioestatística (ainda que de forma muito superficial).

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme pode ser visto no Quadro 14 acima, constatou-se que o professor P3 não desenvolve nenhum conteúdo relacionado à BIO-EVO. E que a exploração do livro didático como recurso norteador das aulas de Ciências Natureza, foi mencionada apenas pelo docente P6.

Ainda, cabe destacar que o P1 apresenta conceitos evolutivos relacionando-os a assuntos da Ecologia de populações e comunidades. O profissional P4 comentou que procura interligar os temas de evolução biológica com a História e Filosofia da Ciência, já o docente P10 levanta em suas aulas questões inerentes a Bioestatística.

A práxis pedagógica dos sujeitos P1, P4 e P10 remete a um dos pressupostos teóricos do Pensamento Complexo, onde a ação educativa é levada para o campo da transdisciplinaridade, que de acordo com Leff (2010), a atuação transdisciplinar pode ser

delineada como um método de troca de saberes entre as distintas áreas de conhecimento científico, nos quais há incorporação de corpos teóricos e conceitos são assimilados pelo componente curricular importador.

A atitude de contextualizar e globalizar é uma particularidade do espírito humano que o ensino disciplinar atrofia e, que, ao contrário disso, deve ser sempre desenvolvida. O conhecimento torna-se significativo quando é capaz de situar toda a informação em seu contexto e, se possível, no conjunto global no qual se insere (MORIN, ALMEIDA e CARVALHO, 2013).

Quando assimilamos uma nova informação, para compreendê-la temos que contextualizá-la e globalizá-la. Nós a compreendemos a partir de seu contexto e se ela é integrante de um sistema, tentamos situá-la nesse sistema. “[...] a partir de um certo nível de especialização, que passa a ser hiper-especialização, o fechamento e a compartimentalização impedem o ato de contextualizar e globalizar” (MORIN, 1999, p. 25).

Constatou-se ainda que na prática educativa do profissional P9 há abordagem restrita dos temas que envolvem a BIO-EVO, com enfoque nas Teorias sobre a evolução biológica (Criacionista, Lamarckismo e o Darwinismo).

6.4.2.7 Estratégias de ensino e aprendizagem

Questionamento proposto aos docentes: 7. Quais estratégias de ensino você utiliza para realizar a exposição dos conteúdos de BIO-EVO? As metodologias de ensino e aprendizagem citadas pelos professores encontram-se categorizadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Estratégias de ensino exploradas pelos docentes

Identificação	Estratégias de ensino e aprendizagem
P1	Estudos de Casos, vídeos e debates direcionados.
P2	Apresentação audiovisual (slides), confecção de linha do tempo, debates.
P3	Não abordo o conteúdo de evolução biológica.
P4	Apresentação audiovisual (slides) e debates.
P5	Aula expositiva-dialogada, prática em campo, seminários e construção de mapas conceituais.
P6	Aula expositiva-dialogada.
P7	Primeiramente desmistificar a temática (aula expositiva-dialogada), distinguindo-a do criacionismo bíblico. Depois, proposta de leituras com reflexão crítica, utilização de vídeos ilustrativos, documentários.
P8	Aula expositiva-dialogada com auxílio de lousa digital com imagens e vídeos.
P9	Aula expositiva-dialogada, livros didáticos, imagens e livros paradidáticos.
P10	Imagens com achados recentes da Paleontologia e as relações filogenéticas.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Aula expositiva-dialogada e uso de recurso audiovisual para apresentação de slides, foram metodologias amplamente citadas pelos professores. Já mapas conceituais, apenas o docente P5 citou, estratégia está ligada a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918- 2008). A Teoria dos Mapas Conceituais foi desenvolvida a partir dos escritos de Ausubel e proposta inicialmente pelo pesquisador Joseph Novak, na década de 1970.

Curiosamente o professor P5 foi o único que citou mapas conceituais e também o único do grupo amostral que não possui a titulação de licenciado em Ciências Biológicas, pois está em andamento com o seu curso superior.

Os professores P1 e P2 sugeriram debates na sala de aula, pois permitem a socialização de ideias e o embate saudável das concepções e percepções discentes. Destaca-se que estes profissionais já possuem mais de 10 anos no magistério, e essa escolha de estratégia de ensino exige domínio de turma e proatividade docente.

Observou-se que nenhum professor citou situações-problema, jogos didáticos e/ou o uso de cladogramas, essas estratégias são amplamente citadas por pesquisadores da área de Educação em Ciências.

As situações-problema podem ser aplicadas em conjunto com metodologias de carácter lúdico, como o jogo didático, possibilitando melhor assimilação de conteúdos. Segundo Sepúlveda et al. (2009, p. 11), “ficou clara a importância de situações problema que exploram cenários de diversificação das espécies”. Já Joucoski et al. (2011, p. 5) destacam a importância dos jogos didáticos que:

[...] incentivam o trabalho em equipe e a interação aluno-professor, auxiliam no desenvolvimento de raciocínio e habilidades e facilitam o aprendizado de conceitos.
[...] Através dos jogos promovemos este trabalho de interação e busca pelo saber em sala de aula tornando nossos alunos mais autônomos, donos de seu saber.

De acordo com Perrenoud (2002, p. 117),

quando elaboramos uma situação- problema, é fundamental saber para quem ela está sendo proposta [...], o que pensamos dela, o que queremos para ela, o que estamos preparando-lhe, o que lhe desejamos, o que queremos dizer-lhe.

Mas sobre o que propor situações-problema? Normalmente, as situações-problema referem-se aos conteúdos curriculares de determinada área de conhecimento. Julga-se importante fomentar a interdisciplinaridade, reunir diferentes professores de distintas disciplinas e propor que discutam uma temática em comum, a ser desenvolvida que seja significativa para o contexto social em que a escola está inserida (PERRENOUD, 2002).

Outra estratégia de ensino relevante no ensino de Ciências, envolve o uso de cladogramas para se trabalhar a temática de BIO-EVO, pois permite aos alunos uma melhor compreensão de como o processo de evolução acontece na natureza.

Conforme Santos e Calor (2007, p. 8):

[...] o uso de cladogramas como base para as aulas, além de solucionar más interpretações sobre a teoria evolutiva, ajuda professores e estudantes a compreender a evolução como um processo intensamente atuante na história da vida.

Ou seja, a diversidade biológica apresentada por meio de cladogramas permite ao professor explicar, de forma simplificada, as modificações sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo e a ancestralidade, além de outros conceitos relacionados ao tema, possibilitando ao aluno uma nova visão da natureza. Nesta linha, Guimarães (2005), também apontou contribuições da sistemática filogenética como estratégia de ensino nos processos de ensino e aprendizagem em Biologia, especialmente quando destinada ao Ensino Médio.

O ensino-aprendizagem dos conteúdos de evolução biológica por meio de árvores evolutivas é uma estratégia defendida também por Araújo (2017). O autor salienta que a árvore evolutiva é uma metodologia interessante, pois não reflete uma linha principal de progresso, a partir de um ancestral “primitivo” para um “evoluído”. A árvore evolutiva mostra os ancestrais comuns e os processos de especiação, os quais são representados na filogenia por uma bifurcação (ARAÚJO, 2017).

Destaca-se que nenhum docente citou que desenvolve jogos pedagógicos como metodologia de ensino de BIO-EVO. Entretanto, esta estratégia é amplamente citada em periódicos científicos, Neves, Campos e Simões (2008) propuseram dois jogos para o fomento do ensino de Paleontologia, materiais didáticos intitulados como “*Brincando com fósseis*” para o 3º ano e “*Paleodetetive*” para o 8º ano, ambos públicos do Ensino Fundamental. As atividades lúdicas passaram pela avaliação de alunos de escolas públicas do município de Botucatu – SP e obtiveram êxito no âmbito escolar, especialmente no aspecto motivacional no ensino de evolução.

O docente P9 citou como recurso pedagógico, os livros paradidáticos. De acordo com Kemper (2008), a exploração de revistas de divulgação científica Brasileiras pode ser favorável no ambiente escolar, visto que estes materiais ilustram e sintetizam informações científicas/técnicas em uma linguagem coloquial, facilitando o entendimento do grande público.

Além disso, observou-se que os profissionais P1, P4, P7 e P8 mencionaram vídeos e o uso de tecnologias digitais no ensino de Ciências. Os estudos de Sobral e Siqueira (2007), vão de encontro a esta ideia, os autores investigaram as influências da utilização de aparelho multimídia (áudios e vídeos) como ferramenta didática de apoio ao ensino de Paleontologia na Educação Básica e os resultados foram satisfatórios.

Ressalta-se que apenas o docente P10 citou como estratégia educativa, a exposição e observação de achados fossilíferos. Nesta mesma proposta, Bergqvist e Prestes (2014) propuseram um *kit* paleontológico para aulas de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental, com réplicas de organismos fósseis brasileiros. As autoras chegaram a conclusão que esta proposição de materiais foi válida, pois contou com a participação ativa dos discentes.

Contudo, constatou-se que aulas práticas não estão entre as estratégias aplicadas pelos professores, apesar da importância desta metodologia para o Ensino de Biologia. No estudo de Bauermann e Silva (2010) evidenciou-se que as proposições de aulas práticas atendem às demandas da disciplina de Paleontologia e oportunizam aprendizagens significativas no âmbito universitário.

6.4.2.8 Antagonismo entre Ciência e Religião

Questionamento proposto aos docentes: 8. Como você percebe o antagonismo entre Ciência e Religião? Qual seu posicionamento a respeito? Os argumentos dos profissionais estão exibidos no Quadro 16, a seguir.

Quadro 16 - Antagonismo entre Ciência e Religião

Identificação	Argumentação
P1	<i>“Uma ciência sem Fé é uma ciência vazia. Quanto mais nos envolvemos com a grandiosidade da ciência, em seu propósito para salvarmos as instâncias referentes às necessidades da vida, seu aprimoramento, a responsabilidade perante os nossos atos, como sendo transformadores do meio; temos a presença de Deus conosco e estendido ao mundo”.</i>
P2	<i>“Percebo que são linhas de pensamento contrárias, mas que todos devemos respeitar e tentar entender o pensamento daqueles que não compartilham da mesma opinião”.</i>
P3	<i>“Bem, até o ponto que sei, ciência lida com fatos observáveis e que as observações de fé se encontram confinadas ao campo da religião. Mas compreendo também que os fatos não falam por si. Eles são observados”.</i>
P4	<i>“O paleontólogo Stephen Jay Gould afirmava que ciência e religião eram diferentes “magistérios” que não se sobrepunham pois cada um tratava de seus tópicos, mas eu não concordo com isso. Ciência e religião, muitas vezes, apresentam respostas para as mesmas questões [...]”.</i>
P5	<i>“Dominação, é a luta pela verdade quem a tem domina”.</i>
P6	<i>“Extremamente desconectadas, falta diálogo e sobretudo boa parte das religiões são fundamentalistas, baseadas em dogmas, não abertas a reflexão de novas ideias”.</i>
P7	<i>“Penso que a fé e a razão não são inimigas, mas assim como podem dialogar, devem provocar um debate construtivo”.</i>
P8	<i>“Respeito essa dicotomia, pois isso reforça a busca por explicações que possam esclarecer com mais firmeza o processo evolutivo”.</i>
P9	<i>“A dicotomia existe. Sempre deixei claro para os alunos que a minha função era transmitir todas as teorias existentes. Acho que temos que respeitar todas as posições, mas não deixar de abordar a biologia evolutiva em escolas cuja a religião acredita em outra linha”.</i>
P10	<i>“É discutido apenas no ensino superior pois evolução não é amplamente debatida ou conduzida ao longo da formação do Ensino Fundamental e Médio. A religião sim”.</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

No recorte do discurso do P1 é possível observar uma tentativa em amenizar as tensões entre ciência e religiosidade, onde há contribuições e enlaces entre as ideias disseminadas por ambas, a fim de potencializar a harmonia de aspectos sociais e pessoais. Já o educador P2 observa que a ciência e a religião possuem pressupostos distintos e afirma: *“Percebo que são linhas de pensamento contrárias, mas que todos devemos respeitar e tentar entender o pensamento daqueles que não compartilham da mesma opinião”* (P2).

As ideias expressas pelo professor P2 (Quadro 16) mostram uma forte oposição entre Ciência e Religião. De acordo com Guimarães (2005), o tema evolução biológica é delicado e devido a isto é preferível não inferir na crença religiosa de seus alunos, pois assim os discentes podem se recusar a estudar o assunto. Guimarães (2005), ainda sugere a estimulação

dos pensamentos científico e religioso no ambiente da educação-formal. Nesta mesma linha de argumentação, o sujeito P3 emitiu o seguinte comentário: *“Bem, até o ponto que sei, ciência lida com fatos observáveis e que as observações de fé se encontram confinadas ao campo da religião. Mas compreendo também que os fatos não falam por si. Eles são observados [...]”*. (P3).

O educador P4 argumentou que *“Ciência e religião, muitas vezes, apresentam respostas para as mesmas questões: como a vida evoluiu? Como surgiram os seres humanos? Etc. E estas respostas frequentemente são muito diferentes, pois a ciência e a religião têm maneiras diferentes de investigar estas questões. O biólogo evolutivo Jerry Coyne (em Faith vs Fact, p. 64) escreve que “ciência e religião são incompatíveis porque elas têm diferentes métodos para obter conhecimento sobre a realidade, têm distintas maneiras de avaliar a confiabilidade deste conhecimento, e, no final, chegam a conclusões conflitantes sobre o universo”. É possível, como fizeram os papas João Paulo II e o atual Francisco, chegar a algum grau de compatibilidade entre a religião e a ciência (aceitando, por exemplo, que um Deus criou o mundo e depois a evolução por seleção natural ocorreu como se descreve na biologia contemporânea), mas ainda persiste o grande conflito entre os métodos utilizados, os resultados obtidos e a filosofia subjacente às pesquisas científicas em contraste com aqueles empregados pelos estudos religiosos”*.

Segundo o profissional P4 é possível disseminar a harmonia entre a religião e os conhecimentos científicos, a partir de um olhar onde a seleção natural ganha créditos e a origem da vida na Terra ainda é obra da criação divina. A esse respeito, Guimarães (2005), identificou que as concepções docentes evidenciam que conhecimento religioso deve ser separado da prática científica.

Segundo Mota (2013), abordagens integradoras dos conhecimentos biológicos nos processos de ensino e aprendizagem da BIO-EVO são necessárias para melhor compreensão dos conceitos evolutivos e entendimento do papel unificador de evolução nas ciências da vida.

As crenças pessoais, especialmente relacionadas aos vínculos religiosos, são muitas vezes entraves para o ensino de Ciências, especialmente o ensino das origens da vida e evolução biológica, visto a crença na existência de um criador do universo e a mensagem errônea de que o *“homem veio do macaco”* gera preconceitos e conflitos, bloqueando o aprendizado (STAUB et al., 2015; SANTOS; FALCÃO; CERQUEIRA, 2016). Esta concepção ainda é corroborada por professores da Educação Básica, de acordo com Nobre (2014), e vai de encontro ao latente embate de ideias entre ciência e cristianismo, o qual emerge atualmente em diferentes setores sociais.

A esse respeito, estudos visitados (TRANI, 2004; EL-HANI; SEPULVEDA, 2009; SMITH, 2010) salientam que a leitura literal da bíblia é um dos expoentes que reforçam o embate entre ciência e religião.

No estudo de Carneiro (2004), ficou evidenciado que alguns professores acreditam que a Evolução compreende todos os estágios de desenvolvimento do universo, incluindo o cósmico, humano ou cultural, entretanto, a Evolução Biológica não trata destas questões, preocupando-se, sim, em explicar a diversidade dos seres vivos a partir de organismos mais simplificados.

De acordo com Meyer e El-Hani (2000, p. 166), “a confusão entre a aceitação da evolução e de um mecanismo específico como sua explicação ainda permanece na base de algumas críticas de criacionistas à evolução”. Sobre as teorias alternativas a respeito da evolução biológica, Meyer e El-Hani (2005, p. 118), afirmam que:

Apesar do imenso número de evidências que apoiam a visão de que os seres vivos estão continuamente sujeitos a transformações, e da incontroversa importância da ideia de evolução para diversas áreas da Biologia, a evolução ainda é negada por um grupo de fundamentalistas religiosos. (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 118)

Conforme citado acima, os autores deixam clara a resistência a uma aceitação da seleção natural parte de alguns grupos sociais. Desde então, diversas teorias vêm sendo apresentadas tanto por cientistas quanto por crentes. Segundo Mayr (2008, p. 253), “[...] as três grandes teorias não darwinistas ou antidarwinistas são o saltacionismo, as teorias teológicas e as teorias lamarckistas”. Todas possuem em comum o objetivo de refutar ou fragilizar a teoria da Evolução e/ou seus mecanismos aceitos atualmente, como a Seleção Natural. Dentre estas, se destaca a atenção à uma teoria teológica, considerada atualmente, conhecida como “Teoria do *Design* Inteligente”, que, segundo Braga (2016, p. 11):

Consiste na ideia de que as formas de vida da Terra não seriam fruto de uma evolução lenta e não guiada, mas seriam o resultado do planejamento e ação de uma mente inteligente e que surgiram tal como as conhecemos. Os defensores dessa almejam torná-la uma teoria científica legítima equivalente ao darwinismo ou mesmo tomar a ciência e ser o pensamento dominante em biologia.

Não é exagero afirmar que alguns grupos possam ser bem-sucedidos em suas empreitadas, quanto às proposições criacionistas. Assim, destaca-se a preocupação de que esses movimentos busquem uma inserção de teorias religiosas, enganosamente caracterizadas de científicas (pseudocientíficas) dentro do currículo de Ciências/Biologia na Educação

Básica. Segundo Licatti (2005), esta modificação curricular prejudicaria o correto entendimento dos pressupostos teóricos da BIO-EVO, especialmente, dos escritos de Darwin.

Segundo Carneiro (2004), a Seleção Natural mobilizou diversas áreas da Biologia, principalmente a Anatomia Comparada, em prol da determinação do parentesco e das prováveis características dos ancestrais comuns, a partir de fatos observáveis, tarefa esta inacabada até os nossos dias, pois ainda permanecem diversas dúvidas sobre o ancestral comum de diversos grupos de plantas e de animais.

A respeito de ética, evolução e religião, Futuyma (2009, p. 8-9) tenta explicar a origem do embate entre ciência e movimentos religiosos:

a oposição se origina quase inteiramente daqueles que vêem a evolução como uma negação das crenças religiosas. Eles têm duas preocupações principais: que a ciência evolutiva negue a existência de Deus; e conseqüentemente, que negue qualquer base para regras de condutas morais e éticas, que eles acreditam ter fonte divina [...].

Futuyma (2009) ainda afirma que a evolução, e todo o resto da ciência, não pode ser conciliada com uma interpretação literal das passagens bíblicas, “mas pode negar a existência de um poder sobrenatural, ou poderes, de realidade espiritual, de Deus e de uma alma humana? Sobre essas questões, a ciência, incluindo a BIO-EVO, permanece em silêncio” (FUTUYMA, 2009, p. 9).

A constante expansão das ciências, tem contribuindo para elucidar fatos evolutivos, antes tidos como hipóteses por Darwin e Lamarck, entretanto, a ciência não pode negar nem tampouco afirmar a existência de um Criador sobrenatural (FUTUYMA, 2009). Se quisermos encontrar princípios éticos ou morais, provavelmente não será na ciência, e certamente não na BIO-EVO (FUTUYMA, 2009). Esse é um dos pilares em que diferem as duas correntes, religião e ciência.

6.4.2.9 O ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo

Esta tese se propõe a articular os Fundamentos do Pensamento Complexo ao Ensino de BIO-EVO, afim de qualificar os processos de ensino e aprendizagem em Ciências. Neste contexto, buscou-se analisar a concepção docente acerca das possíveis interfaces entre o Pensamento Complexo e o ensino de BIO-EVO. Para tanto, foi apresentado o seguinte questionamento aos participantes do estudo. **10. Atualmente o enfoque globalizador e transdisciplinar é fomentado no âmbito escolar, você percebe este carácter nas temáticas**

relacionadas à BIO-EVO? Exemplifique. Maiores detalhamentos encontram-se no Quadro 17.

Quadro 17 - Potencialidade Transdisciplinar dos temas de BIO-EVO

Categoria	Subcategoria	Recorrência
Apresenta potencial teórico, mas não prático/pedagógico.	A ótica globalizante é utopia devido ao engessamento dos currículos escolares.	P2
Convergência de saberes científicos por intermédio da ação transdisciplinar.	Sim, desde que elementos de outras áreas do conhecimento (epistemologia, filosofia e história da ciência, etc) possam ser trazidas à discussão.	P4
Não observo ligação.	Me parecem linhas de pensamento divergentes.	P1, P3, P5
Razoável/incipiente ligação.	Vislumbro poucas correlações e/ou potencialidades.	P6, P7
O Pensamento Complexo pode cooperar para o ensino de evolução biológica.	A abordagem da evolução biológica pode ser favorecida se desenvolvermos o Pensamento Complexo nos nossos alunos.	P8
Sem condições de opinar.	Não trabalho no ensino formal, portanto não consigo perceber esta mudança.	P9
	Não estou capacitado para responder essa questão.	P10

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observou-se no Quadro 17, que os docentes (P1, P3 e P5) não observam potencial e/ou expressivas contribuições da perspectiva do Pensamento Complexo para o ensino de evolução biológica. O P2 enfatizou que a ação globalizadora na educação é utopia, devido principalmente a atual estruturação curricular.

No que se refere a estruturação do currículo escolar, Zabala (2002, p. 67) comenta que “o referencial para determinar os critérios para seleção dos conteúdos de aprendizagem são as finalidades educativas [...]”. Essa proposta prevê uma articulação entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Os professores P6 e P7 afirmaram que não observam com nitidez as potencialidades do Pensamento Complexo para o ensino de BIO-EVO, porém forneceram exemplos a partir de suas vivências, os quais estarão apresentados a seguir no Quadro 18 intitulado como “Contribuições do Pensamento Complexo para o ensino de BIO-EVO”.

Já o profissional P4 enfatizou que se faz necessário trazer contribuições de outras áreas do conhecimento, como História e Filosofia da Ciência para o campo de discussões evolutivas.

Os professores P1, P3 e P5 comentaram que os pressupostos teóricos do Pensamento Complexo e o ensino evolução com promoção do olhar sistêmico, são propostas divergentes. Mas o que é a complexidade? Segundo Morin (2015) num primeiro momento trata-se de um fenômeno quantitativo, que abrange uma extrema quantidade de interações e de interferências entre unidades. Porém, a complexidade não compreende apenas um vasto número de unidades e interações que desafiam nossas possibilidades de cálculo, ela compreende também um conjunto de incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios. “A complexidade num certo sentido sempre tem relação com o acaso” (MORIN, 2015, p. 35).

O Pensamento Complexo tem como um dos seus fundamentos a promoção da transdisciplinaridade em convergência com o olhar sistêmico e holístico, estes pressupostos teóricos podem contribuir diretamente no ensino de BIO-EVO, pois fornecem diferentes dimensões de olhares sobre um único objeto e/ou sujeito de estudo. Ainda de acordo com Morin (2015, p. 50), na óptica da complexidade “Física, Biologia, Antropologia deixam de se entidades fechadas, mas não perdem sua identidade. A unidade da ciência respeita a Física, a Biologia, a Antropologia, mas quebra o fisicismo, o biologismo, o antropologismo”. Isso significa dizer que a perspectiva aqui é transdisciplinar, atualmente esse posicionamento é encarado como indisciplinar (MORIN, 2015).

Nessa óptica, Petraglia (2013, p. 18) corrobora com Morin (2015) e comenta que:

o Pensamento Complexo é um tipo de pensamento que não separa, mas une e busca as relações existentes entre os diversos aspectos da vida [...] este pensamento considera as influências internas e externas [...].

Não se deve acreditar que a questão da complexidade só se coloque hoje em função dos novos progressos científicos. Deve-se se buscar a complexidade lá onde ela parece estar ausente, como por exemplo, na vida cotidiana (MORIN, 2015, p. 57).

A respeito da contextualização dos conteúdos de Ciências, Kemper (2008) menciona que a divulgação científica pode ser um caminho para o aprimoramento das aulas de aulas de BIO-EVO, para tanto, sugere que artigos científicos sejam explorados pelos docentes, pois tratam-se de uma potencial estratégia para o ensino e aprendizagem em Ciências. É fundamental que os divulgadores tenham consciência do papel que tem em relação ao letramento científico do seu público, contribuindo para a educação científica da população (KEMPER, 2008).

Uma educação complexa tem o papel de propiciar a reflexão e a ação de resgatar a nossa essência e humanidade, acenando com novas perspectivas de resistência, emancipação (PETRAGLIA, 2013, p. 39).

Um tipo de pensamento oriundo de uma epistemologia da complexidade se propõe a unir e não separar os diferentes aspectos do conhecimento e questiona a fragmentação. Além disso, propõe reações dos saberes e a “solidariedade na conjugação da ciência com as culturas, as Artes e a Filosofia para a construção de uma educação cidadã, comprometida com a formação de sujeitos planetários e éticos [...]” (PETRAGLIA, 2013, p. 40).

A missão primordial do ensino supõe muito mais aprender a religar do que aprender a separar, o que, aliás, vem sendo feito até o presente. Simultaneamente é preciso aprender a problematizar (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p. 70). A re ligação de saberes e problematização caminham juntas, na ação docente é possível religar questões a partir do ser humano, mostrando-o em seus aspectos biológicos, psicológicos, sociais. Dessa forma, conseguiria chegar até às disciplinas, mantendo nelas a relação humana e, assim, atingir a unidade complexa do homem (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013).

Neste contexto, Martinazzo, Martins e Silva (2018), compreendem que, “A re ligação dos saberes é um dos propósitos centrais do pensamento pedagógico de Morin “[...] religar saberes confere sentido às informações e aprendizagem que enfocam o real de forma fragmentada e parcelar” (MARTINAZZO; MARTINS; SILVA, 2018, p. 154).

A re ligação se constitui de agora em diante uma tarefa vital, porque se funda na possibilidade de regenerar a cultura pela re ligação de duas culturas separadas, a da ciência e das humanidades (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013, p. 72). Essa re ligação nos permite contextualizar os conteúdos e a coerência e amplitude do Pensamento Complexo contém a diversidade e, também, permite compreendê-la (MORIN, 1999).

Dessa forma, considera-se, a partir dos comentários dos professores (P1, P2, P3, P5, P9 e P10), a falta de apropriação acerca dos pressupostos teóricos do Pensamento Complexo, do enfoque sistêmico e das potencialidades da BIO-EVO como núcleo integrador do currículo de Ciências da Natureza, além disso, mesmo tenho um grupo de participantes com expressivo nível de formação acadêmica (Especialistas, Mestres e Doutores em distintas áreas), conforme apresentado anteriormente no item 6.4.1 caracterização sociodemográfica, observou-se escassez de colocações embasadas em aportes teóricos.

Meyer e El-Hani (2005, p. 123) salientam que “[...] a maior parte da comunidade científica considera o pensamento evolutivo o eixo central e unificador das Ciências

Biológicas”. Os saberes científicos que envolvem a “evolução biológica” são entendidos como indispensáveis para a compreensão dos processos biológicos e suas interações.

A área de BIO-EVO fornece importantes contribuições para outras disciplinas biológicas e para assuntos de cunho social em áreas como as Ciências da saúde, Agricultura, o uso de produtos naturais, a conservação e compreensão sobre nós mesmos (FUTUYMA, 2009, p. 15).

A partir das exemplificações dos professores participantes deste estudo (P4, P6, P7 e P8), foram realizados entrelaçamentos dos exemplos fornecidos pelos educadores com os Fundamentos da Complexidade (MORIN, 1999; MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013; MORIN, 2015), maiores detalhamentos estão exibidos no Quadro 18.

Quadro 18 - Contribuições do Pensamento Complexo para o ensino de BIO-EVO

Fundamento (s) da Epistemologia da Complexidade	Possíveis aplicações no Ensino de BIO-EVO	Docente(s)
A Ciência Transdisciplinar	Aplicação de conhecimentos das áreas de Geologia, Antropologia, Química, Biologia do Desenvolvimento, Biologia Molecular, Física e Matemática para inferir sobre formação de sítios fossilíferos.	P6
	Articulação de saberes da Etnobotânica contribuindo para elucidação de estudos em Paleobotânica e/ou de terapias medicinais alternativas.	P8
	Associação da vegetação peculiar de cada Era Geológica com a fauna apresentada em cada Período.	P6
	Reconhecimento da importância dos fósseis para a datação das Eras Geológicas e para a indústria do petróleo.	P7
A contextualização e religação dos saberes	Relação de características anatômicas de uma determinada espécie com o paleoambiente e com as condições climáticas da época em que viveu.	P4
O circuito recursivo ou autoprodutivo que rompe a casualidade linear.	As árvores evolutivas possibilitam a organização das espécies taxonomicamente, de acordo com suas similaridades anatômicas.	P4
	A abordagem sobre a história da Vida na Terra: da extinção dos dinossauros a ascensão dos mamíferos.	P6 e P8
Dialógica: princípio de juntar ideias e noções que parecem se opor-se uns aos outros.	Teoria da Evolução (Neodarwinismo) e Teoria Criacionista.	P6 e P7
Hologramático: princípio que rompe com esquemas simplificantes. Segundo Morin (2015), não apenas a parte está no todo, mas o todo está na parte.	A totalidade do patrimônio genético do <i>Homo sapiens</i> está contida no interior de cada célula do corpo (o Ácido Desoxirribonucleico – o DNA). Esta informação permite a identificação de uma espécie.	P8
	Considerando que as formas de vida na Terra apresentam vários níveis de organização, desde moléculas até ecossistemas e as relações ecológicas, passando também por células, tecidos, organismos e populações. Em qual destes níveis a Seleção Natural atua?	P4

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Constatou-se nas exemplificações dos professores, apresentadas no Quadro 18, que a área e o nível de formação acadêmica influenciaram diretamente na óptica do ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo. Observou-se que o docente P4 mencionou a *“Relação de características anatômicas de uma determinada espécie com o paleoambiente e com as condições climáticas da época em que viveu”*, além disso, citou como exemplos as árvores evolutivas e os níveis de organização dos seres vivos, ressalta-se que estes conhecimentos estão intimamente ligados a Zoologia de Vertebrados, área de formação na pós-graduação do profissional P4.

Já o docente P6 apresentou uma visão globalizadora do Ensino de BIO-EVO, com menção da *“aplicação de conhecimentos das áreas de Geologia, Antropologia, Química, Biologia do Desenvolvimento, Biologia Molecular, Física e Matemática para inferir sobre formação de sítios fossilíferos”*, este educador ostenta o título de Mestre em Ensino de Ciências.

Nesse sentido, Futuyma (2009) comenta que a evolução unifica as Ciências Biológicas, pois possui como meta a elucidação da História da vida e as causas da biodiversidade e das características anatômicas e fisiológicas dos organismos.

Com o objetivo de esclarecer os termos apresentados no Quadro 18, vale destacar que o **princípio transdisciplinar** entende que a ciência deve promover diálogo com a sociedade, com a técnica e com a política; desse diálogo emergem novas reflexões para a participação do indivíduo no meio sociocultural, em especial, o educador no meio escolar (PETRAGLIA, 2013).

A **contextualização e religação dos saberes** implica em um problema de reaprendizagem do pensamento, onde os conhecimentos são religados a fim de responder uma questão e/ou problemática. Já o **circuito recursivo ou autoprodutivo** procura romper a casualidade linear, visto que a sociedade é um produto das interações dos indivíduos que a compõem. Segundo Morin, Almeida e Carvalho (2013), no meio social emergem características como a língua ou os aspectos culturais que retroagem sobre os indivíduos humanos. Essa perspectiva teórica vai de encontro com a Teoria do Sócio-histórico-cultural da construção do conhecimento de Lev Vygotsky (1896-1934).

A **Dialógica** é o princípio de juntar ideias e noções que parecem se opor-se uns aos outros. Torna-se necessário pois afronta realidades profundas que, exatamente, unem verdades aparentemente contraditórias (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2015, p. 68).

O **Princípio Hologramático** rompe com esquemas simplificantes. Morin, Almeida e Carvalho (2015) destacam que este princípio se refere que “não apenas a parte está no todo,

mas o todo está na parte” (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2015, p. 69) Edgar Morin denominou este princípio como hologramático em referência ao ponto do holograma que contém a quase totalidade informação da figura representada. Neste princípio a sociedade é entendida como um todo, também se encontra presente no interior do ser humano, pois é portador de uma linguagem e de uma cultura.

De acordo com Petraglia (2013) o fator que dificulta o exercício do PC é a necessidade de enfrentamento das incertezas e das contradições e conviver com a realidade dos fenômenos existentes. Essa espécie de pensamento incorpora a linearidade da disciplinaridade, transcendendo-a e ultrapassando-a, superando resultados e informações unidimensionais e reducionistas (PETRAGLIA, 2013).

Trata-se do esforço da instauração de um paradigma, que seja transdisciplinar e complexo na sua visão epistêmica, que não seja fechado em si mesmo e que considere a diversidade do real, a convivência com a incerteza e o dinamismo do movimento da vida (PETRAGLIA, 2013, p. 92). De acordo com Morin (2015), a ciência nunca teria sido ciência se não tivesse cunho transdisciplinar.

Para aplicar as etapas de um Pensamento Complexo e efetivá-las é “necessário religar todos os elementos de uma ciência fracionada” e nota-se que naturalmente a ciência é separada da Filosofia (MORIN, 1999, p. 18).

6.4.2.10 Nível de preparo para a docência em BIO-EVO

Questionamento proposto aos docentes: 11. Você se sente preparado para ministrar aulas sobre temáticas relacionadas à BIO-EVO? Dentre as justificativas, o docente P1 comentou: *“Me sinto preparado [...] esse universo da evolução e dinamismo faz parte do nosso conhecimento e procuro favorecer aprendizagem compartilhada e significativa”*.

Um dos mecanismos facilitadores da Aprendizagem Significativa é a articulação da Transposição Didática (TD), de acordo com Siqueira e Pietrocola (2006), a TD pressupõe a existência de um processo no qual um conteúdo do saber sofre um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os objetos de ensino. A ação educativa em tornar um objeto do saber sábio em objeto do saber ensinado é denominada de Transposição Didática.

Ainda de acordo com os autores supracitados, a TD analisa as transformações ocorridas no saber desde a sua origem, denominado Saber Sábio até às salas de aula, quando o conteúdo chega aos alunos pelo professor, chamado de Saber Ensinado. Mostrando que o

processo de transposição do saber não é uma mera simplificação (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006).

P2 afirmou que: *“Sim, os conteúdos relacionados à BIO-EVO são atrativos aos alunos, busco sempre pesquisar as novidades sobre o mesmo, e ao contrário do que aprendi na Universidade quando um professor de Evolução disse que quem acreditava em Deus estava no lugar errado, prefiro ouvir as ideias e alimentar a busca de repostas dos tantos porquês que ainda temos”*.

O professor P5 corrobora com a fala acima e salienta *“Me sinto capacitado. Não ensinarei as respostas, mas, saberem fazer perguntas”*. Na mesma linha de raciocínio, o docente P8 afirma que: *“Com certeza, sim! Pois busco informações frequentes sobre o assunto, para no momento de ministrar as aulas sobre esse assunto ter as informações mais recentes”*.

A construção da práxis educativa só ocorrerá efetivamente quando os docentes compreenderem e vivenciarem a indissociabilidade entre teoria e prática no seu fazer pedagógico (RAMALHO; NUNES; CRUSOÉ, 2014). Essa vivência, muitas vezes, é oportunizada por momentos de reflexão em cursos de formação continuada de professores.

Já os professores P4, P6 e P10 se sentem capacitados para lecionar os conteúdos de BIO-EVO. O P4 comentou que *“Tenho lido sobre o assunto desde a graduação”*, P6 *“Me graduei e estudo para isso. Me sinto preparada para lidar com as questões que envolvem a evolução biológica”* e P10 *“Sim, no contexto das disciplinas que ministro”*.

O profissional P7 diz que *“Estudei Teologia, além das Ciências Biológicas e consigo trazer o pensamento religioso de forma científica. De forma que o conhecimento teológico dialogue profundamente com o conhecimento científico”*. Esse comentário do docente P7 vai de encontro com os fundamentos da complexidade, propostos por Edgar Morin, de acordo com o autor,

A complexidade é diferente da completude. Imagina-se com frequência que os defensores da complexidade pretendem ter visões completas das coisas. Por que pensariam assim? Porque é verdade que pensamos que não se podem isolar os objetos uns dos outros. No fim das contas, tudo é solidário. Se você tem senso da complexidade, você tem o senso da solidariedade. Além disso, você tem o senso do carácter multidimensional de toda a realidade. (MORIN, 2015, p. 68)

Ainda falando sobre o nível de preparo dos professores em relação aos conceitos de BIO-EVO, ressalta-se que apenas o sujeito P3 não se sente preparado para o ensino de evolução e argumenta que *“[...] precisaria de uma Pós-Graduação nesta área, visto que o que*

foi oferecido em minha graduação e minhas buscas pessoais foram, de certa forma superficiais". Vale destacar que o profissional P3 informou, em um questionamento anterior, que não costuma trabalhar os temas relacionados a BIO-EVO em suas aulas.

Ainda hoje são observadas e sentidas dificuldades na abordagem mais efetiva sobre a Teoria da Evolução nos cursos de formação docente (OLEQUES et al., 2011). As autoras detectaram que os professores de Biologia do Ensino Médio (EM) pesquisados persistem em conceituações equivocadas sobre evolução biológica, prejudicando assim o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizado discente.

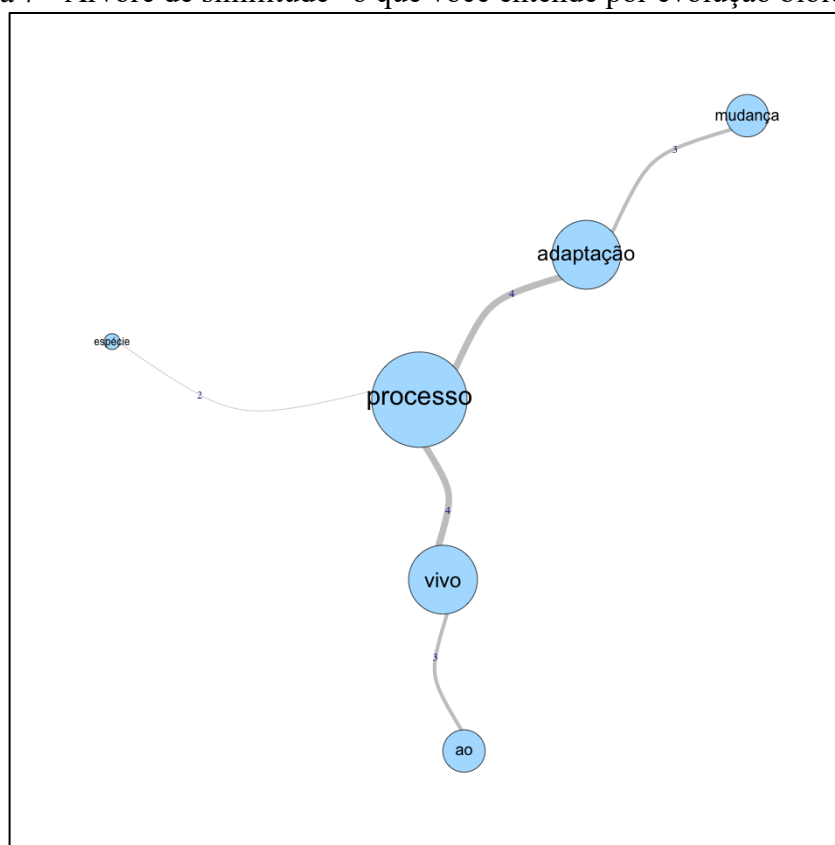
Já o docente P9 não se considera totalmente qualificado para a docência em evolução biológica e afirmou "*Me sinto apto somente para lecionar estes conteúdos no Ensino Fundamental*".

Destaca-se que apenas três docentes registraram como "muito boa" ou "excelente" a qualificação profissional, no que tange o preparo para ministrar aulas sobre BIO-EVO. Diante deste cenário, sugere-se o fomento de cursos de formação inicial e continuada dos professores. A esse respeito, Pimenta (2000) comenta que estes espaços são verdade uma autoformação, visto que, nestes momentos os professores reelaboram seus saberes confrontando-os com suas experiências práticas, vivenciadas cotidianamente em seus contextos escolares reais. São nessas trocas de experiências e práticas que os professores vão constituindo seus saberes e conseguem constantemente refletir sobre a prática.

6.4.3 Árvores de Similitude (AS)

Por meio da aplicação da argumentação docente (na íntegra) no *software* Iramuteq, foram obtidas as árvores de similitude (Figura 7). A árvore de similitude máxima produzida evidencia a conectividade entre os termos mais expressivos para os sujeitos, no contexto do questionamento "como você define evolução biológica?". Esse *software* foi escolhido devido ao potencial complementar a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

Figura 7 - Árvore de similitude “o que você entende por evolução biológica?”



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Pode-se perceber (Figura 7) que, para os professores os termos de maior conectividade são “processo” e “adaptação”, ambos exibindo um percentual considerável, ao tentarem definir a evolução biológica.

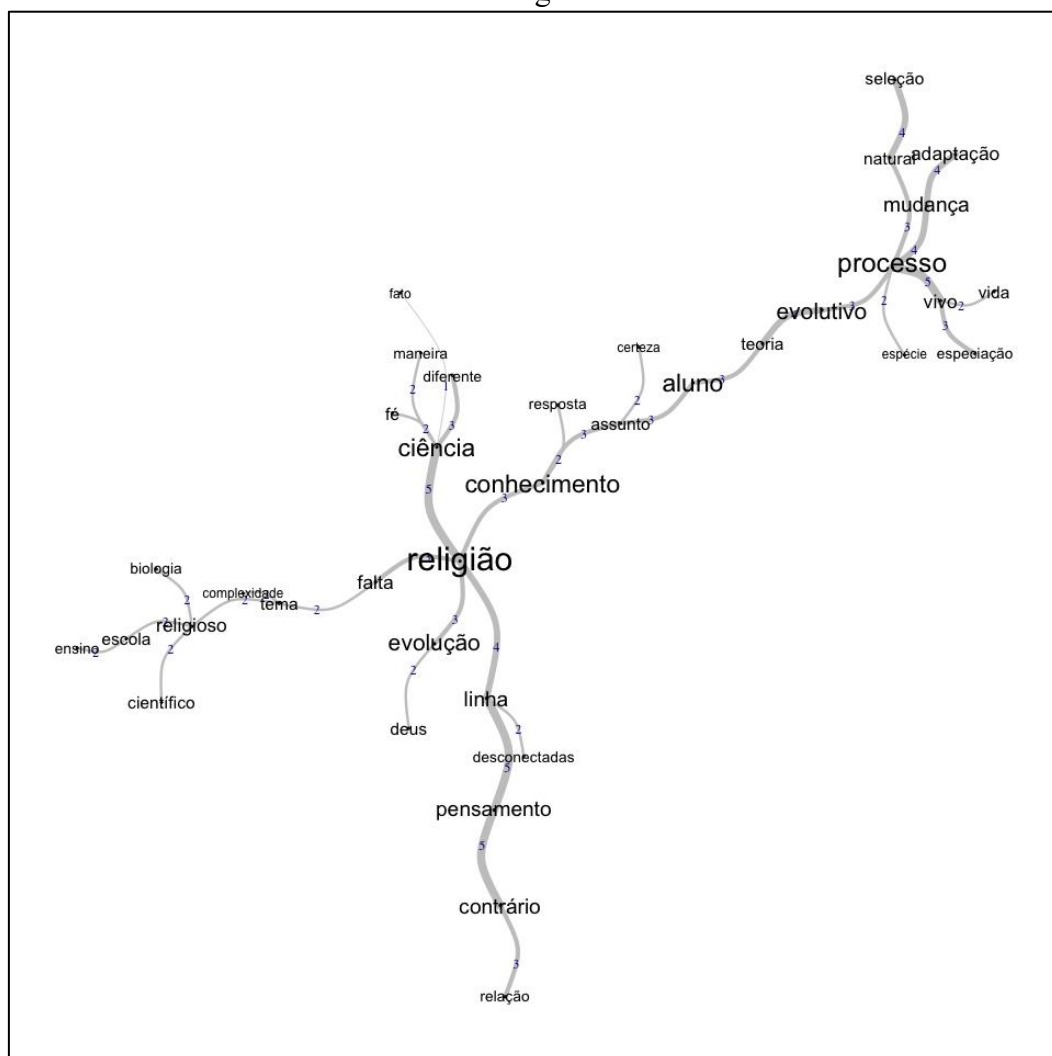
Mas como definir o que é evolução? Segundo Futuyma (2009, p. 4), “[...] a palavra evolução vem do latim *evolvere*, “desenvolver ou desenrolar”, revelar ou manifestar potencialidades escondidas [...]. “No entanto, o autor destaca que não acredita que a evolução implica que um sistema simplesmente revele aquilo que se conteve. Assim, “evolução biológica num sentido amplo significa descendência com modificação, e geralmente com diversificação (FUTUYMA, 2009, p. 4, grifo do autor).

Ainda de acordo com Futuyma (2009, p. 4), em seu sentido mais amplo, evolução [...] significa mudança. Ou seja, um sistema de evolução é aquele que descende de uma entidade, de uma geração para a outra, ao longo do tempo, e no qual as características das entidades diferem através das gerações. De acordo com o autor supracitado, “a teoria moderna da evolução sustenta que a variação hereditária que motiva esse processo nos sistemas biológicos se origina por algum processo de mutação [...]” (FUTUYMA, 2009, p. 4).

Meyer e El-Hani (2000), afirmam que todas as formas de vida que existem hoje, ou existiram no passado, são descendentes de formas preexistentes. Ainda de acordo com os autores, todos os seres vivos são, ainda que remotamente, aparentados uns aos outros, unidos através de seus elos com ancestrais comuns (MEYER; EL-HANI, 2000).

Ainda sobre as concepções em torno da BIO-EVO, a árvore de similitude máxima produzida evidencia a conectividade entre os termos mais expressivos para os sujeitos, no contexto do questionamento: “Você encontra obstáculos para trabalhar os conteúdos relacionados a BIO-EVO?” (Figura 8).

Figura 8 - Árvore de similitude “possíveis obstáculos para trabalhar os conteúdos de evolução biológica”



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na Figura 8, as arestas ligam os termos que apresentam conexão, cuja importância é contabilizada pela soma dos números sobre as arestas, os quais indicam as vezes em que houve ocorrência destes termos em uma mesma frase. Pode-se perceber (Figura 8) que, para

os professores, os termos de maior conectividade são “**religião**” e “**processo**”, ambos exibindo um percentual considerável. Estes termos estão presentes com maior frequência na argumentação docente, quando os profissionais foram questionados sobre os possíveis obstáculos para o ensino de BIO-EVO.

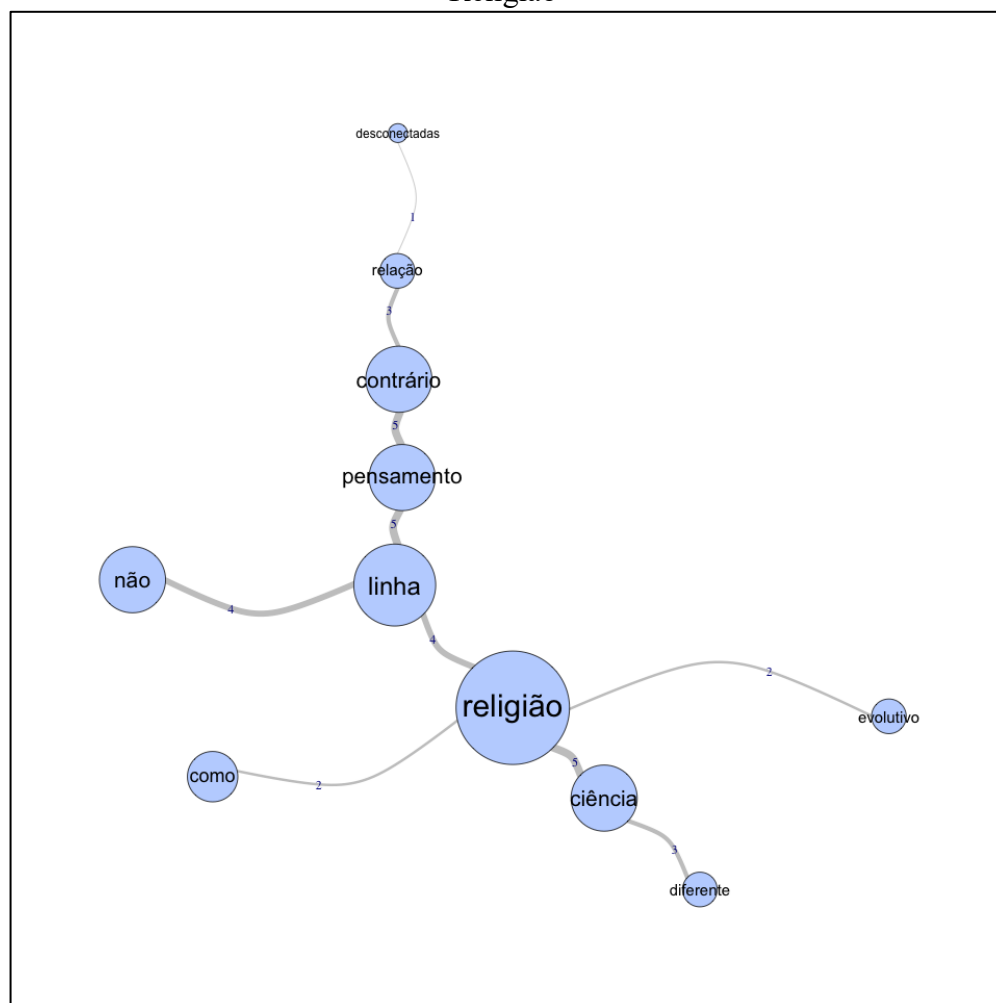
Devido à complexidade dos temas pertinentes a BIO-EVO, por vezes complicados até mesmo para o entendimento dos professores, é imprescindível a elaboração de estratégias e metodologias adequadas, que permitam a transposição destes conhecimentos no ambiente escolar.

Segundo Goerd (2004, p. 58), “a complexidade dos conhecimentos relacionados à Evolução Biológica é considerada mais uma das dificuldades para a abordagem do tema pelos professores”. Nota-se que a principal dificuldade dos cursos de formação de professores é estabelecer processos construtivistas de ensino em aprendizagem em Biologia, de forma que a contextualização impere de forma totalitária, possibilitando assim, a promoção da transposição didática.

Estas ideias são também corroboradas por outros autores, como Bizzo (2002), o qual menciona que para a aprendizagem se efetivar, é necessária uma metodologia de ensino capaz de oferecer ao estudante diferentes situações de aprendizagem, as quais possibilitem que ele construa o seu conhecimento. E esse movimento de “como ensinar” relaciona-se diretamente à concepção de ensino inerente no docente, que deve levar em consideração a realidade e as necessidades de seus alunos. Desta maneira o autor deixa claro que é fundamental a diversificação das estratégias pedagógicas, dentre elas, as ferramentas didáticas lúdicas.

Como pode ser observado na Figura 9, ao tentarem explicar o processo de dicotomia entre Ciência e Religião, todos os professores, exceto o P1, ressaltaram as ideias divergentes e sobrepostas que se entrelaçam nas duas correntes teóricas e filosóficas (Evolucionismo e Cristianismo).

Figura 9 - Árvore de similitude “percepção docente sobre o antagonismo entre Ciência e Religião”



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A partir da árvore de similitude (Figura 9) é possível constatar que o termo “religião” foi o mais recorrente entre os docentes, ou seja, eles não observam boa articulação entre os preceitos religiosos e as Teoria da Evolução Biológica. Dados semelhantes foram encontrados por Licatti (2005), contudo o pesquisador também verificou que alguns docentes conseguem conciliar as ideias evolucionistas com suas crenças pessoais, principalmente no exercício da docência.

De forma geral, os discursos criacionistas parecem influenciar diretamente os processos de ensino-aprendizagem, além de dificultar a compreensão e aceitação da teoria da evolução biológica (MOTA, 2013). De acordo com Mello (2008), nos conflitos entre religião e ciência na sala de aula, o papel do professor é primordial para esclarecer que ciência e religião são instituições que possuem características distintas e constroem discursos divergentes sobre a natureza e origem da vida.

6.4.4 Análise das referências bibliográficas utilizadas pelos professores

A partir de análise documental dos livros didáticos realizou-se avaliações das apresentações e exemplificações dos conteúdos referentes a seleção natural, variação populacional, adaptação dos seres vivos, eventos e processos evolutivos em geral, verificando-se que as abordagens estão em consonância com os pressupostos epistemológicos e as práticas de construção do conhecimento próprias da BIO-EVO.

6.4.5 Implicações para o ensino de BIO-EVO

O texto do livro didático não é a simples adaptação do texto científico para efeito do ensino escolar, exclusivamente por meio de transposições didáticas de conteúdos de referência. Ele reflete as complexas relações entre ciências, cultura e sociedade no contexto da formação de cidadãos e se constitui a partir de interações situadas em práticas sociais típicas do ensino na escola. Nesse sentido, ele representa uma instância articuladora de diferentes vozes e horizontes sociais e conceituais, constituindo e materializando o discurso científico-escolar, ou o discurso sobre ciência na escola (MARTINS, 2006, p. 125).

Em muitas instituições de Educação Básica, devido principalmente a precariedade de infraestrutura, o livro didático é o único recurso para o ensino de BIO-EVO. Diante desta importância, torna-se necessário analisar a abordagem dos conteúdos de BIO-EVO nos livros didáticos e paradidáticos.

6.4.6 A abordagem da BIO-EVO nos Livros Didáticos

No contexto educacional atual, o livro didático ainda é um dos principais recursos didáticos explorados nas escolas brasileiras, dessa forma, nesta subseção buscou-se realizar uma análise das abordagens dos conteúdos relacionados a BIO-EVO nos livros de Ciências Naturais e/ou Biologia.

Bizzo (2002) afirma que o livro didático historicamente foi considerado como um problema no ensino, por dificultar a ocorrência de mudanças relevantes e gerar uma imagem ruim para os mesmos.

Nesta perspectiva, o PNLD tem como meta subsidiar a prática pedagógica dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da Educação Básica, este programa é executado em ciclos trienais alternados.

Engelke (2017) destaca algumas medidas que devem ser adotadas ao escolher um livro didático: favorece o entendimento sobre funcionamento e construção das teorias científicas; aborda aspectos histórico-culturais da teoria evolutiva; encaminha o pensamento filosófico, a fim de fortalecer as relações entre a epistemologia da Ciência e da Biologia.

Nesse contexto, objetivou-se analisar os livros didáticos utilizados pelos professores que responderam ao questionário (Apêndice B), dentre o grupo de 10 profissionais, foram extraídos 5 títulos diferentes. Destaca-se que, no grupo amostral, 3 professores (P4, P9 e P10) não utilizam nenhum livro didático por convicções próprias. A análise detalhada dos livros, baseada em El-Hani, Roque e Rocha (2011), encontra-se a seguir:

Os critérios de avaliação foram adaptados de oito pressupostos extraídos da publicação de El-Hani, Roque e Rocha (2011, p. 216-217):

- 1) O livro didático deve ser correto em seus conteúdos e procedimentos, mostrando-se consistente com o conhecimento atualmente aceito da disciplina para a qual está voltado, bem como com os parâmetros curriculares nacionais;
- 2) Propiciar aos estudantes experiências pedagógicas significativas, conectadas com suas circunstâncias sociais;
- 3) Contemplar as características gerais das escolas públicas, os perfis diversificados de professores e estudantes, e situações interativas típicas de salas de aula;
- 4) Ele deve contribuir para que sejam alcançados os objetivos gerais da educação básica, conforme estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, lei n. 9394/96);
- 5) O livro não deve reforçar estereótipos ou veicular preconceitos de qualquer espécie;
- 6) Não pode ignorar discussões atuais sobre teorias e práticas pedagógicas;
- 7) Deve estar de acordo com as leis brasileiras atuais em termos gerais, e não apenas com as leis relativas à educação;
- 8) O livro didático deve dar espaço ao professor para que escolha outros materiais para complementar sua prática, de acordo com o projeto político-pedagógico de sua escola.

Observação: optou-se por analisar somente livros didáticos destinados ao Ensino Médio, pois dois professores do Ensino Fundamental não informaram a referência bibliográfica que utilizam em suas aulas.

6.4.6.1 Avaliação do Livro Didático Nº 1

O material didático avaliado neste momento é explorado em sala de aula pelo Profissional P1, o qual leciona há mais de dez anos e apresenta as titulações de Mestre em duas áreas: Toxicologia Aplicada e Enfermidades Parasitárias. A apreciação do livro didático nº 1 está sintetizada no Quadro 19.

Quadro 19 - Análise do Livro Didático N° 1 (Docente P1)

Tópico avaliativo	Avaliação
Conteúdos e procedimentos atualizados	Bom
Adequação ao contexto social e experiências pedagógicas significativas	Regular
Pluralidade Cultural	Ausente
Objetivos Gerais da LDB (Brasil, 1996)	Bom
Evitar estereótipos e preconceitos	Bom
Contempla discussões atuais e diversifica estratégias de ensino	Regular
Adequação a legislação brasileira vigente	Bom
Possibilita a articulação de outros recursos didáticos	Regular

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Apresenta algumas imagens desatualizadas. Por outro lado, elas são acompanhadas por legendas explicativas coerentes, o que certamente torna o conteúdo mais interessante. A redação também é de fácil compreensão e não foram identificados erros gramaticais graves.

Destaca-se como aspecto negativo a falta de experimentos e de atividades dinâmicas que possibilitem a interação entre colegas e professor. Também não foram observadas estratégias voltadas para a exploração dos conhecimentos prévios dos alunos, sendo que, como os discentes já estão se encaminhando ao final do Ensino Médio, seria de extrema importância desenvolver o senso crítico dos estudantes.

Cumprir salientar que o professor não deve considerar o conteúdo do livro didático como metodologia de ensino absoluta, entretanto, sabemos que a repercussão deste recurso de ensino na veiculação de saberes reveste de grande importância o processo de escolha das publicações utilizadas na escola (KRASILCHIK, 2004).

Nesta mesma linha de estudo, Júnior e Porpino (2010) avaliaram cinco livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, com objetivo de verificar a abordagem de temas centrais da Paleontologia. Das obras analisadas, quatro apresentaram descrições detalhadas dos assuntos pertinentes à área. Entretanto, observaram erros conceituais e desatualização dos aportes teóricos, termos recentemente adotados pela comunidade científica não têm sido incorporados nessas publicações. Os autores supracitados sugeriram melhoria nas explicações de temas como “datação de fósseis” e “processos de fossilização”.

6.4.6.2 Avaliação do Livro Didático N° 2

O aporte teórico n° 2 é subsídio para a práxis pedagógica do profissional P2, o qual apresenta o título de Especialista em Ensino de Ciências da Natureza e exerce a docência há

mais de dez anos. Maiores especificações da avaliação do livro didático nº 2 estão evidenciadas no Quadro 20.

Quadro 20 - Análise do Livro Didático Nº 2 (Docente P2)

Tópico avaliativo	Avaliação
Conteúdos e procedimentos atualizados	Muito Bom
Adequação ao contexto social e experiências pedagógicas significativas	Bom
Pluralidade Cultural	Bom
Objetivos Gerais da LDB (BRASIL, 1996)	Bom
Evitar estereótipos e preconceitos	Bom
Contempla discussões atuais e diversifica estratégias de ensino	Bom
Adequação a legislação brasileira vigente	Muito Bom
Possibilita a articulação de outros recursos didáticos	Bom

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O livro analisado é bastante rico, tanto na abordagem dos conteúdos quanto nas atividades que traz, possibilitando um bom desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. Destaca-se a presença de alguns textos longos, tornando a leitura cansativa, podendo comprometer a compreensão de alguns conceitos, tendo em vista que serão lidos por adolescentes. Além disso, traz um emaranhado de termos científicos, exigindo maior atenção por parte dos alunos, sem definição e/ou exemplificação complementar.

Já as atividades propostas em cada capítulo são compostas por exercícios de fixação, sendo algumas questões de vestibular, traz textos complementares que abordam situações do cotidiano e algumas curiosidades sobre o conteúdo referido. Há também a sugestão de trabalhos de pesquisa em grupos, e quando o assunto permite, há a sugestão de experimentos práticos, para a observação de fenômenos, por exemplo.

O livro didático se constitui em adequado material de apoio para consultas pelo professor, somando-se aos demais materiais que o auxiliam na construção do seu trabalho (BIZZO, 2002, p. 66).

6.4.6.3 Avaliação do Livro Didático Nº 3

O livro didático nº 3 é manuseado pelo docente P3, o qual tem nível de aperfeiçoamento Ensino Superior Completo e conta com aproximadamente 2 a 5 anos de experiência na prática educativa. A avaliação sintetizada do recurso didático está exibida no Quadro 21.

Quadro 21 - Análise do Livro Didático N° 3 (Docente P3)

Tópico avaliativo	Avaliação
Conteúdos e procedimentos atualizados	Muito bom
Adequação ao contexto social e experiências pedagógicas significativas	Bom
Pluralidade Cultural	Muito bom
Objetivos Gerais da LDB (BRASIL, 1996)	Muito bom
Evitar estereótipos e preconceitos	Muito bom
Contempla discussões atuais e diversifica estratégias de ensino	Bom
Adequação a legislação brasileira vigente	Muito bom
Possibilita a articulação de outros recursos didáticos	Muito bom

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O livro didático em análise (n° 3) trata-se de uma obra bem produzida, tendo assim atendido a maioria dos requisitos estabelecidos nesta pesquisa. Um dos pontos analisados foi a diversidade de atividades propostas, de forma a ser usado não só para um apoio em aula, mas sim como um recurso de pesquisa. Constatou-se um número expressivo de textos explicativos, propostas de dinâmicas em grupos, atividades de multidisciplinaridade, aplicação prática ao cotidiano, respostas a dúvidas recorrentes, além de ilustrações coerentes e tabelas explicativas que facilitam o entendimento de alguns temas.

Destaca-se a necessidade de enriquecimento nas sugestões de aulas práticas, o livro também não apresenta materiais alternativos para as práticas experimentais, o que é ruim, uma vez que traz alguns recursos difíceis de serem encontrados em escolas públicas, dificultando assim a capacidade de execução.

Ressalta-se o uso de questões bem diversificadas, análise de gráficos, associação de texto com imagens, apresentação de dados reais para comparação e reflexão, e muitas notícias oriundas da mídia brasileira, facilitando a conexão com a realidade vivida no cotidiano dos alunos.

O livro didático representa, em muitas situações, o principal instrumento de trabalho docente. Mesmo que os alunos não o utilizem diretamente, ele serve como um orientador das atividades do professor (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Quanto à valorização e respeito às opiniões dos alunos, o livro não apresentava trechos em específico que comprovasse o tópico. No quesito de incentivo a realização de atividades extraclasse, o aporte apresentava apenas “*links para a web*”, mostrando para o estudante outros textos referentes aos assuntos abordados, ou o “*explorando as ideias do texto*”, onde existiam cerca de duas questões referentes para pensar e resolver.

6.4.6.4 Avaliação do Livro Didático N° 4

O livro didático n° 4 é um recurso utilizado pelo docente P5, principalmente como fundamentação teórica para as aulas expositivas-dialogadas. Destaca-se que o profissional P5 ainda está cursando Licenciatura em Ciências Biológicas, mas já possui experiência no exercício da docência de aproximadamente 2-5 anos. Os critérios avaliativos e a asserção de valor de cada um deles estão apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 - Análise do Livro Didático N° 4 (Docente P5)

Tópico avaliativo	Avaliação
Conteúdos e procedimentos atualizados.	Bom
Adequação ao contexto social e experiências pedagógicas significativas.	Regular
Pluralidade Cultural	Bom
Objetivos Gerais da LDB (Brasil, 1996).	Bom
Evitar estereótipos e preconceitos.	Bom
Contempla discussões atuais e diversifica estratégias de ensino.	Regular
Adequação a legislação brasileira vigente.	Bom
Possibilita a articulação de outros recursos didáticos.	Bom

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O livro didático analisado (n° 4) apresenta textos bem elaborados, coerentes com suas ilustrações e com conteúdos apropriados e significativos, trazendo temas relacionados ao cotidiano dos alunos. Deixa a desejar na contextualização, considerando pouco os conhecimentos prévios.

Além disso, os exercícios propostos poderiam ser aperfeiçoados, pois contemplam muita teoria e poucas sugestões de atividades práticas. Nestas raras sugestões de metodologias mais ativas, os materiais solicitados são bem específicos, não contendo sugestões de recursos alternativos.

A importância do livro didático pode ser compreendida no âmbito histórico por meio das práticas constitutivas da escola, incluindo a possibilidade de democratização de saberes socialmente legitimados, assim como o papel destas publicações como estruturadoras da atividade docente, os aspectos relacionados à avaliação por programas governamentais e pela adoção dos livros nas redes pública e particular de ensino (BITTENCOURT, 2004).

Contudo, os autores sugerem diversas pesquisas por parte dos alunos, mas não acompanham o desenvolvimento e as conclusões das mesmas, sendo estas pesquisas bastante superficiais e em fontes pouco diversificadas ou de difícil acesso. Constatou-se também, que

as imagens não possuem títulos e algumas apresentam pouca nitidez. Todas as ilustrações possuem legendas explicativas e suas respectivas fontes.

6.4.6.5 Avaliação do Livro Didático Nº 5

O livro didático nº 5 é um dos recursos materiais explorados pelos docentes P6 e P7. Lembrando que estes profissionais apresentam a titulação de Mestres em Ensino de Ciências e Matemática. O professor P6 tem experiência como educador de 2 a 5 anos e o P7 atua no magistério há mais de dez anos. O apanhado da avaliação do livro didático nº 5 está presente no Quadro 23.

Quadro 23 - Análise do Livro Didático Nº 5 (Docentes P6 e P7)

Tópico avaliativo	Avaliação
Conteúdos e procedimentos atualizados	Muito Bom
Adequação ao contexto social e experiências pedagógicas significativas	Muito Bom
Pluralidade Cultural	Muito Bom
Objetivos Gerais da LDB (BRASIL, 1996)	Muito Bom
Evitar estereótipos e preconceitos	Muito Bom
Contempla discussões atuais e diversifica estratégias de ensino	Bom
Adequação a legislação brasileira vigente	Muito Bom
Possibilita a articulação de outros recursos didáticos	Muito Bom

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Considera-se que o livro didático (nº 5) foi bem elaborado, pois possui textos, imagens e práticas aliadas no real aprendizado do aluno. A obra contempla informações dentro do plano de respeito social, econômico e ambiental, bem como de forma correta, real e atualizada.

O livro está organizado da seguinte maneira: em cada módulo há a apresentação do capítulo, onde discutem-se as relações entre os conteúdos e questões cotidianas, sociais e de cidadania. O texto é dividido em itens e subitens, os quais organizam os assuntos tratados. Os conceitos mais relevantes estão destacados em negrito e há a exploração de imagens que complementam e ilustram os textos. Além da indicação de objetos educacionais digitais.

Na sessão “Amplie seus conhecimentos”, aprofundam-se alguns temas ou são apresentadas curiosidades relativas ao assunto em pauta. No quadro “Ciência e Cidadania”, encontram-se assuntos diretamente relacionados às questões socioambientais, que se destinam a complementar ou a ampliar temas discutidos no capítulo. Ainda, há disponível um guia de leitura, o qual auxilia na exploração do tema central de cada um dos textos.

No que tange as estratégias de ensino, basicamente são sugeridas atividades básicas de revisão, contém questões de múltipla escolha organizadas em dois blocos: “Revendo conceitos fundamentais” e “Ligando conceitos, fatos e processos”. Um ponto interessante foi a abordagem de questões de vestibulares e no ENEM. Como aspecto negativo, destaca-se a questão gráfica, as letras são pequenas e na leitura de um texto mais longo pode tornar-se um empecilho no processo educativo.

Desde a década de 70 do século XX surgem pesquisas na área de Ensino de Ciências enfatizando algumas limitações dos livros didáticos, chegando até a avaliação institucional de 1994, referente às publicações distribuídas nas escolas públicas pelo PNLD, cujos resultados podem ser observados através do aprimoramento destas publicações especialmente no âmbito conceitual e metodológico (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Bizzo (1996) realizou uma avaliação de livros de Ciências utilizados nas escolas. Devidamente ilustrado com as capas das publicações analisadas, o artigo apresenta uma consistente lista de erros conceituais. Com estas críticas se somando a tantas outras opiniões que questionam a adequação dos livros didáticos para o Ensino Fundamental e Médio, este processo desencadeou uma reformulação das publicações circulantes no Brasil, auxiliando para o aprimoramento deste recurso de ensino e aprendizagem.

De fato, a proposição de temas a serem abordados na escola deve ser operacionalizada dentro de um contexto social e cultural relevantes para potencializar a aprendizagem significativa, por meio de temas flexíveis que atendam às necessidades e curiosidades dos estudantes, junto à sistematização adequada dos diferentes conteúdos (BRASIL, 1998).

É com esta perspectiva que o trabalho com livros didáticos precisa se articular com as demais informações que interpelam os alunos diariamente nos meios de comunicação, se constituindo em alerta para os professores, especialmente no sentido de reforçar aspectos relevantes no que tange à Educação em Ciências, assim como desconstruir discursos que possam ser contrários a um projeto de educação cujos objetivos estão centrados na construção da autonomia e do pensamento crítico dos estudantes frente as novas demandas da vida contemporânea.

7 JOGO DIGITAL “PALEO GAME”

Durante o ano letivo de 2016 foi elaborado o “Paleo Game”, um tipo de jogo digital para o sistema operacional Android, que simula um tabuleiro (**disponível no CD-R que acompanha esta tese**).

Para o aprimoramento de tal gamificação inédita, foi aplicado um teste piloto em uma turma de professores em formação continuada (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). Este teste foi desenvolvido com o intuito de aperfeiçoar a atividade lúdica, identificando possíveis lacunas e potencialidades deste recurso didático-pedagógico.

7.1 AMBIENTE DA INVESTIGAÇÃO

A coleta de dados foi desenvolvida durante o segundo semestre de 2016, sendo realizada através da aplicação de questionário semiestruturado, adaptado da publicação de Santos et al. (2015), proposto aos professores pós-graduandos em Ensino de Ciências e Matemática, durante o desenvolvimento do componente curricular “Tópicos Avançados em Biologia”, disciplina ofertada em um Programa de Pós-Graduação *stricto sensu*.

7.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Na aplicação do teste piloto do jogo “Paleo Game”, participaram 8 docentes pós-graduandos em Ensino de Ciências e Matemática, de uma instituição de ensino superior particular, localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Ressalta-se que um dos educadores não respondeu a todas as questões solicitadas, por este motivo, em algumas categorizações este professor não está contemplado. Para preservar o anonimato dos envolvidos, os docentes foram identificados nesta pesquisa como: D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7 e D8.

7.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Por intermédio de uma oficina realizada em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, houve a possibilidade de explorar o jogo digital “Paleo Game”. Para tanto, foi aplicado um questionário semiestruturado (apêndice C) adaptado da publicação de Santos et al. (2015) após o manuseio do jogo digital. A coleta de dados foi

subsidiada pela plataforma do Google formulários. Para avaliação dos dados foi aplicada Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

7.3.1 Elaboração e aplicação do Jogo Digital “Paleo Game”

A partir de aportes teóricos renomados na área do conhecimento em BIO-EVO (FUTUYMA, 2002; POUGH; HEISER; JANIS, 2003; RIDLEY, 2006; BIZZO, 2012), desenvolveu-se o jogo digital “Paleo Game” voltado para atender às necessidades do público da Educação Básica.

O jogo digital tem como objetivo a abordagem didática de conceitos sobre a temática BIO-EVO, também explora recursos lúdicos através dos *minigames*, estes articulados à temática central.

Esta proposta de estratégia pedagógica destaca-se pela flexibilidade em diferentes plataformas digitais, podendo o jogo ser explorado sem a necessidade de uso de *internet* e em diferentes aparelhos, como por exemplo: *tablets*, *smarthphones* e *notebooks*.

Para a elaboração do jogo digital foram utilizados os seguintes *softwares*:

- *Engine de Jogos: Unity Engine 5.3;*
- *Ambiente de Desenvolvimento: Microsoft Visual Studio Community 2015;*
- *Softwares Gráficos: Adobe Photoshop CC & Adobe illustrator CC;*
- *Software de Edição de Áudio: Adobe Audition;*
- *Software de Simulação de Android: Genymotion;*
- *Ferramenta de Repositório: Atlassian Bitbucket, cliente para Repositório: Atlassian Source Tree;*
- *Site para Controle de Tarefas: Trello;*
- *Site para gerenciamento e backup geral: Google Drive.*

O jogo “Paleo Game” (Figura 10) foi elaborado a partir de aportes teóricos renomados na área do conhecimento em BIO-EVO (FUTUYMA, 2002; POUGH; HEISER; JANIS, 2003; RIDLEY, 2006; BIZZO, 2012), esta gamificação foi articulada para atender às necessidades do público da Educação Básica, em especial os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. A proposta metodológica destaca-se pela flexibilidade em diferentes plataformas digitais, podendo ser explorado sem a necessidade de uso de *internet* (aplicativo nativo) e em diferentes aparelhos, como por exemplo: em *tablets* e *smartphones*.

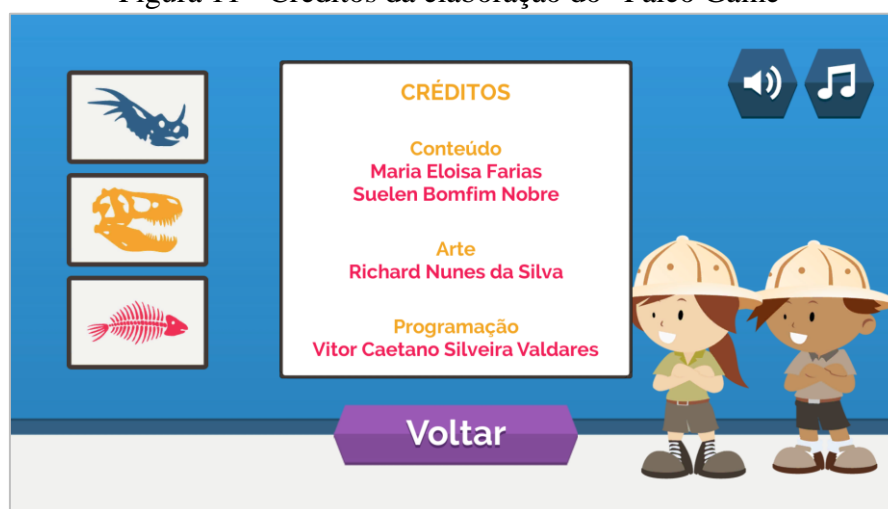
Figura 10 - Tela inicial do jogo digital “Paleo Game”.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A gamificação “Paleo Game” tem como objetivo a abordagem didática de conceitos sobre a BIO-EVO e, além disso, explora recursos lúdicos através dos *minigames* que estão articulados à temática central. O jogo recebeu o nome de “Paleo Game” e estará disponível, gratuitamente, para acesso dos educadores no sistema Android no ano de 2018.

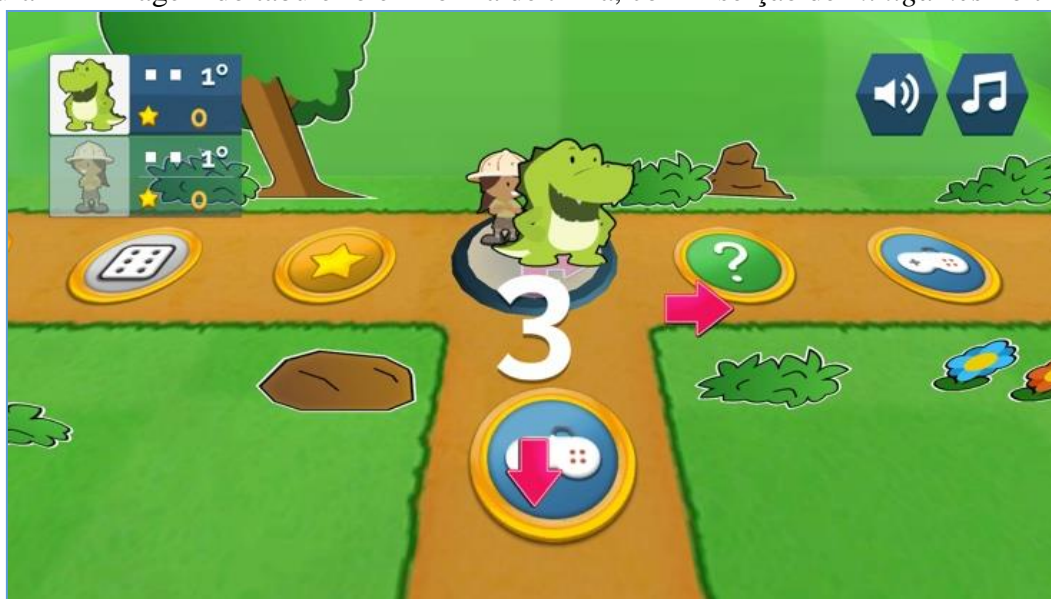
Figura 11 - Créditos da elaboração do “Paleo Game”



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Trata-se de um jogo de tabuleiro (Figura 12), que pode ser jogado em duplas ou individualmente, composto por uma trilha, onde os jogadores se movimentam por diversas ilustrações de fósseis e imagens que remetem ao estudo paleontológico. A respeito dos registros fossilíferos, Iannuzzi e Soares (2011), afirmam que os fósseis têm grande relevância para diversas ciências, pois representam em muitos casos as principais evidências de processos e fenômenos naturais do passado.

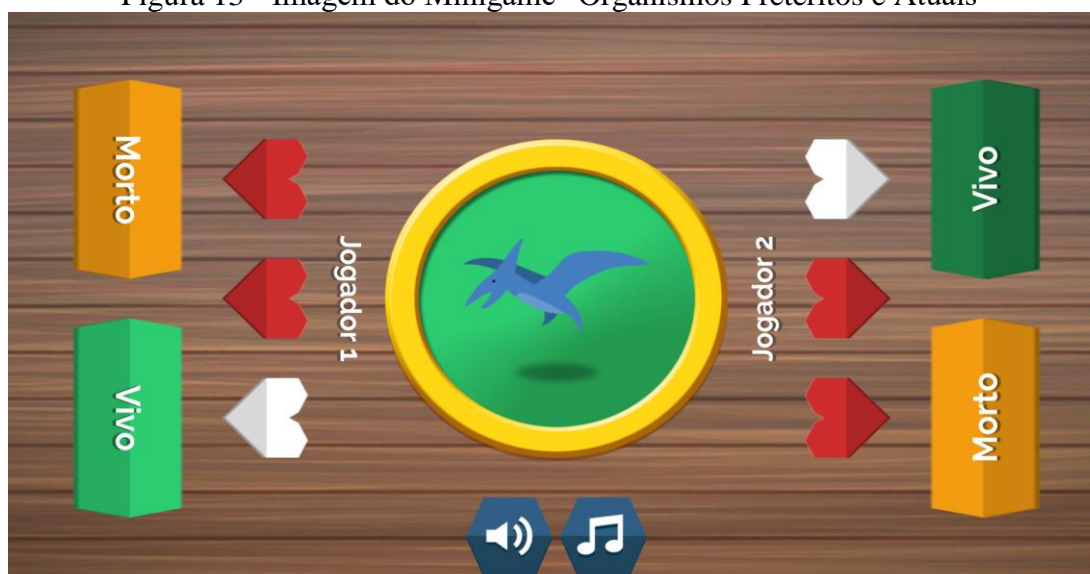
Figura 12 - Imagem do tabuleiro em forma de trilha, com inserção de *minigames* no trajeto



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A atividade lúdica “Paleo Game” tem como objetivo o fomento de temas e curiosidades sobre o conteúdo de BIO-EVO, os quais estão expostos em linguagem acessível e com três alternativas de respostas. Vence o jogador que completar primeiro a trilha paleontológica, em formato de tabuleiro tradicional. Do início ao fim do trajeto, cada jogador pode escolher um personagem, paleontólogo (a) ou espécime de dinossauro fictícia, sem identificação taxonômica, além disso, há a disposição cinco diferentes *minigames* articulados à trilha (Figuras 13 e 14), com intuito de enriquecer a socialização entre os jogadores e oportunizar uma experiência divertida durante o trajeto da gamificação.

Figura 13 - Imagem do Minigame “Organismos Pretéritos e Atuais”



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os *minigames* foram articulados ao tabuleiro de forma a contemplar os conteúdos de BIO-EVO de forma ilustrativa, a fim de inserir efetivamente a ludicidade para a gamificação (Figura 14).

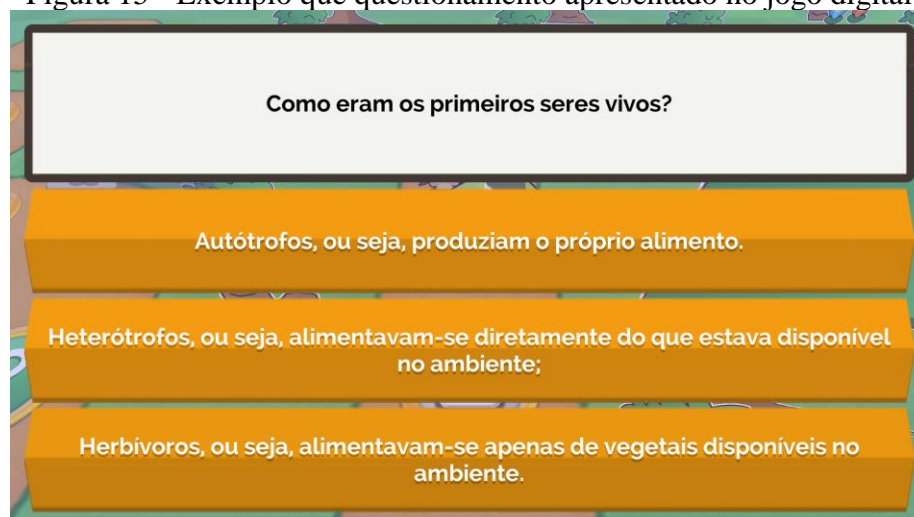
Figura 14 - *Minigame* articulado ao tabuleiro em formato de trilha



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Inicialmente, a gamificação foi elaborada com um banco de questões que contém 95 questionamentos, devido a flexibilidade da plataforma de criação há a possibilidade de inserção de novas questões. A abordagem de conteúdos deste material é baseada nos documentos norteadores da Educação Brasileira, com destaque para os PCN das Ciências Naturais (BRASIL, 1997). A seguir (Figura 15), está apresentado um exemplo de questionamento do jogo “Paleo Game”.

Figura 15 - Exemplo que questionamento apresentado no jogo digital



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

No momento da elaboração da gamificação, foi levada em consideração a linguagem explorada nos enunciados, de forma que o jogo possa ser explorado como um meio de divulgação científica da BIO-EVO.

7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, estão apresentadas as percepções dos Professores Pós-Graduandos acerca da gamificação “Paleo Game”.

7.4.1 Potencialidades do jogo digital

Constatou-se que o uso de diferentes tipos de atividades lúdicas proporciona uma rica variedade de oportunidades de aprendizagem. Segundo Ward et al (2010) o jogo é conhecido como um poderoso mediador para os processos de ensino e aprendizagem no decorrer da vida da pessoa. Ainda segundo às autoras, para aumentar a participação positiva dos discentes deve-se introduzir um elemento de competição, isso porque jogos de equipe em Ciências são motivadores para os alunos. Além disso, as atividades lúdicas podem ser interessantes para auxiliar os estudantes com fatos e/ou teorias mais difíceis de aprender, como o ciclo de vida das plantas, por exemplo (WARD et al., 2010).

7.4.2 Caracterização do público participante

Participaram do estudo oito (8) professores, sendo seis do gênero feminino e dois do gênero masculino, apresentando as seguintes formações acadêmicas: superior completo em Licenciatura em Ciências Biológicas (seis); Arquitetura e Urbanismo (um) e Licenciatura em Física (um). Para preservar o anonimato dos envolvidos, os docentes foram identificados nesta pesquisa como: D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7 e D8 (Tabela 6).

Tabela 6 - Caracterização sociodemográfica Professores Pós-Graduandos

Docente	Idade	Área de formação acadêmica	Tempo de atuação profissional	Nível de ensino em que atua
D1	70	Arquitetura e Urbanismo	40 anos	Ensino Superior
D2	25	Ciências Biológicas	2 anos	Ensino Médio
D3	35	Ciências Biológicas	1 ano e 3 meses	Ensino Médio
D4	29	Ciências Biológicas	9 anos	Ensino Médio e Ensino Superior
D5	33	Física	13 anos	Ensino Médio
D6	32	Ciências Biológicas	15 anos	Ensino Fundamental e Ensino Médio
D7	36	Ciências Biológicas	10 anos	Ensino Médio
D8	33	Ciências Biológicas	8 anos	Educação Infantil e Ensino Fundamental

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ressalta-se que todos os sujeitos são alunos regulares de um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

7.4.3 Percepções e considerações acerca da atividade pedagógica

A partir da aplicação do questionário semiestruturado, os professores pós-graduandos puderam realizar a apreciação do jogo “Paleo Game”. As respostas dos docentes foram categorizadas seguindo a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) e estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Avaliação da gamificação para o Ensino de Ciências

Categoria (Aspecto Avaliativo)	Subcategoria	Frequência
Ampliação de conhecimentos relacionados à BIO-EVO.	Revisão de conceitos básicos sobre evolução biológica.	D1, D3, D6
	Exemplos de organismos pretéritos.	D3
	Caracterizações paleoambientais das Eras Geológicas.	D8
Socialização de saberes no grande grupo.	Compartilhamento de ideias e hipóteses.	D5
Regras claras do jogo digital e objetivos pré-definidos.	As normativas do jogo estão claras e condizem com os jogos de tabuleiro tradicionais.	D4
Os enunciados das questões estão claros e sintéticos.	O texto do jogo está em linguagem coloquial e apresenta enunciados sintéticos.	D1
A arte gráfica é coerente com a temática abordada.	Os comandos do jogo são intuitivos.	D2
	As cores escolhidas para a gamificação foram adequadas.	D7

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Entre os professores consultados, foi unânime a opinião de que a atividade lúdica auxiliou na ampliação dos conhecimentos sobre a evolução biológica e teorias evolutivas, com destaque para os conteúdos: Teorias Evolucionistas e Eras Geológicas. Além disso, para os docentes D2, D5, D6 e D7, tornou-se relevante o aspecto de que os discentes podem trabalhar em duplas durante a atividade, pois assim há a socialização e troca de ideias entre os sujeitos. A esse respeito, Paula et al. (2016) comentam que os jogos digitais podem trazer diferentes abordagens, contribuindo para distintos tipos de letramento, inclusive o científico.

Com o intuito de aperfeiçoar a estratégia pedagógica para o ensino de BIO-EVO, os docentes foram indagados sobre as possíveis limitações do jogo “Paleo Game”. As contribuições dos educadores para o aprimoramento da atividade lúdica estão categorizadas e exibidas na Tabela 8.

Tabela 8 - Sugestões para o aprimoramento do Jogo “Paleo Game”

Categoria (Aspecto Avaliativo)	Subcategoria	Frequência
Elaboração de diferentes níveis de jogos.	Considerar dois jogos distintos, um para o Ensino Fundamental, outro para o Ensino Médio e para o Ensino Superior.	D2, D4, D6, D7
Criar <i>minigames</i> .	Com a inserção de um número maior de <i>minigames</i> , seria possível aumentar o tabuleiro.	D5
As respostas dos questionamentos poderiam estar em forma de desenho.	A inserção de desenhos nos enunciados ou nas respostas deixaria o jogo mais lúdico e divertido.	D3
Inserção de Escala de Tempo Geológico.	A partir de uma Escala de Tempo Geológico, acrescentar dados sobre a biodiversidade pretérita.	D1, D2
Aumento do número do banco de questões.	A partir da publicação na BNCC (2018) acrescentar novas questões ao jogo.	D8

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Ainda sobre a construção do conhecimento em BIO-EVO, foi perguntado aos docentes se houve a possibilidade de identificar lacunas na aprendizagem de conteúdos envolvendo a evolução biológica. Para seis professores, foi possível verificar claramente essa deficiência; além disso, eles enfatizaram a importância do aprimoramento de conceitos mal compreendidos, por intermédio do jogo, os quais relacionavam o processo de evolução com a melhoria gênica, dos caracteres adquiridos.

Dentre o grupo analisado, todos os sujeitos aplicariam a atividade lúdica em suas turmas, pois identificaram que as regras são claras e salientaram que a não exigência de *internet* para desenvolvê-lo é muito importante, pois as escolas públicas, em sua maioria, não

possuem acesso à *internet*. Outro ponto destacado pelos professores foi a inserção de *minigames* no decorrer da trilha, aspecto que favorece a ludicidade.

Salienta-se que os participantes D1, D3 e D8 mencionaram que não se sentem preparados para ministrar aulas sobre os conteúdos de BIO-EVO, destacando a escassez de materiais didáticos sobre o assunto.

O grupo foi unânime ao afirmar que o jogo digital “Paleo Game” possibilitou a aproximação dos participantes com os conteúdos intrínsecos à BIO-EVO; além disso, foi comentado que o jogo permitiu o entendimento de questões relacionadas às Teorias Evolucionistas. Outro ponto destacado foi a inserção de *minigames* no tabuleiro, o que tornou a atividade lúdica mais dinâmica, interessante e prazerosa.

Também ficou explícita que a função educativa do jogo oportuniza a aprendizagem do indivíduo, seu saber, seu conhecimento e sua compreensão de mundo. Corroborando com esses resultados, Pedro et al. (2015) constataram que a tecnologia por meio de jogos digitais é eficaz no desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem, porém salientam que essas metodologias ativas devem ser inseridas com mais frequência no âmbito escolar.

Sobre as percepções entorno da aplicação e do desenvolvimento do *game*, para 90% dos participantes do grupo da pesquisa, a atividade mostrou-se criativa e motivadora, sendo caracterizada como uma estratégia de ensino com potencial. De acordo com os professores D2, D3, D4, D5 e D6, a atividade lúdica foi importante porque relacionou teoria e prática, elucidando conceitos complexos advindos da BIO-EVO. Esses resultados são corroborados pela pesquisa de Paula et al. (2016), na qual salientaram que o desenvolvimento de jogos digitais por parte de educandos pode se mostrar uma prática relevante para a educação, porque está alinhada ao empoderamento dos aprendizes, contribuindo para a autonomia, reflexão e análise crítica.

Segundo os docentes D1 e D3, a gamificação mostrou-se útil em termos científicos, propiciando o estudo sobre processos tafonômicos e conceitos inerentes à Teoria da Seleção Natural. Além disso, também se constituiu como atividade lúdica interessante, devido aos *minigames* inseridos na trilha, os quais permitiram a introjeção de conceitos unificadores do ensino de ciências. Entretanto esses profissionais destacaram que o público-alvo dessa estratégia de ensino poderia ser exclusivamente o Ensino Médio, devido ao número de caracteres dos enunciados das questões.

As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano. Na escola, isso não é diferente. Elas chegaram como elementos qualificadores da prática docente, trazendo mudanças e ressignificações nos processos de ensino e aprendizagem. Nas escolas

públicas, em especial, o uso das tecnologias ainda é um desafio, uma vez que, nesse contexto, são enfrentadas dificuldades de diversas ordens.

Há pesquisas pontuais, nacionais e internacionais, bem-sucedidas, envolvendo o ensino de Biologia Evolutiva na Escola Básica, entretanto ainda se evidencia o afastamento entre as reflexões teóricas, a realidade escolar e a prática educativa. Considera-se, porém, que parte desses resultados inócuos podem ser atribuídos à incapacidade que o Sistema de Ensino Nacional, por meio da aplicação de seus PCN, tem em incorporar e implementar de forma ampla os bons resultados apresentados pelas experimentações localizadas, realizadas por pesquisadores e professores e descritas aqui. Um maior investimento de recursos – estratégias pedagógicas –, nas redes de ensino faz-se necessário, para que não percamos a oportunidade de fomentar o pensamento reflexivo nas aulas de Ciências Naturais.

A carência de recursos didáticos que estimulem o interesse dos alunos e a baixa capacidade de penetração da informação científica nas escolas são problemas presentes na Educação Básica. A condução de assuntos paleontológicos geralmente ocorre de maneira equivocada, definida por visões distorcidas ou erradas que são multiplicadas pelos meios de comunicação social, os quais abordam apenas os conceitos que chamam a atenção do público (SCHWANKE; SILVA, 2010).

Nesse contexto, as atividades lúdicas podem estimular os alunos na construção do saber, principalmente quando envolve disputas entre eles, de forma saudável, despertando o interesse pela temática e elucidando dúvidas, de forma colaborativa. Os resultados evidenciaram que o jogo digital “Paleo Game” mostrou-se uma potencial estratégia pedagógica para o ensino de BIO-EVO, a qual perpassa os conteúdos relacionados à Geografia, História e Ciências Naturais. Além disso, constatou-se que a atividade lúdica permitiu o entendimento de questões relacionadas às Teorias Evolucionistas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados levantados, este estudo evidenciou que os currículos das IES particulares que oferecem cursos de licenciatura em Ciências Biológicas na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS são organizados em dois grandes eixos temáticos no quesito BIO-EVO, um que contempla a Biociências, com abordagem em torno da Paleontologia, Eras Geológicas e Biogeografia, e outro que se dedica a estudar as Teorias Evolutivas, a Sistemática Filogenética e as contribuições da Biologia Molecular para as proposições de Darwin, em especial à luz da seleção natural.

Além disso, foi possível identificar que a abordagem e a CH da BIO-EVO nas ementas e nos componentes disciplinares de cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas são bastante variadas, ao passo que um curso (B2) contava com três disciplinas que abrangiam conteúdos de evolução, e a IES (B5) ofertava apenas um componente disciplinar com esse enfoque. Ainda, verificou-se, por intermédio da análise estatística, que não há influências das composições das matrizes curriculares nas concepções apresentadas por acadêmicos (concluintes). Por isso, considera-se que a estruturação das grades curriculares não se constitui como um pilar determinante na construção dos saberes científicos dos licenciandos.

A respeito dos conhecimentos de licenciandos em Biologia, acerca da área de BIO-EVO, identificou-se que as crenças religiosas não influenciaram um maior ou menor número de acertos nas afirmativas, pois houve erros e acertos conceituais de ambas as partes, dos licenciandos autodeclarados como crentes e não crentes.

Já os professores que atuam em sala de aula (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P10) acreditam que os principais obstáculos ao ensino de BIO-EVO são: a formação científica inconsistente dos educandos e o forte embate dogmático entre as ideias propostas pela Teoria Evolucionista e os preceitos criacionistas.

Observou-se que nenhum professor expressou diretamente que a evolução ocorre em grau populacional; os professores P2, P3, P9, P10 apresentaram concepções que remetem à ideia de que a evolução pode também ocorrer no nível individual (espécie).

Os resultados também evidenciaram que os docentes (P1, P2, P4, P5, P7, P8, P9) possuem uma interpretação do processo evolutivo como uma ação progressiva, em que características como o finalismo e o aumento da complexidade são recorrentes. Todos os profissionais supracitados compactuam com a ideia apresentada na assertiva: “Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do

tempo”. Destaca-se que essa foi a proposição do questionário que apresentou o maior índice de concordância por parte dos professores, o que denota uma perspectiva de evolução qualitativa na visão docente.

Com relação à abordagem do tema evolução biológica, sob a ótica do Pensamento Complexo, constata-se que os docentes participantes não observam com clareza a potencialidade transdisciplinar da temática “Evolução Biológica” como eixo integrador das aulas de Biologia. Além disso, como alguns professores evidenciaram dúvidas, confusão e/ou desconhecimento em adotar a evolução como princípio norteador dos conteúdos de Ciências Naturais, sugere-se a promoção de cursos de formação continuada, nessa área, visando proporcionar esclarecimentos e embasamento teórico que possibilitem a apropriação do conhecimento para o exercício de uma prática docente envolvendo o Pensamento Complexo.

Ainda cabe destacar que o participante P1 apresenta conceitos evolutivos relacionando-os a assuntos da Ecologia de populações e comunidades. O profissional P4 comentou que procura interligar os temas de evolução biológica com a História e Filosofia da Ciência, já o sujeito P10 levanta, em suas aulas, questões inerentes à Bioestatística. A práxis pedagógica dos sujeitos P1, P4 e P10 remete a um dos pressupostos teóricos do Pensamento Complexo, no qual a ação educativa é levada para o campo da transdisciplinaridade.

Constatou-se nas exemplificações dos professores que a área e o nível de formação acadêmica influenciaram diretamente na ótica do ensino de BIO-EVO sob a luz do Pensamento Complexo. Observou-se que o docente P4 mencionou a “Relação de características anatômicas de uma determinada espécie com o paleoambiente e com as condições climáticas da época em que viveu”; além disso, citou, como exemplos, as árvores evolutivas e os níveis de organização dos seres vivos. Ressalta-se que esses conhecimentos estão intimamente ligados à Zoologia de Vertebrados, área de formação na pós-graduação do profissional P4.

Verificou-se que o Pensamento Complexo, ao enfatizar a Educação, coloca a ideia de que os saberes não devem ser compartimentalizados, separados em áreas de conhecimento, mas, pelo contrário, articulados entre si para que o ser humano possa ser compreendido na sua complexidade.

No que se refere aos livros didáticos explorados pelos professores, eles mostraram-se, de forma geral, como um recurso insatisfatório para o ensino de BIO-EVO, principalmente nos aspectos referentes às sugestões de estratégias pedagógicas diversificadas.

Na esfera da metodologia de ensino, o jogo “Paleo Game” mostrou-se ser uma metodologia ativa para o ensino de BIO-EVO, apresentando um potencial maior para o

público do Ensino Médio. De acordo com os profissionais D1 e D3, a gamificação mostrou-se útil em termos científicos, pois permitiu o estudo sobre processos tafonômicos e conceitos inerentes à Teoria da Seleção Natural. Além disso, também se constituiu como atividade lúdica interessante, devido à inserção dos *minigames* inseridos na trilha, os quais permitiram a introjeção de conceitos unificadores do ensino de Ciências.

O estudo evidenciou que, se por um lado é impossível responder a todos os problemas profissionais e científicos sem ter um conhecimento disciplinar, ao mesmo tempo cabe aos docentes diminuir o apego às particularidades e buscar o que há de comum entre os significados do conhecimento.

As concepções docentes sobre a Teoria da Evolução, muitas vezes, podem estar atreladas a conceitos moldados pela construção social em que cada indivíduo vive, onde as experiências que foram tendo ao longo da vida forjaram conceituações diversas e nem sempre relacionadas com o que a ciência ensina/orienta. Essas concepções, algumas vezes equivocadas, podem ser conduzidas para a sala de aula, onde a comunidade escolar, influenciada pelo meio sociocultural em que vive, pode persuadir negativamente o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e dos conhecimentos que envolvem a BIO-EVO. Essas premissas servem de alerta para o meio escolar, onde o conhecimento científico deve prevalecer; isto é, o papel da escola é incentivar e assegurar, no processo educativo, que os conhecimentos científicos prevaleçam.

Constatou-se que há pesquisas pontuais, nacionais e internacionais, bem-sucedidas envolvendo o ensino de Biologia Evolutiva na Escola Básica, entretanto ainda se evidencia o afastamento entre as reflexões teóricas, a realidade escolar e a prática educativa. Considera-se, porém, que parte desses resultados inócuos podem ser atribuídos à incapacidade que o Sistema de Ensino Nacional, por meio da aplicação de seus Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), tem em incorporar e implementar de forma ampla os bons resultados apresentados pelas experimentações localizadas, realizadas por pesquisadores e professores e descritas aqui. Um maior investimento em recursos – estratégias pedagógicas, nas redes de ensino – faz-se necessário, para que não percamos a oportunidade de fomentar o pensamento reflexivo nas aulas de Ciências.

Os resultados desta pesquisa indicam que, mesmo havendo o reconhecimento da importância da BIO-EVO para o ensino da Biologia, ainda há muitos paradigmas a serem ultrapassados, especialmente no que se refere ao potencial enfoque transdisciplinar que a disciplina possui, negligenciando abordagens mais abrangentes que o ensino da BIO-EVO pode e deve problematizar.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Professores Reflexivos em uma Escola Reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ALENCAR, E. J. et al. Sequência didática para o ensino de classificação e evolução biológica. Encontro de Iniciação à Docência da Universidade Estadual da Paraíba, 5., 2015. **Anais...** UEPB, 2015.
- ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 1, 2010.
- ALMEIDA, M. C. Método complexo e desafios da pesquisa. In: ALMEIDA, M. C.; CARVALHO, E. A. **Cultura e Pensamento Complexo**. Natal: EDUFRN, 2009. p. 97-111.
- ALVES, E. J. F.; MOURA, G. G; CANDEIRO, C. R. A. Analysis of the approach of paleontology in geography textbooks in Ituiutaba, Minas Gerais, Brazil. **Educational Research and Reviews**, v. 8, n. 18, p. 1684-1688, 2013.
- AMORIM, D. S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.
- ARAÚJO JÚNIOR, H. I. A.; PORPINO, K. O. Análise da Abordagem do Tema Paleontologia nos Livros Didáticos de Biologia. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 33 n. 1, p. 63-72, 2010.
- ARAÚJO, L. A. L. **Obstáculos à compreensão do Pensamento Evolutivo: análise em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- ARAÚJO, L. A. K.; ROSA, R. T. D. Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD 2012. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 1-16, 2015.
- ARAÚJO, L. A. L. A compreensão da evolução biológica no Brasil: o triplo problema. In: ARAÚJO, L. A. L. (Org.) **Evolução biológica da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre: Fi, 2017. p. 23-34.
- _____. Aprendendo evolução biológica a partir das árvores evolutivas. In: ARAÚJO, L. A. L. (Org.) **Evolução biológica da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre: Fi, 2017. p. 455-472.
- BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. A representação da Genética e da Evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015.
- BALDI, B.; MOORE, S. **A Prática da Estatística nas Ciências da Vida**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

BELLINI, L. M. O conceito de evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica. **Revista Estudos em Avaliação Educacional**, Fundação Carlos Chagas, São Paulo, v. 17, n. 33, 2006. 7-28p.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROS, H. L. Entropia e Vida: a questão do tempo linear. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a Biologia do Século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 187-208.

BASTOS, F.; NARDI, R. **Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências**: contribuições da pesquisa na área. São Paulo: Escrituras, 2008.

BAUERMAN, S. G.; SILVA, J. Ensino de Paleontologia através de atividade prática com Grãos de Pólen. **Revista P@Rtes**, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://sites.ulbra.br/palinologia/ensino-de-paleontologia.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2017.

BERGQVIST, L. P.; PRESTES, S. B. S. Kit Paleontológico: um material didático com abordagem investigativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 345-357, 2014.

BERMUDEZ, G. M. A. Los orígenes de la Biología como ciencia. El impacto de las teorías de evolución y las problemáticas asociadas a su enseñanza y aprendizaje. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 66-90, 2015.

BIDINOTO, V. M.; TOMMASIELLO, M. G. C. Ideias de futuros professores de biologia sobre a evolução biológica de Darwin: fato ou teoria? **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 4, p. 73-82, 2016.

BITTENCOURT, C. M. F. Em foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 471-473, 2004.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. **Ciência Hoje**, v. 21, n. 21, p. 26-35, 1996.

_____. **Ciências**: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 2002.

_____. **Pensamento científico**: a natureza da ciência no Ensino Fundamental. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

BIZZO, N.; CHASSOT, A.; ARANTES, V. A. (orgs.). **Ensino de Ciências**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013.

BRAGA, L. **Entre a Fé e a Ciência: uma análise sobre a Teoria do Design Inteligente**. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CP nº 028/2001**. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e carga horária dos cursos de formação de professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/028.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

_____. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais/Ensino de Quinta a Oitava Série**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/res_cne_cp_02_03072015.pdf>. Acesso em 28 maio 2016.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2017.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para Análise de Dados Textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.

CARLETTI, C.; MASSARANI, L. O que pensam crianças brasileiras sobre a teoria da evolução? **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 205-223, 2011.

CARNEIRO, A. P. N. **A evolução biológica aos olhos de professores não licenciados**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

_____; ROSA, V. L. Três aspectos da evolução: concepções sobre evolução biológica em textos produzidos por professores a partir de um artigo de Stephen Jay Gould. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., 2003. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CASSAB, R. C. T. Objetivos e Princípios. In: CARVALHO, I. S. (Ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciências, 2004. p. 3-11.

CERQUEIRA, A. V. **Representações sociais de dois grupos de professores de Biologia sobre o ensino de origem da vida e evolução biológica: aspirações, ambiguidades e demandas profissionais**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CHAVES, S. N. **Evolução de ideias e ideias de evolução:** a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação: Universidade Estadual de Campinas, 1993.

CLARY, R. M.; WANDERSEE, J. H. Incorporating Informal Learning Environments and Local Fossil Specimens in Earth Science Classrooms: A Recipe for Success. **Science Education Review**, v. 8, n. 2, p. 47-57, 2009.

COIMBRA, R. L. **A influência da crença religiosa no processo de ensino de Evolução Biológica.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática: Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2007.

CORRÊA, A. L. **História e Filosofia da Biologia na formação inicial de professores:** reflexões sobre o conceito da evolução biológica. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

_____. et al. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, p. 21-40, 2008.

COSTA, L. O.; WAIZBORT, R. F. Concepções de alunos do Ensino Médio sobre o tema classificação biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 667-680, 2013.

COUTINHO, C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Estimulando o “pensamento em árvore” em alunos de Ensino Médio: potencial de contribuição dos livros didáticos de biologia. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 326-336, set-dez. 2014.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. **Pesquisas de Métodos Mistos.** 2. ed. São Paulo: Penso, 2013.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P. T. C. Métodos Mistos de Pesquisa em Educação: pressupostos teóricos. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 24, n. 3, p. 67-80, 2013.

DANTAS, M. A. T.; ARAÚJO, M. I. O. Novas tecnologias no ensino de Paleontologia: Cd-rom sobre os fósseis de Sergipe. **Revista Eletrônica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.1, n. 2, 2006.

DARWIN, C. **A origem das espécies.** São Paulo: Martin Claret, 2007 [1859].

DIEGUES, C. S. **Evolução Biológica no Ensino Médio:** quais conteúdos estão sendo abordados pelos professores de Biologia? Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas:** métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamento e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

EL-HANI, C.N.; MEYER, D. A evolução da teoria darwiniana. **ComCiência**, n. 107, 2009.

_____; ROQUE, N.; ROCHA, P. L. B. Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: resultados do PNLEM/2007. **Educação em Revista**, v. 27, n. 1, p. 211-240, 2011.

_____; SEPÚLVEDA, C. The relationship between science and religion in the education of protestant biology preservice teachers in a Brazilian university. **Cultural Studies of Science Education**, v. 5, n. 1, p. 103-125, 2009.

ENGELKE, D. S. A teoria da evolução é um fio condutor nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio? In: ARAÚJO, L. A. L. (Org.) **Evolução biológica da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre: Fi, 2017. p. 397-411.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

FREZZATTI JÚNIOR, Wilson A. A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 791-820, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ss/v9n4/a04.pdf>>. Acesso em: 1 mar 2017.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

_____. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2009.

GARÓFANO, V. V.; CAVEDA, J. L. C. O jogo no currículo da Educação Infantil. In: MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 59-88.

GASTAL, M. L. de A. Progresso, adaptação e teleologia em evolução: o que aprendemos, o que entendemos e o que ensinamos? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. **Anais...** Florianópolis, 2009.

GLANTZ, S. A. **Princípios de Bioestatística**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

GOEDERT, L. **A formação do professor de Biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GUIMARÃES, M. A. **Cladogramas e Evolução no ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2005.

HAIR JÚNIOR, F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HENRIQUES, A.; DORVILLÉ, L. F. M. Evolução Biológica no ENEM: análise das questões e níveis de complexidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 10., 2015. **Anais...** Águas de Lindoia, 2015.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2007.

IANNUZZI, R.; SOARES, M. B. Teorias Evolutivas. In: CARVALHO, I. S. C. (Org). **Paleontologia**. Vol. I. Conceitos Métodos. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 139-162.

JOUCOSKI, E. et al. A construção dos jogos didáticos de cartas colecionáveis como instrumento de divulgação científica no programa de extensão LabMóvel. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2011. **Anais...** Campinas, UNICAMP, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0338-1.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2017.

KEMPER, A. **A Evolução biológica e as revistas de divulgação científica: potencialidades e limitações para o uso em sala de aula**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

KISHIMOTO, T. M. **Jogos Infantis: o jogo, a criança e a educação**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: USP, 2004.

_____; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LEITE, Y. U. F.; GHEDIN, E.; ALMEIDA, M. I.; **Formação de Professores: caminhos e descaminhos da prática**. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.

LICATTI, F. **O ensino de Evolução Biológica no Nível Médio**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

_____; DINIZ, R. E. S. O ensino de Biologia no Nível Médio: Investigando concepções de professores sobre Evolução Biológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 5., 2005. **Anais...** Bauru, 2005.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALUF, A. C. M. Atividades lúdicas como estratégias de ensino aprendizagem. **Psicopedagogia OnLine**, 2006. Disponível em: <<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=850>>. Acesso em: 12 maio 2016.

MARINHEIRO, F. et al. Ensinando crianças do Ensino Fundamental a programar computadores com o auxílio de jogos digitais. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, 2016.

MARÔCO, J. **Análise de equações estruturais**: fundamentos teóricos, software e aplicações. 2. ed. Portugal: Perô Pinheiro, 2014.

MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, jan./abr., 2006.

MAYR, E. **Isto é Biologia**: a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da Construção do Conceito de Evolução Biológica**: possibilidades da percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Bauru, 2004.

_____; CALDEIRA, A. M. D. A; BORTOLOZZI, J. Recorrência da ideia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. **Filosofia e História da Biologia**, v. 1, p. 107-123, 2006.

MELLO, A. C. **Evolução biológica**: concepções de alunos e reflexões didáticas. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: UNESP, 2005.

MIANUTTI, J. **Uma proposta de formação continuada de professores de Biologia em Mato Grosso do Sul**: de manuais didáticos a obras clássicas no estudo da evolução biológica. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

MORIN, E. **O pensar complexo e a crise da modernidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.

_____. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2006.

_____. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

_____; ALMEIDA, M. C.; CARVALHO, E. A. (Orgs). **Educação e complexidade**: os Sete Saberes e outros ensaios. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

MOTA, H. S. **Evolução Biológica e religião**: atitudes de jovens estudantes brasileiros. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MURIELLO, S. E. **As exposições e seus públicos**: a Paleontologia no Museu de La Plata (Província de Buenos Aires, Argentina). Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

NEVES, J. P.; CAMPOS, L. M. L; SIMÕES, M. G. Jogos como recurso didático para o ensino de conceitos paleontológicos básicos aos estudantes do Ensino Fundamental. **Terr@ Plural**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 103-114, 2008.

NICOLINI, L. B.; FALCÃO, E. B. M.; FARIA, F. S. Origem da Vida: Como Licenciandos em Ciências Biológicas Lidam com este Tema? **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 355-367, 2010.

NOBRE, S. B. **Paleontologia e Palinologia na formação de professores: perspectivas e estratégias para o ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, 2014.

_____; FARIAS, M. E. Formação Continuada de Professores: possibilidades e desafios para o ensino de Paleontologia na Educação Básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 10., 2015. **Anais...** Águas de Lindoia, 2015.

_____; _____. Jogo digital como estratégia para o ensino de Biologia Evolutiva. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1-14, 2016.

_____; _____. O Pensamento Complexo associado ao Ensino de Biologia Evolutiva. **Contexto e Educação**, v.1, p. 1-16, 2018.

_____; _____. LOPES, L. A. O ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO): concepções de Professores Pós-Graduandos em Ensino de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 9, n.1, p. 88-102, 2018.

_____; _____. SOARES, N. A. Campos de interação entre o Ensino de Biologia Evolutiva e o Pensamento Complexo. **Revista Acta Scientiae**, v. 19, p. 530-542, 2017.

OLEQUES, L. C. **Evolução Biológica: percepções de professores de biologia de Santa Maria, RS**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

_____. **A evolução biológica em diferentes contextos de ensino**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, 2014.

_____; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepção de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, 2011.

OLIVEIRA, A. C. **Percepção dos docentes acerca do ensino de Paleontologia no Ensino Médio em Nerópolis - Goiás**. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

OLIVEIRA, G. S. **Aceitação/rejeição da Evolução Biológica: atitudes de alunos da Educação Básica**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

_____ ; BIZZO, N.; PELLEGRINI, G. Evolução biológica e os estudantes: um estudo comparativo Brasil e Itália. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 689-705, 2016.

ORTIZ, J. P. Aproximação teórica à realidade do jogo. In: MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 9-28.

OTALÓRA, H. G. **La Enseñabilidad de la Evolución Biológica en la Institución Educativa Académico de Guadalajara de Buga**. Dissertação (Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales) - Facultad, Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 2014.

PAGNOTTA, M. **Para entender a evolução dos seres vivos**. São Paulo: Moderna, 2015.

PALMER, D. **Evolução: a história da vida**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

PAULA, B. H.; VALENTE, J. A.; HILDEBRAND, H. R. Criar para aprender: Discutindo o potencial da criação de jogos digitais como estratégia educacional. **Revista Tecnologia Educacional**, v. 31, p. 6-18, 2016.

PEDRO, J. M. A.; MIRANDA, K. M. F.; COSTA, F. J. Uso de jogo digital como metodologia alternativa para o ensino de plantas medicinais: um estudo em uma escola estadual de Minas Gerais. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 13, p. 1-11, 2015.

PERRENOUD, P. A formação dos Professores do Século XXI. In: PERRENOUD, P.; THURLER, M. G. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PETRAGLIA, I. **Pensamento Complexo e Educação**. São Paulo: Livraria da Física, 2013. 135p.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividades docentes**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

PORTO, P. R. A.; FALCÃO, E. B. M. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no Ensino Médio. **Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 13-30, set./dez., 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172010000300013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 3 maio 2016.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; JANIS, C. M. **A vida dos Vertebrados**. 3. ed. Atheneu: São Paulo, 2003.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMALHO, B. L.; NUNES, C. P.; CRUSOÉ, N.M. C. (Orgs.) **Formação para a docência profissional: saberes e práticas pedagógicas**. Brasília: Liber Livro, 2014.

RIBEIRO, M. G. L. et al. Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2010. **Anais...** Uberlândia, 2010.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RODRIGUES, L. A.; CHAVES, S. N. Entre Dogmas: criação e evolução fabricando docência em Biologia. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013. **Anais...** Águas de Lindóia, 2013.

SÁ, N. L. et al. Metáfora Marcha do progresso e as concepções de evolução nas obras A origem das espécies (Charles Darwin) e Early man (F. Clark Howell). **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, p. 1-15, 2014.

SACRISTÁN, J. G. O significado e a função da educação na sociedade e na cultura globalizadas. In: GARCÍA, R. L.; MOREIRA, A. F. B. **Currículo na contemporaneidade: incertezas e desafios**. São Paulo, Cortez, 2012. p. 45-87.

SANMARTÍN, M. G. Aprendizagem de valores sociais através do jogo. In: MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 45-58.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de Biologia Evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética. **Revista Ciência & Ensino**, UNICAMP, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2007. Disponível em: <<https://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/100/133>> Acesso em: 12 jun. 2017.

SANTOS, C. M.; CALOR, A. R. Using the logical basis phylogenetics as the frame work for teaching biology. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 48, n. 18, 2008.

SANTOS, A. P. et al. O ensino não formal em geociências: o relato de experiência do projeto Gaia. **Revista Territorium Terram**, v. 1, n. 2, p. 87-106, 2013.

SANTOS, C. P. S.; SANTOS, E. F.; PIRANHA, J. M. A Paleontologia no Currículo do Estado de São Paulo e nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015. **Anais...** Águas de Lindóia, 2015.

SANTOS, W. O. et al. Avaliação de jogos educativos: uma abordagem no ensino de Matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 26., 2015/CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE OBJETOS E TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM, 10., 2015. **Anais...** Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

SANTOS, A. G.; FALCÃO, E. B.; CERQUEIRA, R. Praticar Ciência: estudantes ensinam como aprender teoria da evolução e lidar com crenças religiosas. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016.

SANTOS, W. B.; EL-HANI, C. N. A abordagem do pluralismo de processos e da EVO-DEVO em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, 2013.

SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. J. Educação e Paleontologia. In: CARVALHO, I. S. (Ed.) **Paleontologia**. Vol. II. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. p. 123-130.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 137-175, 2004.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N.; REIS, V. P. G. S. Análise de uma sequência didática para o ensino de Evolução sob uma perspectiva sócio-histórica. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2009. **Anais...** Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/747.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2017.

SOBRAL, A. C. S.; SIQUEIRA, M. H. Z. R. Jogos Educativos na Aprendizagem de Paleontologia do Ensino Fundamental. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 213-214, 2007.

SILVA, M. G. B. D.; SILVA, R. M. L. D.; TEIXEIRA, P. M. M. A evolução biológica na formação de professores de Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2011. **Anais...** Campinas, 2011.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. A transposição didática aplicada a Teoria Contemporânea: a Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF), 10., 2006. **Anais...** Londrina, 2006.

SMITH, M. Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. **Science & Education**, v. 19, n. 6-8, p. 523-538, jun. 2010.

STAUB, T.; STRIEDER, D. M.; MEGLHIORATTI, F. A. Análise da Controvérsia entre Evolução Biológica e Crenças Pessoais em Docentes de um Curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 10, n. 2, 2015.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de uma teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2012.

TEIXEIRA, P. Ciência e religião: quais as concepções de professores de biologia que seguem uma fé religiosa? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. **Anais...** Águas de Lindoia, 2013.

TEIXEIRA, P.; ANDRADE, M. Entre as crenças pessoais e a formação acadêmica: como professores de biologia que professam fé religiosa ensinam evolução? **Ciência & Educação**, v. 20, n. 2, 2014.

TRANI, R. I won't teach evolution; It's against my religion. And now for the rest of the story. **American Biology Teacher**, v. 66, n. 6, p. 419-427, 2004.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VALDUGA, D. A. F.; MENEZES, M. S. A formação de professores em anos iniciais e educação infantil. In: VALDUGA, D. A. F.; MENEZES, M. S. (Orgs.). **Formação de professores: a articulação entre os diferentes saberes**. Novo Hamburgo: Feevale, 2007. p. 47-56.

VALENTE, J. A. O uso inteligente do computador na educação. **Revista Pátio**, v. 1, n. 1, 1997.

VENDRUSCOLO, F. et al. Escola TRI-Legal-Um Ambiente Virtual como Ferramenta de Apoio ao Ensino Fundamental através de Jogos Educacionais. **Colabor@-A Revista Digital da CVA-RICESU**, v. 3, n. 9, jul. 2005.

VIEIRA, V.; FALCÃO, E. B. M. Visões sobre a Teoria Evolutiva: pressões institucionais religiosas e ciência. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, p. 1-12, ed. esp., 2014.

ZABALA, A. **Enfoque globalizador e Pensamento Complexo: uma proposta para o currículo escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

WARD, H. et al. **Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICE A - TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Professor(a),

Você está sendo convidado (a) a participar voluntariamente de uma pesquisa educacional, intitulada: **“O ensino de Biologia Evolutiva sob a luz do Pensamento Complexo: interfaces entre a formação acadêmica, os saberes mobilizados e a prática docente”**.

A pesquisa tem como objetivo geral investigar as relações entre a formação científica, os saberes mobilizados e a prática docente em Biologia Evolutiva (BIO-EVO), analisando as transposições e mediações destes conhecimentos no ensino formal, inferindo sobre as possíveis contribuições do Pensamento Complexo nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências.

Vinculada ao Curso de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil, o interesse de realizar a pesquisa está relacionado a formação de professores em Ciências Naturais. Assim, seu ponto de vista é de fundamental importância para esta pesquisa.

A coleta de dados consistirá em entrevistas semiestruturadas com professores de Ciências/Biologia atuantes na Educação Básica.

A pesquisadora responsável pelo estudo irá identificar as informações de cada participante através de um código ou nome fictício que substituirá seu nome real. Todas as informações obtidas serão mantidas de forma confidencial. Os dados também podem ser usados em publicações da área da educação sobre o assunto pesquisado, porém a identidade dos participantes não será revelada de forma alguma. Os profissionais participantes têm o direito de acesso aos próprios dados.

Esta pesquisa trata-se de uma tese de Doutorado e será desenvolvida pela Suelen Bomfim Nobre, sob orientação da professora Dr^a Maria Eloisa Farias.

Assinando este Termo de Consentimento, estou ciente de que:

1. Esta pesquisa é de natureza qualitativa e responderei a um questionário semiestruturado, não sendo obrigado a responder todas as questões.
2. Estou ciente de que os dados poderão ser divulgados através de publicações científicas ou educativas, como artigos, apresentações em eventos de Educação em geral.

3. Minha identidade será preservada, portanto, será considerado o sigilo e anonimato tanto na coleta de dados, quanto na divulgação dos resultados.

4. Minha participação na realização desta pesquisa não implicará lucros nem prejuízos de qualquer espécie. Estou ciente de que tenho total liberdade para desistir de participar da referida pesquisa a qualquer momento e que esta decisão não implicará em prejuízo ou desconforto pessoal.

Eu, _____ declaro que estou de acordo em participar voluntariamente desta pesquisa e que não possuo dúvidas dos aspectos constantes neste termo.

Canoas, ____ de _____ de _____.

Suelen Bomfim Nobre

Assinatura do Participante

Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias

Pesquisadora: Suelen Bomfim Nobre – nobre.suelen@gmail.com

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Eloisa Farias – mariefs10@yahoo.com.br

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS
E BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

a. Dados Sociodemográficos

Gênero: () F () M

Idade: _____

Atividade (s) profissional (is): _____

Área de formação acadêmica: _____

b. Informações sobre o trabalho docente

- No total, quanto tempo você trabalha como professor(a)?
- Quantas horas semanais você leciona?
- Quantas horas você dispõe para planejamento didático-pedagógico?
- Em qual modalidade de ensino você atua? () EAD () Presencial
- Em que nível de ensino você leciona atualmente?
 - () Ensino Fundamental
 - () Ensino Médio
 - () Ensino Médio – Modalidade EJA – Educação de Jovens e Adultos
 - () Ensino Técnico. Em qual área? _____
 - () Todas os níveis citados acima.

Situação Funcional: () Efetivo(a) () Contratado(a)

Atuação Profissional:

() Instituição pública estadual () Instituição pública municipal () Instituição particular

Disciplina(s) que ministra ou já ministrou aulas:

() Ciências () Biologia () Química () Física () Matemática () Artes
() Outras áreas do conhecimento: _____

Marque dentre as opções abaixo, qual(is) fonte(s) você utiliza para se manter informado sobre assuntos relacionados a Ciência:

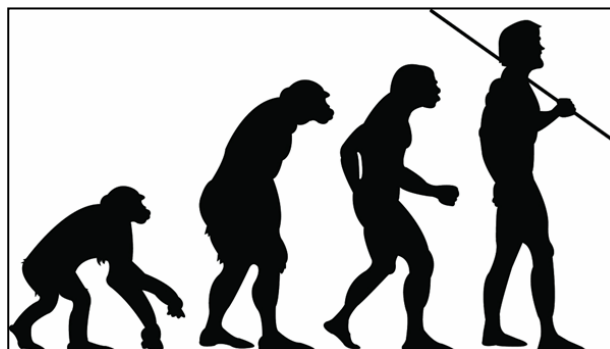
- | | |
|--|---|
| () Congressos/Seminários/Encontros | () Livros Didáticos e/ou Paradidáticos |
| () Cursos de Extensão e/ou Especialização | () Revistas. Cite o nome de uma: _____ |
| () <i>Internet</i> | () Televisão |
| () Artigos Científicos | () Produções literárias |

c. Concepções em torno da Biologia Evolutiva

1. Você encontra obstáculos para trabalhar os conteúdos relacionados a Biologia Evolutiva?
Se a resposta for sim, comente-os:

2. Como você define a “Evolução biológica”?

3. Analise a figura abaixo:



A figura acima representa uma explicação correta da evolução do homem?

() Sim () Não

Justifique seu posicionamento:

4. Em relação às afirmações que se seguem, identifique como V (verdadeiro) ou F (falso).

() Conforme Darwin o ser humano é o mais evoluído dos animais.

() O homem veio do macaco.

() A evolução se processa dos seres vivos mais simples para os mais complexos.

() Através da Evolução, as diversas formas de vida foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.

5. Na sua opinião, há algum empecilho no atual sistema educacional para a abordagem dos conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva?

6. Você costuma trabalhar os conteúdos relacionados à Biologia Evolutiva? Se sim, cite quais:

7. Quais estratégias de ensino você utiliza para trabalhar os conteúdos de Biologia Evolutiva?

8. Como você percebe o antagonismo entre ciência e religião? Qual seu posicionamento a respeito?

9. Você já deixou de abordar algum conteúdo paleontológico por imposição da coordenação pedagógica ou pais/responsáveis?

10. Atualmente o enfoque globalizador e transdisciplinar é fomentado no âmbito escolar, você percebe este carácter nas temáticas relacionadas à BIO-EVO? Exemplifique:

11. Você se sente preparado para ministrar aulas sobre temáticas relacionadas à BIO-EVO?

() Pouco preparado.

() Razoavelmente preparado.

() Bem preparado.

Justifique se posicionamento:

**APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES
PARTICIPANTES DA OFICINA COM O JOGO DIGITAL “PALEO GAME”**

Prezado(a) Professor(a), após explorar o jogo digital “Paleo Game” responda os questionamentos apresentados a seguir.

a. Dados Sociodemográficos

Gênero: () F () M

Idade: _____

Atividade (s) Profissional (is):

Área de formação acadêmica: _____

b. Informações sobre o trabalho docente

- No total, quanto tempo você trabalha como professor(a)?
- Quantas horas semanais você leciona?
- Quantas horas você dispõe para planejamento didático-pedagógico?
- Em qual modalidade de ensino você atua? () EAD () Presencial
- Em que nível de ensino você leciona atualmente?
 - () Ensino Fundamental
 - () Ensino Médio
 - () Ensino Médio – Modalidade EJA – Educação de Jovens e Adultos
 - () Ensino Técnico. Em qual área? _____
 - () Ensino Superior. Em qual área? _____
 - () Todas os níveis citados acima.

Situação Funcional: () Efetivo(a) () Contratado(a)

Atuação Profissional:

() Instituição pública estadual () Instituição pública municipal () Instituição particular

Disciplina(s) que ministra ou já ministrou aulas:

() Ciências () Biologia () Química () Física () Matemática () Artes
() Outras áreas do conhecimento: _____

Marque dentre as opções abaixo, qual(is) fonte(s) você utiliza para se manter informado sobre assuntos relacionados a Ciência:

- () Congressos/Seminários/Encontros
- () Cursos de Extensão e/ou Especialização
- () *Internet*
- () Artigos Científicos
- () Livros Didáticos e/ou Paradidáticos
- () Revistas. Cite o nome de uma: _____
- () Televisão.
- () Produções literárias.

c. Percepções sobre o Jogo “Paleo Game”

O jogo foi útil para ampliar/recordar de conhecimentos relacionados a Biologia Evolutiva?

O jogo estimulou a socialização (compartilhamento de ideias e hipóteses)?

A atividade lúdica apresenta regras claras e objetivos pré-definidos?

Os enunciados das questões são claros e sintéticos?

Aplicaria o jogo digital “Paleo Game” nas suas turmas? Justifique seu posicionamento:

A arte gráfica é coerente com a temática abordada?

Aponte pontos positivos e/ou desfavoráveis do “Paleo Game”, deixe sugestões para futuros aprimoramentos:

**APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO EM CURSOS DE FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES PARA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DE
ACADÊMICOS**

Público-alvo: graduandos concluintes (entre o 5º e 8º semestre) de cursos de Ciências Biológicas Licenciatura

Idade:

Semestre que está cursando:

Gênero: () F () M

Você possui alguma crença religiosa?

Você já atua como docente? () Sim () Não

Avalie as afirmações abaixo e marque (V) para verdadeira e (F) para falso:

1. Os registros fossilíferos permitem reconstituir todos os caminhos seguidos pela evolução biológica. ()
2. De um modo geral, observa-se que a cada dia, os seres vivos aprimoram-se mais, o que garante a sua sobrevivência. ()
3. A seleção natural possibilita a sobrevivência dos seres vivos mais aptos. ()
4. Os animais sofrem mudanças ao longo das gerações por imposição das relações ecológicas. ()
5. A Teoria Lamarckista não é consistente e é completamente refutada a partir dos escritos de Darwin. ()
6. O *Homo sapiens* é descendente direto do macaco. ()
7. A origem da vida: um ancestral comum entre as espécies. ()
8. O ambiente tem influência no aparecimento de variações nas formas orgânicas.
()
9. Os primeiros seres vivos vieram do mar com uma longa Evolução. ()
10. Acredito no surgimento dos seres vivos por meio da criação divina. ()
11. A partir do Big Bang surgiram os primeiros organismos no planeta. ()
12. O conjunto gênico de cada espécie é responsável pela sua identidade, portanto existe uma incompatibilidade genética que impede que organismos de diferentes espécies se cruzem.
()
13. O homem evoluiu de forma mais lenta que outros animais. ()

14. Os cladogramas não são definitivos, mostram um conhecimento momentâneo sobre os seres vivos. ()