



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – ENCIMA - IFSP**

**UMA ANÁLISE DA NATUREZA DA CIÊNCIA DE TEXTOS DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE BIOLOGIA NA REVISTA PESQUISA
FAPESP**

CÉSAR LOPES DE OLIVEIRA GREGÓRIO

SÃO PAULO

2023

CÉSAR LOPES DE OLIVEIRA GREGÓRIO

**UMA ANÁLISE DA NATUREZA DA CIÊNCIA DE TEXTOS DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE BIOLOGIA NA REVISTA PESQUISA
FAPESP**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

Orientação: Profº Drº André Peticarrari

São Paulo

2023

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

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

g818a	<p>Gregório, César Lopes de Oliveira Uma análise da natureza da ciência de textos de divulgação científica de biologia na revista pesquisa fapesp / César Lopes de Oliveira Gregório. São Paulo: [s.n.], 2023. 113 f.</p> <p style="text-align: center;">Orientador: André Peticarrari</p> <p style="text-align: center;">Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2023.</p> <p style="text-align: center;">1. Natureza da Ciência. 2. Análise da Natureza da Ciência. 3. Divulgação Científica. 4. Biologia. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título.</p> <p>CDD 510</p>
-------	--

UMA ANÁLISE DA NATUREZA DA CIÊNCIA DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA DE BIOLOGIA NA REVISTA PESQUISA

Dissertação apresentada e
APROVADA em 06 de Fevereiro de
2023 como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. André Peticarrari
IFSP – Câmpus São Paulo
Orientador e Presidente da Banca

Prof^a. Dr^a. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques
IFSP – Câmpus São Paulo
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Monica Filomena Caron
Universidade Federal de São Carlos
Membro da Banca

RESUMO

No campo da Ciência, os textos de divulgação científica trazem debates que facilitam o entendimento da Ciência e tecnologia, compreendendo seus sistemas e impactos na sociedade. Neste contexto, o objetivo geral é realizar uma análise da natureza da Ciência dos textos de divulgação científica de Biologia da revista Pesquisa FAPESP. A pesquisa adotada foi a descritiva, com abordagem qualitativa, baseada no método de análise de conteúdo proposto por Bardin (1977). Para compor a análise e discussão dos resultados foram selecionados 30 textos da revista. A pesquisa indica que os textos analisados na área de Biologia apresentam uma discussão sobre assuntos de interesse relevante para a sociedade, trazendo informações referentes aos conteúdos de Biologia, que de certo modo, são valiosos para a sociedade no geral, uma vez que aborda sobre questões ambientais, econômicas e sociais. Esses conteúdos são úteis para a produção de saberes e conhecimentos não apenas no âmbito científico, mas sobretudo, no ambiente educativo, que pode se apoiar em textos de divulgação científica para ampliar as oportunidades de aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. Análise da natureza da ciência. Divulgação Científica. Biologia.

ABSTRACT

In the field of Science, scientific dissemination texts bring debates that facilitate the understanding of Science and technology, understanding its systems and impacts on society. In this context, the general objective is to carry out an analysis of the nature of Science in the scientific dissemination texts on Biology in the Pesquisa FAPESP magazine. The research adopted was descriptive, with a qualitative approach, based on the content analysis method proposed by Bardin (1977). To compose the analysis and discussion of the results, 30 texts from the magazine were selected. The research indicates that the texts analyzed in the area of Biology present a discussion on matters of relevant interest to society, bringing information regarding the contents of Biology, which, in a way, are valuable for society in general, since they address issues environmental, economic and social. These contents are useful for the production of knowledge and knowledge not only in the scientific field, but above all, in the educational environment, which can rely on scientific dissemination materials to expand opportunities for meaningful learning.

Keywords: Nature of Science. Analysis of the nature of Science. Scientific Divulgation. Biology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produtores da divulgação científica	32
Figura 2 - Relação entre o círculo esotérico e exotéricos na divulgação científica ...	35
Figura 3 - Esquema da análise de conteúdo	39
Figura 4 - Espécies de peixes na costa brasileira	52
Figura 5 - Rã da floresta em seu habitat natural	52
Figura 6 - Processos de fusão e fissão mitocondrial	53
Figura 7 - Evolução dos primatas.....	54
Figura 8 - Informações básicas do projeto	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões da matriz epistemológica.....	15
Tabela 2 - Eixos temáticos da Biologia	24
Tabela 3 - Problemáticas no ensino de Biologia	26
Tabela 4 - Textos publicados na Revista Pesquisa FAPESP.....	41
Tabela 5 - Descrição das categorias de análise.....	43
Tabela 6 - Trechos encontrados na categoria contexto da descoberta.....	44
Tabela 7 - Trechos encontrados na categoria problemática.....	46
Tabela 8 - Trechos encontrados na categoria hipóteses.....	48
Tabela 9 - Trechos encontrados na categoria processos metodológicos.....	50
Tabela 10 - Trechos encontrados na categoria dados científicos	55
Tabela 11 - Trechos encontrados na categoria divulgação científica.....	57
Tabela 12 - Trechos encontrados na categoria enfoque CTS	59
Tabela 13 - Trechos encontrados na categoria temas abordados	60

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVOS	11
Objetivo Geral	11
Objetivos Específicos	12
JUSTIFICATIVA	12
CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.1 CONCEITO E FUNDAMENTOS DA EPISTEMOLOGIA	12
1.2 APLICAÇÃO DA EPISTEMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	20
1.3 NATUREZA DA CIÊNCIA.....	22
1.4 ASPECTOS DIDÁTICOS E PEDAGÓGICOS DO ENSINO DE BIOLOGIA	24
1.5 TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOLOGIA.....	33
CAPÍTULO II – METODOLOGIA	39
2.1 PRÉ-ANÁLISE.....	42
2.2 EXPLORAÇÃO DO MATERIAL	43
2.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES.....	44
CAPÍTULO III – ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	46
3.1 CONTEXTO DA DESCOBERTA.....	46
3.2 PROBLEMÁTICA	48
3.3 HIPÓTESES.....	50
3.4 PROCESSO METODOLÓGICO	52
3.5 DADOS CIENTÍFICOS	56
3.6 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	59
3.7 ENFOQUE CTS	61
3.8 TEMAS ABORDADOS	62
CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	71
ANEXO I	82

INTRODUÇÃO

A análise da natureza da Ciência em pesquisas educacionais se apoia na avaliação da produção do conhecimento proporcionado pelos estudos científicos considerando as categorias filosóficas, onde busca-se identificar os principais elementos que merecem investigação, normalmente relacionados às técnicas, métodos e teorias que instrumentalizam o processo de ensino e aprendizagem (GAMBOA, 2007).

No âmbito das Ciências Naturais, a Biologia é reconhecida como uma área específica, cujo conhecimento científico é obtido mediante o entendimento do mundo vivo, estando associada a outras áreas consolidadas como a Química e a Física. Diante disso, o desenvolvimento de estudos que visam analisar a natureza da Ciência contribui com a evidenciação de fundamentos e práticas produzidos pelas pesquisas, indispensáveis para a organização e compreensão dos conteúdos que tanto contribuem com o avanço das práticas pedagógicas no Ensino de Biologia (SANTOS; SOUSA; BARBOSA, 2020).

O ensino da Biologia no Ensino Médio é implementado através de temas que visem informações estruturadas em um objeto em si mesmo, no entanto deve ser compreendido como o instrumento capaz de melhorar a visão de mundo do aluno. De acordo com os Parâmetros Curriculares, os conhecimentos desta disciplina são essenciais para a formação científica do aluno contemporâneo, sendo necessário, portanto, interagir com outras áreas do conhecimento (BRASIL, 1999). É por este motivo que o currículo do Ensino Médio deve apresentar alguns elementos da Biologia Moderna, permitindo que os alunos possam obter um conhecimento mais abrangente acerca das tecnologias mais recentes neste campo (SANTANA, 2020).

O pressuposto básico da divulgação científica é permitir que o público leigo e aprendizes tenham acesso a informações relevantes para a Ciência, de modo a contribuir com a atualização de temáticas que interferem no desenvolvimento da sociedade e do meio ambiente. Um dos objetivos principais da divulgação científica é democratizar o acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos, atuando na inclusão dos indivíduos em importantes debates. No campo da Ciência, os textos de divulgação científica trazem debates que facilitam o entendimento da Ciência e tecnologia, compreendendo seus sistemas e impactos na sociedade (SOUZA; ROCHA, 2017).

Diversos estudos demonstram a possibilidade do uso de textos de divulgação científica no ambiente educativo, principalmente na área de Biologia, cujas problemáticas fazem parte do cotidiano dos jovens educandos, necessitando da disponibilização de informações relevantes a cada dia, propiciando crescentes debates construtivos (NASCIMENTO, 2005; RADMANN; PASTORIZA, 2019).

Neste contexto, este estudo busca, a partir dos fundamentos da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), analisar sob o ponto de vista da natureza da Ciência, os textos de divulgação científica adotados no ensino de Biologia e disponibilizados na base de dados da Revista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Pesquisa FAPESP). Para tanto, foram selecionados 30 artigos que serão objetos de estudo do presente trabalho, publicados entre os anos de 2000 a 2021.

Esta revista é reconhecida como um dos principais veículos de divulgação científica no âmbito nacional, disponibilizando importantes estudos sobre Ciência, Política, Tecnologia, Saúde, Ambiente e outras áreas que oferecem informações relevantes para leigos e profissionais, sendo ainda uma referência para órgãos de imprensa. Cabe ressaltar que é uma das agências de fomento à pesquisa no Brasil de maior destaque no meio científico. Este destaque levou à escolha da Revista Pesquisa FAPESP como fonte de coleta de estudos.

O primeiro capítulo trata do referencial teórico do estudo envolvendo assuntos sobre o conceito e fundamentos da Epistemologia e sua aplicação no ensino de Ciências. Aborda também os conceitos e papel da Natureza da Ciência, relacionando-a com a Epistemologia. Por fim, apresenta os aspectos didáticos e pedagógicos do ensino da Biologia e o uso dos textos de divulgação científica em sala de aula. O segundo capítulo expõe os elementos metodológicos da pesquisa, devidamente classificada em pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretações. O terceiro e último capítulo apresenta os resultados obtidos com a pesquisa, cuja análise é separada em categorias, a fim de facilitar o entendimento.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Realizar uma análise da natureza da Ciência dos textos de divulgação científica de Biologia da revista Pesquisa FAPESP.

Objetivos Específicos

- Identificar os temas trabalhados nos artigos de divulgação científica de biologia encontrados na Revista Pesquisa FAPESP;
- Discutir o papel dos textos de divulgação científica para a prática educativa no ensino de Biologia.

JUSTIFICATIVA

No âmbito científico e social, o presente trabalho demonstra a importância de se analisar os conteúdos e abordagens metodológicas que estão sendo produzidos nos textos de divulgação científica no ensino de Biologia, uma vez que as práticas educativas na Revista FAPESP fazem uso desses textos como estratégia pedagógica, a fim de facilitar a assimilação do conhecimento pelos educandos. Além disso, propicia uma visão geral do conteúdo produzido, identificando oportunidades para o processo de ensino, além de problemáticas que dificultam o aprendizado e devem ser superadas para assegurar a melhoria do ensino como um todo.

Cabe citar ainda que em tempos de negação científica e a disseminação de notícias inverídicas, fortalecendo o ramo da Ciência, aumentando a confiança nos dados apresentados para o público em geral e sobretudo, promovendo a opinião pública exposta a partir de informações que transmitem a realidade factual e objetiva.

CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 CONCEITO E FUNDAMENTOS DA EPISTEMOLOGIA

Durante a maior parte da história da metodologia científica, o pressuposto foi que o produto mais importante da ciência é o conhecimento e, portanto, o objetivo da metodologia deve ser descobrir os métodos pelos quais o conhecimento científico é gerado. Conforme relata Laudan (1968), historicamente, o surgimento das teorias e métodos científicos associa-se com a história geral da Epistemologia, possuindo

categorias narrativas e classificatórias sobre os tipos de conhecimento adquiridos sobre o mundo natural e unificação desses métodos para a melhoria da Ciência como um todo.

Para Faria (2012, p. 02):

[...] a Epistemologia organiza-se primeiramente sobre os pressupostos oriundos de uma abordagem anglo-saxônica, baseada nos empiristas¹ ingleses do século XVII em suas críticas ao racionalismo², que submete a liberdade da construção do conhecimento a regras externas e imutáveis, paralisando o desenvolvimento científico. Posteriormente, partindo da investigação do entendimento humano, organiza-se paradoxalmente sobre o idealismo alemão³ do Século XVIII, assumindo a forma de autocrítica, embora não tenha ultrapassado os esquemas vindos de fora (externos) formulados por uma filosofia especulativa.

No século XVIII, Locke se destacou por fornecer uma base epistemológica para a Ciência experimental de sua época, articulando a nova forma probabilística de conhecimento apropriada a ela. Assume então uma abordagem metodológica para a compreensão do mundo natural, acompanhada por profundas mudanças nas concepções de indução e conhecimento científico, e nas fronteiras disciplinares (ANSTEY, 2011).

A reação de Locke perante seus estudos é em sua maior parte progressiva. Impressionado com os métodos experimentais de sua inadequação ao ideal aristotélico, define um tipo distinto de conhecimento, inferior ao conhecimento científico genuíno, mas apropriado às capacidades sensoriais humanas. Ao fazer isso, desenvolve uma base epistemológica para a nova filosofia experimental. No entanto, sua reação também tem seu aspecto conservador, que alguns veem como limitações em função da metodologia em evolução da nova ciência. Para Locke, Ele o conhecimento científico é demonstrativo e certo (ANSTEY, 2011).

Massoni et al. (2018, p. 913) descrevem que:

Locke defendeu, como Bacon e outros, a ideia de que existiria um mundo de átomos subjacentes ao mundo visível, cujas interações e colisões explicariam os fenômenos cotidianos e as chamadas qualidades primárias (solidez, extensão, forma, repouso, movimento, etc.); também produziriam as qualidades secundárias (sabor, odor, cor, etc.). Locke foi um crítico do conceito de "essência" de Aristóteles, considerando-o genérico e verbal, e

¹ Defendiam que o desenvolvimento cognitivo depende das experiências práticas.

² Vertente filosófica moderna que defendia a obtenção do conhecimento propriamente dito a partir da racionalidade.

³ Também definido como idealismo pós-Kantiano, defendia que a realidade era constituída por dois planos, o material real associado às sensações; e o plano ideal, formado por conceitos e significados.

defendeu que o que pode realmente “existir” são as coisas, buscando eliminar da filosofia o essencialismo e o idealismo. Porém, seu empirismo sofreu duras críticas. Por exemplo, se nossa mente dispõe apenas de suas ideias (vindas dos sentidos) e nosso conhecimento refere-se apenas a elas, então estaríamos encerrados em nós mesmos. Contudo, para Locke o conhecimento consiste na apreensão de um acordo entre várias espécies de ideias e admite várias vias (intuição, sensação – da existência de coisas fora de nós, acordo/descordo entre ideias, etc.).

Dessa maneira, a grande contribuição epistemológica de Locke para a filosofia e pesquisa científica é uma concepção do conhecimento humano adequado para a ciência experimental de sua época, que no âmbito da filosofia natural, substituirá a antiga concepção aristotélica. De acordo com a concepção aristotélica, o conhecimento é proveniente de verdades necessárias, que podem, em princípio, ser expressas de forma silogística, a conclusão decorrente de premissas evidentes por si mesmas. Embora Locke não nutra seriamente um ceticismo radical, reconhece que as demandas científicas são muito rigorosas para a nova ciência experimental (ANSTEY, 2011).

Por sua vez, no século XIX, Husserl tentou diferenciar o direcionamento consciente para algo e as características do ato da consciência associado ao objeto. Influenciado em parte por Descartes, Husserl via a redução como um meio de confirmar pressupostos epistemológicos sobre a natureza do conhecimento, especialmente como é visto dentro da consciência (CHRISTENSEN et al., 2017).

Husserl acreditava que os fundamentos filosóficos possuem a função de propor um aprendizado do pensamento através de métodos rigorosos, aumentando o potencial do pensamento em questionar as teorias alcançando um nível acima do senso comum, formando um indivíduo completamente apto a lidar com o realismo que o cerca. Desse modo, esses fundamentos apresentam importante papel na formação do homem contemporâneo, auxiliando na identificação de novos métodos para lidar com a identificação dos fatores que impactam na constituição do ser (CHRISTENSEN et al., 2017).

Na segunda metade do século XX, Thomas Kuhn foi um dos filósofos mais influentes no âmbito científico. A contribuição de Kuhn para a Filosofia da Ciência marcou não apenas uma ruptura com várias doutrinas positivistas fundamentais, mas também propiciou um novo estilo de Filosofia da Ciência que a aproximou da história da Ciência. Seu relato do desenvolvimento da ciência sustentava que a ciência desfruta de períodos de crescimento estável pontuados por revoluções revisionais. A

esta tese, Kuhn acrescentou a polêmica “tese da incomensurabilidade”, de que teorias de diferentes períodos sofrem de certos tipos profundos de falha de comparabilidade.

Em seu livro “A estrutura das revoluções científicas”, Kuhn defende que o desenvolvimento de uma ciência não é uniforme, mas tem fases alternadas “normal e revolucionária”. As fases revolucionárias não são meramente períodos de progresso acelerado, mas diferem qualitativamente da ciência normal. A ciência normal se assemelha à imagem cumulativa padrão do progresso científico, pelo menos superficialmente (KUHN, 1998).

Kuhn descreve a ciência normal como solução de quebra-cabeças. Apesar deste termo sugerir que a ciência normal não é dramática, seu objetivo principal é transmitir a ideia de que, como alguém fazendo palavras cruzadas ou um problema de xadrez ou um quebra-cabeça, o solucionador de quebra-cabeças espera ter uma chance razoável de resolver o quebra-cabeça. Isso dependerá principalmente de sua própria habilidade, sendo que o próprio quebra-cabeça e seus métodos de solução terão um alto grau de familiaridade (KUHN, 1998).

A partir da visão de Kuhn, Alves e Valente (2020, p. 176) relatam que:

Os praticantes de uma mesma área de pesquisa associados a um paradigma estão comprometidos com as mesmas regras, padrões e pressupostos, constituindo uma comunidade. Seus integrantes são submetidos a uma educação com uma grande extensão de literatura técnica retirada de manuais e demais revistas científicas, que demarcam o limite do objeto de estudo da área, os pressupostos, métodos e metodologias científicas. Os membros da comunidade acreditam ser os responsáveis pela busca e estudo de um conjunto de objetivos em comum, que inclui o treino de seus sucessores.

A ciência revolucionária não é cumulativa porque, de acordo com Kuhn, as revoluções científicas envolvem uma revisão da crença ou prática científica existente. Nem todas as conquistas do período anterior da ciência normal são preservadas em uma revolução e, de fato, um período posterior da ciência pode ficar sem uma explicação para um fenômeno que em um período anterior foi considerado explicado com sucesso. Esta característica das revoluções científicas tornou-se conhecida como “perda de Kuhn” (ALVES; VALENTE, 2020).

O fenômeno da perda de Kuhn exclui a imagem cumulativa tradicional de progresso. A busca revolucionária por um paradigma de substituição é impulsionada pelo fracasso existente em resolver certas anomalias importantes. Este paradigma envolve as realizações científicas universalmente reconhecidas e que tratam

problemas advindos das Ciências. Ao rejeitar uma visão teleológica da Ciência progredindo em direção à verdade, defende uma visão evolucionária do progresso científico (KUHN, 1998).

Popper (1972) abordou sobre a questão do problema da demarcação do conhecimento científico, ressaltando que não existe consenso entre os pesquisadores para determinar critérios na investigação científica. Os critérios podem ser estabelecidos conforme as áreas e diferentes campos dos saberes, não podendo ser as hipóteses fatos científicos verídicos sem antes de serem devidamente comprovadas. As hipóteses são definidas como premissas e se antecedendo a uma subjunção que será compreendida no decorrer da pesquisa.

A abordagem tradicional baseia-se no pressuposto de que as questões epistemológicas devem ser respondidas de maneiras que não pressupõem nenhum conhecimento particular. Este processo é denominado de petição de princípio ou raciocínio circular, cujas abordagens podem ser apropriadamente rotuladas de “transcendentais” (LIMA, 2010).

Matos (2007, p. 106-107) ressalta:

Admitindo a relevância da descrição biológica do ser humano para a Epistemologia, poder-se-ia explicar a razão pela qual a racionalidade científica apresenta-se na forma atual, pelo fato de os princípios nos quais ela se baseia terem sido desenvolvidos no processo evolutivo que deu origem a todas as outras características detectáveis na natureza humana. E este processo, sabemos, é explicado pelo modelo darwiniano de variação e retenção seletiva de caracteres transmitidos hereditariamente.

Para o autor, o conhecimento interfere na cultura humana de modo geral, sendo que os seres humanos são influenciados pelas regularidades biológicas, assumindo o modelo literal da Epistemologia evolutiva. Ao estabelecer uma reflexão crítica a este modelo, Matos (2007) afirma que a seleção natural dos estudos de Ciência não é capaz de assegurar fundamentos plenamente efetivos para determinado saber objetivo, pois as explicações epistemológicas partem do princípio de que explicar fenômenos ou situações são complexos. Assim, “não se trata da questão de mostrar como o fenômeno do conhecimento objetivo realmente ocorreu ou ocorre, mas de mostrar a razão pela qual ele tinha que acontecer” (MATOS, 2007, p. 111).

Faria (2012, p. 03) relata que como Ciência, a Epistemologia é fruto dos rápidos avanços científicos e como Filosofia da Ciência, pode ser definida como “estuda os fundamentos, pressupostos e implicações filosóficas da ciência, estando diretamente

relacionado à ontologia ao tentar explicar a natureza das afirmações e conceitos científicos”. Também se apoia na tentativa de entender a forma como o conhecimento é produzido determinando a validade da informação; a formulação e como o método científico é adotado; os argumentos destinados às conclusões nos estudos; e por fim, a influência dos métodos e modelos para a construção dos saberes científicos.

De acordo com Casagrande (2011) a palavra Epistemologia se encontra associada com os aspectos teóricos da Ciência e sua definição mais atual permanece centrada na perspectiva positivista para a aquisição do conhecimento científico, sendo citada como uma esfera autônoma, já que não depende de outras Ciências como a Filosofia para ser entendida. A Epistemologia possui a finalidade de interrogar as relações construídas entre a ciência, indivíduos de uma sociedade e instituições científicas, a fim de alcançar uma verdade clara imutável e universal. Através da representação do conhecimento mediante construção e análise aprofundada, torna-se possível chegar à verdade, porém nunca a um estado definitivo, visto que o conhecimento é infinito e está em constante evolução.

Ainda segundo Casagrande (2011, p. 53) sob o ponto de vista da dialética materialista:

[...] o homem compreende a sua própria racionalidade como parte de um processo no qual vai se constituindo, tendo em vista o trabalho sobre a natureza, em ser cognoscente e ao mesmo tempo capaz de inferir conscientemente, sendo esta consciência uma propriedade que vai adquirindo aos poucos e através dela compreende a racionalidade do mundo, manifestada sobre a forma de regularidade, legalidade dos acontecimentos que dele fazem parte e nele se passam.

Com isso, a Epistemologia na sociedade contemporânea se faz mediante análises críticas e reflexivas, buscando a transformação da natureza e do ser cognoscente respeitando os elementos metodológicos da pesquisa, a fim de torná-la uma ferramenta para a aquisição do conhecimento significativo e desenvolvimento da sociedade como um todo.

Faria (2012) compartilha essa opinião e ressalta que a Epistemologia assume um conceito genérico que trata do estudo do saber científico, tecnológico e filosófico, cuja finalidade é explicitar os estímulos técnicos, históricos, sociais, lógicos, racionais e linguísticos. Assim, é possível priorizar a organização e sistematização das informações, estabelecendo vínculos, semelhanças e diferenças, indispensáveis para a construção do conhecimento.

Para facilitar o entendimento deste conceito, Faria (2012) afirma que há uma problemática ao se tentar entender como ocorre a produção do conhecimento científico, sendo essencial que o investigador compreenda as dimensões da matriz epistemológica que atua no suporte e orientação das análises epistemológicas. O autor define dimensão epistemológica como sendo:

[...] o conjunto de elementos constitutivos independentes necessários para descrever o espaço epistêmico específico que se está definindo. Uma Dimensão necessita considerar (i) cada uma das extensões e do alcance que se devem levar em conta nas relações entre seus elementos constitutivos e entre estes e os objetos do conhecimento sobre os quais se debruçam; (ii) que a dimensão é condicionada pelos elementos que a constituem, pela combinatória entre estes elementos e pela dinâmica de relacionamento desta combinatória na construção do conhecimento.

Embora os elementos que constituem esta dimensão sejam independentes, podem apresentar associações com outros constitutivos, permitindo que o investigador efetue combinações específicas para atender suas necessidades e demandas de pesquisa. O Quadro 1 reúne as principais categorias de análise, bem como seus elementos constitutivos:

Tabela 1 – Dimensões da matriz epistemológica

Categorias de análise	Elementos constitutivos	Descritor
Produção do conhecimento	Concepção do Conhecimento.	O que é e como se produz (se cria, se constrói) o conhecimento científico, filosófico e tecnológico?
	Percepção Imediata da Realidade.	Como a realidade aparece imediatamente à consciência, ou seja, qual a impressão inicial que o pesquisador tem do objeto de pesquisa?
	Concepção da Realidade Social.	Como a realidade social é concebida e como a mesma pode ou não condicionar a construção do conhecimento?
	Cognoscibilidade do Mundo.	Se e de que forma o mundo exterior pode ser conhecido pelo sujeito (perfeitamente; relativamente; topicamente)?
Método de Investigação	Método de Produção e Análise.	Qual o processo utilizado para produzir conhecimento sobre o objeto (indutivo ou dedutivo) e para analisá-lo?
	Objetivo do Método.	Que propósito se pretende alcançar ao realizar uma

		investigação, uma pesquisa ou um estudo?
	Relação entre Pensamento e Realidade.	Como se estabelecem as relações entre a realidade e o pensamento? Como se dá a representação mental da realidade concreta, objetiva e subjetiva (qual a primazia na relação entre o sujeito e o objeto)?
	Relação entre Essência e Aparência dos Fenômenos.	Como o conjunto de qualidades e atributos que caracterizam um fenômeno se defronta com suas condições circunstanciais ou aparentes?
	Relação entre Sujeito/Consciência e Objeto/Matéria.	A relação entre sujeito e objeto deve suprimir a diferença mantendo a identidade de ambos, deve manter a distinção como garantia da imparcialidade ou deve formar uma unidade como garantia da validade intrínseca do conhecimento?
	Relação entre Objetividade e Subjetividade no trato do Fenômeno.	Como a realidade exterior capturada pela consciência se relaciona com a realidade psíquica, emocional e cognitiva sem comprometer a apropriação do real pelo pensamento?
Técnicas de Pesquisa	Principais Tipos de Estudo.	Quais os principais tipos de estudo a que se recorre na apreensão do objeto (histórico, comparativo, estudo de caso, etc.)?
	Principais Técnicas de Coleta, Tratamento e Análise de Dados da Realidade.	Quais as principais técnicas qualitativas (análise documental, entrevistas, grupo focal, história de vida, etc.) ou quantitativas (estatística, frequência, análise de conteúdo, etc.)?
	Critérios de Demarcação do Campo Empírico.	Qual o critério da definição necessariamente arbitrária do campo empírico?

Fonte: Faria (2012, p. 04-05)

O Quadro 1 mostra que a matriz epistemológica é constituída por três principais categorias de análise, dentre elas: produção do conhecimento, que envolve a concepção, percepção imediata da realidade, da realidade social e do mundo; método de investigação, associada à como é produzido os conteúdos e como os mesmos são analisados, bem como a determinação do objeto de estudo, dos fenômenos estudados e seus respectivos objetivos; e técnicas de pesquisa, que podem envolver diferentes

de tipos de estudo, técnicas para coleta, tratamento e análise de resultados, e por fim, elementos responsáveis por contextualizar o campo empírico.

Barbosa et al. (2016) relatam que a análise epistemológica pode ser fundamentada na necessidade de desenvolver pesquisas que se atentem em investigar profundamente os fenômenos que propiciam o alcance do conhecimento científico. Este processo de pesquisa estimula não apenas a autorreflexão e autocrítica por parte do investigador, porém garante que os resultados obtidos apresentem valores universais, contribuindo com o enriquecimento de diferentes áreas que compõem a Ciência. Uma das categorias mais adotadas pelos investigadores diz respeito às análises epistemológicas voltadas para o estudo da produção científica de textos, teses, dissertações e artigos de áreas específicas do conhecimento.

Barbosa et al. (2016, p. 286) ressaltam que este tipo de análise é relevante para o campo científico, pois a pesquisa auxilia na superação de problemas da sociedade, sendo “preciso que se analise a própria pesquisa, que se investiguem os caminhos adotados para o seu desenvolvimento, e que se identifiquem os interesses e determinantes sócio-político-econômicos que a norteiam”.

1.2 APLICAÇÃO DA EPISTEMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Historicamente, segundo Pires (2008) a visão de Ciência no século XIX permanecia embasada nos métodos experimentais e no racionalismo, ocorrendo a reformulação dos processos metodológicos que contribuíram com o aperfeiçoamento dos métodos científicos, promovendo a instalação do cientificismo na modernidade otimista da época. No início do século XX, Newton foi o responsável pela mudança das concepções científicas, e a ideia de Ciência passou a ser profundada, permanecendo orientada por leis, fenômenos da racionalidade, significados utilitários e premissas de objetividade.

Mendonça (2020) afirma que uma das principais finalidades da Educação Científica é promover o desenvolvimento do raciocínio científico e o pensamento crítico dos educandos, possibilitando a experimentação de fenômenos a partir de situações problemas de acordo com os conteúdos curriculares. Para tanto: a discussão “das grandes ideias das ciências, seus principais modelos, teorias e leis se torna relevante para o desenvolvimento conceitual dos estudantes, ampliando suas

formas de ver e atuar no mundo a partir das lentes das ciências” (MENDONÇA, 2020, p. 02).

Mendonça (2020) expõe também que estes debates são essenciais para observar as evidências que fundamentam os conceitos científicos, sendo o conhecimento epistêmico relevante para os estudantes, melhorando a percepção dos mesmos para as percepções dos cientistas e o processo de tomada de decisão nas respectivas comunidades científicas. O ponto de vista epistêmico relaciona-se com o processo de justificação do conhecimento em si.

Por sua vez, a Educação em Ciências na perspectiva epistemológica possui caráter interdisciplinar que incentiva e fortalece a cultura científica pelos cidadãos. Portanto:

As orientações para o Ensino das Ciências são resultado da pesquisa e de uma mais aprofundada ligação entre o terreno onde se dá o seu desenvolvimento e os problemas com que a prática letiva se debate. A pesquisa deve, efetivamente, ser um dos esteios principais que dê coerência e sentido às tomadas de decisão que o professor, no seu cotidiano, tem de assumir de forma consciente e fundamentadamente. É a pesquisa com os professores, e não só sobre os professores, que transporta para o campo conceitual e para o campo da práxis os quadros de referência que deverão ser a base de uma fundamentação epistemológica - aberta a novas temáticas e disponível para integrar valores de contemporaneidade (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, p. 365).

O ensino de Biologia pode ser definido como um “campo que se organiza em coletivos de pensamento que investigam problemas relativos à disseminação sistematizada de conhecimentos científicos” (NASCIMENTO, 2005, p. 129). Neste contexto, uma análise epistemológica nesta área contribui com a compreensão da realidade do processo de ensino aprendizagem, assegurando a contextualização da dinâmica da ciência e como se dá a construção do conhecimento científico.

A hipótese em Ciência apresenta um papel ativo na construção do conhecimento científico, se mantendo como um elemento de “articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação” (PRAIA; CACHAPUZ; PÉREZ, 2002, p. 254). Os resultados são analisados mediante explicações negativas ou positivas, mas devidamente plausíveis, possibilitando a observação de fatos verídicos, sistemáticos e persistentes (CACHAPUZ et al., 2005).

Por outro lado, ao abordar a respeito da lógica da testagem das hipóteses, Praia, Cachapuz e Pérez (2002) afirmam que uma minoria de estudantes parece compreender este processo e que menos da metade dos indivíduos entendem a

possibilidade de testar hipóteses através do método de falsificação. Além disso, os autores revelam que os estudantes que reconhecem a possibilidade de testar hipóteses por verificação, possuem uma perspectiva simplista e focada nos valores absolutos da natureza das hipóteses científicas e teóricas.

Do ponto de vista epistemológico, o ensino de Ciências deve promover em sala de aula observações repetidas, efetuadas com atenção, identificação de fatos relevantes e análises dos problemas abordados de modo a encontrar soluções eficientes. Para a Epistemologia, a construção do conhecimento e das Ciências se dá mediante observação profunda e registros fidedignos dos fenômenos. Assim a observação é citada como “um processo seletivo, estando a pertinência duma observação ligada ao contexto do próprio estudo, tornando-se necessário ter já alguma ideia à partida (expectativas) do que se espera observar” (PRAIA; CACHAPUZ; PÉREZ, 2002, p. 136).

Cabe ressaltar que “uma única Epistemologia não é suficiente para descrever as diferentes formas de se pensar ou explicar um conceito, pois são, de certa forma, incompletas” (DINIZ; REZENDE JUNIOR, 2018, p. 589). Não é suficiente também uma única perspectiva de Ciência, pois a construção do conhecimento a partir dela ocorre mediante diferentes concepções, incentivando as argumentações e discussões contextualizadas com teorias e experiências práticas.

1.3 NATUREZA DA CIÊNCIA

A Natureza da Ciência é definida como o estudo da ciência que combina os aspectos da filosofia, história, sociologia e psicologia da ciência, permitindo o entendimento de como a Ciência funciona e como os cientistas operam em grupo social, além da análise de como a própria sociedade reage aos estudos realizados por eles (JIANG; McCOMAS, 2014).

Para Lederman et al. (2002) esta área associa-se com a Epistemologia e a Sociologia da Ciência, pois visa conhecer os valores e crenças características do conhecimento científico. Os processos científicos são atividades relacionadas à coleta, interpretação de dados e à derivação de conclusões. Com isso, a Natureza da Ciência, por comparação, se preocupa com os valores e pressupostos epistemológicos implícitos nessas atividades.

De acordo com Moura (2014, p. 32):

A natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas.

A Natureza da Ciência quando trabalhada em sala de aula contribui com a instrução dos alunos, possibilitando que os educandos compreendam o conceito de Ciência e seu funcionamento, devendo ser abordada explicitamente na disciplina de Ciências (BEJARANO; BRAVO; BONFIM, 2019). No entanto, grande parte das estratégias pedagógicas incluem superficialmente a Natureza da Ciência apenas nas pesquisas científicas, sem abordá-la profundamente. Citam também que a escrita científica popular possui mais variedades do que os livros didáticos de ciências, porque normalmente são muito semelhantes entre si (JIANG; McCOMAS, 2014).

Neste sentido, Moura (2014) ressalta que no ambiente educativo deve-se trabalhar os aspectos consensuais da Natureza da Ciência, a fim de explicar os fenômenos naturais, pautada na ideia de que a Ciência é mutável, constituída por situações dinâmicas que necessitam de avaliação constante dos modelos e teorias relacionadas a estes fenômenos. Os experimentos científicos neste contexto apresentam não apenas metodologias variadas, como também podem proporcionar resultados diferentes, promovendo debates e desacordos.

Considerando que a Ciência é frequentemente impactada pelo ambiente social, cultural, político e econômico, os cientistas fazem uso da imaginação, elementos externos, crenças pessoais e outros fatores para efetuarem estudos científicos. Moura (2014, p. 35) relata que:

No senso comum, há uma noção de que o cientista está alheio ao mundo ao redor, fazendo uma Ciência neutra e livre de influências. Entretanto, a análise da construção da Ciência revela uma característica de todo cientista: eles são seres humanos comuns, por isso, cometem erros, utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias, têm qualidades e defeitos etc. Isto nos leva a concluir que não há um modelo único de cientista; cada um se faz dentro de seu próprio contexto.

Lederman et al. (2002) reconhece a possibilidade de a Natureza da Ciência manter desacordos, mas afirma que estes não devem ser surpreendentes ou desconcertantes, pois a Natureza da Ciência apresenta visões multifacetadas e

complexas, se tornam provisórias e dinâmicas, se alterando ao longo do desenvolvimento da sociedade. Os autores descrevem que as observações são limitadas pelo aparato perceptivo humano e a geração de hipóteses necessariamente envolve imaginação e criatividade. Assim, ambas as atividades são inerentemente carregadas de teoria.

Pérez et al. (2001) evidenciaram a importância de reconhecer as visões deformadas dos professores sobre o trabalho científico para que o ensino de Ciências se torne significativo, uma vez que a partir dos debates críticos e reflexivos torna-se possível modificar suas próprias opiniões relacionadas a Natureza da Ciência e obtenção do conhecimento. As aulas de Ciências nesta concepção precisam estar embasadas em teorias associadas aos fenômenos, mas sobretudo, em práticas que potencializem o entendimento e superem as metodologias tradicionais reducionistas.

1.4 ASPECTOS DIDÁTICOS E PEDAGÓGICOS DO ENSINO DE BIOLOGIA

Pedrancini et al. (2007) afirmam que a Biologia é reconhecida como uma área destacada no âmbito científico, principalmente em razão das crescentes reportagens e matérias que buscam discutir as transformações econômicas, sociais e culturais. Cada vez mais, os textos publicados em revistas especializadas e na Internet destacam assuntos sobre Biologia Molecular e Genética. Cita-se que “temas polêmicos relacionados à pesquisa genômica, clonagem de órgãos e organismos, emprego de células-tronco e, especialmente, à produção e utilização de organismos transgênicos passam a ser discutidos dentro e fora da escola” (PEDRANCINI et al., 2007, p. 300).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, o estudante desta etapa da Educação Básica já se encontra preparado para entrar em contato com assuntos mais complexos e que desenvolvam maior consciência de suas responsabilidades, direitos e deveres, integrando-os à vivência educativa. Uma das disciplinas que proporcionam esta consciência é a Biologia que possui metas formativas particulares e que necessita de tratamentos didáticos adequados para assegurar a articulação interdisciplinar (BRASIL, 1999).

A Biologia é formada por lógicas, códigos e métodos de investigação que possibilitam a interpretação de situações e fatos relacionados ao fenômeno da vida e meio ambiente, aliando saberes entre Ciência, tecnologia e sociedade. Portanto:

Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, no nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda de organismos no seu meio. Um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação entre esse mesmo sistema e demais componentes de seu meio. As diferentes formas de vida estão sujeitas a transformações, que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, propiciadoras de transformações no ambiente (BRASIL, 1999, p. 14).

A compreensão da natureza viva e de seus sistemas explicativos são os principais objetivos do ensino da Biologia, sendo as estratégias didáticas desenvolvidas pautadas no fundamento de que o conhecimento científico não é fruto de respostas definitivas. Os educandos precisam estar cientes que a Ciência pode ser questionada e transformada mediante novas descobertas a cada dia (ARAÚJO; ARAÚJO, 2012).

O ensino de Biologia deve caminhar juntamente com as transformações da sociedade e pelo uso de tecnologias, a fim de assegurar que as estratégias pedagógicas propiciem um aprendizado significativo e com base das orientações dos PCNs. A tecnologia se torna uma aliada para a construção coletiva do conhecimento, combatendo as metodologias extremamente sistemáticas e orais que focam a mera repetição de conceitos (LEITE et al., 2017). Fonseca et al. (2014, p. 122) afirmam que:

Os professores veem a necessidade de integrar tecnologias, metodologias, atividades. Integrar texto escrito, comunicação oral, escrita, hipertextual, multimídia. Aproximar as mídias, as atividades, possibilitando que transitem facilmente de um meio para o outro, de um formato para o outro. Experimentar as mesmas atividades em diversas mídias.

Ao trazer as ferramentas audiovisuais para a sala de aula, os educadores alteram as dinâmicas sistemáticas e ampliam as oportunidades para a assimilação do conteúdo de Biologia. Enfatiza-se que a Biologia é constituída por conteúdos que exigem uma atuação qualificada do professor, para que o aluno seja incentivado a superar desafios, encontrar respostas para os problemas propostos, desenvolver seu potencial crítico e reflexivo, e sobretudo, ser o responsável principal de seu próprio desenvolvimento enquanto cidadão ativo na sociedade (FONSECA et al., 2014).

Para Araújo e Araújo (2012, p. 03):

[...] os PCNs, por meio de suas propostas interdisciplinares, sugerem que os conhecimentos a serem adquiridos sejam trabalhados em forma de

atividades, projetos educacionais, programas de estudo ou no corpo de disciplinas já existentes, como por exemplo, a Biologia, uma área muito diversificada por tratar de assuntos que envolvem a vida como um todo, que necessita de um conhecimento prévio das disciplinas de Química e de Matemática, para que haja uma melhor compreensão sobre determinados conteúdos.

De modo geral, os PCNs apontam para a necessidade dos professores se preocuparem com a formação humana e com o trabalho dos educandos, estando concentrados em reduzir as desigualdades e exclusões sociais. A escola se torna um ambiente formal propício para estimular a consciência, produtividade, criatividade e racionalidade do pensamento, indispensáveis para o reconhecimento de valores e princípios voltados para prática da cidadania e democracia (ARAÚJO; ARAÚJO, 2012).

Outro documento importante que orienta as práticas pedagógicas para o ensino da Biologia envolve as Orientações Educacionais Complementares aos PCNs, o PCN+, com foco nas Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Estas orientações reconhecem que o aprendizado da Biologia na Educação Básica precisa despertar a atenção do aluno para o mundo vivo, fazendo com que o mesmo identifique as singularidades e especificidades das relações com a natureza e sua relação com outras áreas do conhecimento. O entendimento da Biologia como um todo favorece “o desenvolvimento de modos de pensar e agir que permitem aos indivíduos se situar no mundo e dele participar de modo consciente e consequente” (BRASIL, 2002, p.34).

No cenário educativo, a Biologia aborda conteúdos associados à ramos do conhecimento como Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica e Fisiologia. O PCN+ estabelece que as competências da Biologia se relacionam com diferentes áreas, além de manter conteúdos específicos. Dessa forma, a disciplina é constituída por três principais competências (detalhadas no Anexo I) (BRASIL, 2002), dentre elas:

- Expressão e Comunicação: referente ao aprendizado dos símbolos códigos e nomenclaturas utilizadas por campos da Ciência e Tecnologia; a articulação desses dados em determinadas situações da vida real; compreensão de textos e fenômenos da Ciência e tecnologia; elaboração de comunicações; e debates acerca da relação entre Ciência e tecnologia.

- Investigação e compreensão: estratégias que contribuem com a análise de situações problemas; interações, relações e funções, invariantes e transformações; medidas, quantificações, grandezas e escalas; modelos explicativos e representativos; e conhecimentos interáreas.

- Contextualização sociocultural: aspectos históricos da Ciência e tecnologia; ciência e tecnologia na sociedade contemporânea; aspectos atuais da Ciência e tecnologia; e a relação entre Ciência e tecnologia com ética e cidadania.

O PCN+ ainda apresenta as principais áreas de interesse da Biologia, classificando as mesmas em seis eixos temáticos, apresentados no Quadro 2:

Tabela 2 – Eixos temáticos da Biologia

Eixo temático	Unidades temáticas
Interação entre os seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - A interdependência da vida; - Os movimentos dos materiais e da energia na natureza; - Desorganizando os fluxos da matéria e da energia: a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais; - Problemas ambientais brasileiros e desenvolvimento sustentável: uma relação possível?
Qualidade de vida das populações humanas	<ul style="list-style-type: none"> - O que é saúde? - A distribuição desigual da saúde pelas populações; - As agressões à saúde das populações; - Saúde ambiental;
Identidade dos seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - A organização celular da vida; - As funções vitais básicas; - DNA: a receita da vida e o seu código; - Tecnologias de manipulação do DNA.
Diversidade da vida	<ul style="list-style-type: none"> - A origem da diversidade; - Os seres vivos diversificam os processos vitais; - Organizando a diversidade dos seres vivos; - A diversidade ameaçada.
Transmissão da vida, ética e manipulação gênica	<ul style="list-style-type: none"> - Os fundamentos da hereditariedade; - Genética humana e saúde; - Aplicações da engenharia genética; - Os benefícios e os perigos da manipulação genética: um debate ético.

Origem e evolução da vida	<ul style="list-style-type: none"> - Hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva; - Ideias evolucionistas e evolução biológica; - A origem do ser humano e a evolução cultural; - A evolução sob intervenção humana.
---------------------------	--

Fonte: Brasil (2002)

Alguns estudos ressaltam que as ações propostas pelos PCNs e orientações complementares não são atendidas. Observa-se que muitos conteúdos são tratados de modo superficial, não incorporando-os às vivências práticas (LIOTTI; OLIVEIRA, 2008). A Ciência então não é usada para embasar a realidade e os fenômenos diários, prejudicando a contextualização das informações transmitidas em sala de aula (BRASIL, 2002).

Teixeira (2017) a partir de entrevistas com educadores de Biologia, analisou os principais problemas encontrados pelos profissionais no ensino desta disciplina. O autor identificou que grande parte das propostas pedagógicas abordam práticas reducionistas e altamente sistematizadas, sem integrar o conteúdo proposto com a realidade do aluno. Normalmente, os conteúdos programáticos são transmitidos de maneira compartimentalizada, prejudicam a percepção e o interesse do educando pelo assunto tratado.

O autor relatou ainda que embora o PCN recomende que os professores adotem ferramentas, metodologias e estratégias dinâmicas e que promovam a interdisciplinaridade, a abordagem da disciplina em sala de aula ainda necessita de mudanças capazes de transformar o processo de ensino e aprendizagem, objetivando a obtenção do conhecimento significativo. O Quadro 3 reúne as principais descobertas de Teixeira (2017):

Tabela 3 – Problemáticas no ensino de Biologia

Natureza dos problemas encontrados	Obstáculos detectados
Especificidade dos conteúdos	- Alguns tópicos de conteúdos exigem uma excessiva especificidade, incompatível com as necessidades atuais dos alunos dessa faixa etária, num momento em que a pesquisa didática na área e os PCN apontam para uma abordagem mais geral.

Conteudismo	<ul style="list-style-type: none"> - O enfoque dos conteúdos limita-se à esfera estritamente biológica (abordagem dos conteúdos fechados em si mesmos); - Conteúdo programático extenso; - Os docentes priorizam o cumprimento do programa (em geral enciclopédico), em detrimento de uma abordagem que se preocupe mais com a qualidade do que com a quantidade.
Metodologia	<ul style="list-style-type: none"> - Os docentes declaram que há dificuldades metodológicas quando se busca articular o que se ensina ao contexto mais amplo; - Falta tempo para planejamento de estratégias e atividades que possam dar maior dinâmica ao processo de ensino – aprendizagem.
Ausência de análise sobre as ações pedagógicas	<ul style="list-style-type: none"> - Não há um processo sistemático de reflexão sobre as deficiências reinantes no ensino atual; - Quase não há contato com os documentos, artigos, textos e livros que trazem as pesquisas e as propostas inovadoras para o ensino de ciências, com o devido referencial teórico que dá sustentação e coerência às propostas defendidas; - Em decorrência disso, não aparecem propostas que possam modificar concretamente o ensino tradicionalmente desenvolvido.
Ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	<ul style="list-style-type: none"> - As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade são alvo de diminuta atenção no ensino de Biologia atual.
Biologia e Grade Curricular	<ul style="list-style-type: none"> - O número de aulas reservado à Biologia, e demais disciplinas da área relativa ao Ensino de Ciências, têm sido sistematicamente diminuídos.

Fonte: Teixeira (2017)

O Quadro 3 demonstra que são diferentes as naturezas dos problemas encontrados no Ensino Médio, estando associadas com a especificidade dos conteúdos, uma vez que determinados tópicos não incorporam a realidade do aluno, não promovendo a pesquisa didática; com o conteudismo, já que os conteúdos tratam apenas da área de Biologia sem respeitar os princípios da interdisciplinaridade e

integração com outras áreas; metodologia, em razão da dificuldade dos professores adotarem estratégias diferentes para a prática do ensino de Biologia; ausência de análise sobre as atividades adotadas, abrangendo a falta de um processo sistemático para compreender as problemáticas e os resultados obtidos no processo de ensino e aprendizagem; ensino de CTS, que não possui o foco adequado em sala de aula; e com a grade curricular, que não disponibiliza a quantidade de aulas suficientes para tratar dos conteúdos de forma consistentes.

Leite et al. (2017, p. 405) relatam que:

[...] boa parte dos professores atua no ensino de Biologia de modo distanciado da vida e da realidade do aluno. Parece paradoxal que, justamente tratando de assuntos que são da seara da ciência que estuda a vida, se tangencie o objeto principal de estudo. Nesta mesma direção, muitos professores fazem uso somente do livro didático como agente de mediação do ensino e da aprendizagem, ainda assim sem explorar significativamente as possibilidades que oferecem. Apegam-se demasiadamente aos currículos engessados e inflados que definem conteúdos da disciplina, os quais, ao invés de abrir horizontes para o conhecimento, tolhem-no.

Esta realidade mostra que o ensino de Biologia não está sendo organizado e praticado de modo contextualizado, visto que muitos alunos terminam o Ensino Médio sem entender os princípios e conceitos básicos da disciplina, além de não estarem preparados para exercer seu papel como agentes ativos, críticos e democráticos em debates importantes da área (PEDRANCINI et al., 2007).

As ações pedagógicas no Ensino da Biologia no Ensino Médio devem estar aptas para despertar a curiosidade e a percepção do aprendiz para os fenômenos da vida, de modo que o mesmo exerça sua capacidade de investigar e questionar. Para tanto, os professores precisam estar engajados em atividades de formação contínua, repensando a prática pedagógica no intuito de permitir que os alunos se beneficiem de maior autonomia no processo de aprendizagem (OLIVEIRA et al., 2013).

Schön (1992) enfatiza a ideia de os professores reformularem o problema e promoverem uma situação confusa, o que resulta em uma conversa reflexiva. Existem algumas ações que são efetuadas espontaneamente sem pensar ou tentar expressar o conhecimento tácito por trás delas. O ensino reflexivo deve ser mais consciente desse conhecimento, criticando-o e examinando-o de perto. Esse processo pode resultar em uma tomada de decisão ponderada e bem fundamentada, impactando na melhoria do ensino e conseqüentemente do aprendizado.

Ainda segundo Schön (1992) existem duas formas de exercer os aspectos reflexivos: reflexão na ação e reflexão em ação. A reflexão na ação ocorre quando os praticantes tentam resolver problemas situacionais durante a ação e reajustam as instruções no local, enquanto a reflexão em ação ocorre antes e depois das instruções dos professores, normalmente enquanto planejam e pensam sobre suas lições, e posteriormente terminam e deixam o local de ensino reconstruindo mentalmente o que ocorreu durante as aulas.

Van Manen (1977) afirma que a reflexão pelos docentes ocorre em três níveis de reflexão. O primeiro nível é quando os educadores se concentram na aplicação técnica do conhecimento educacional para atingir um determinado objetivo ou fim. Nesse nível, o professor está mais preocupado com os meios do que com os fins, e o contexto da sala de aula, da escola e da sociedade não é visto como um elo total do problema. O segundo nível é quando o educador se envolve no processo de analisar e esclarecer suposições e significados subjacentes às ações práticas. O terceiro e mais alto nível de reflexão é quando os professores se envolvem em uma reflexão crítica do valor do conhecimento, incorporando a análise dos aspectos sociais, morais e éticos da escolarização.

O nível mais alto possibilita a reflexão crítica, sendo a mais desejável para a melhoria do processo educativo. Para que este nível seja alcançado, o professor precisa entender como são sustentados, estruturados e distorcidos os processos e as interações educacionais. É fundamental ainda questionar as estratégias adotadas para facilitar o trabalho docente (VAN MANEN, 1977).

Portanto, Carabetta Júnior (2010) afirma que a reflexão do professor se relaciona com os seguintes domínios:

- Educativo: busca o questionamento sobre os objetivos principais da educação;
- Político: discute os significados de cada função no ambiente educativo;
- Epistemológico/interdisciplinar: que o permite avaliar sua atuação de modo crítico associando o processo ao seu próprio conhecimento.

Segundo Wallace (1991) oferece um modelo visual de ensino reflexivo, cujo componente chave do modelo é o ciclo reflexivo. Este ciclo é uma maneira abreviada de se referir ao processo contínuo de reflexão sobre o conhecimento recebido e o conhecimento experiencial no contexto da ação profissional prática. O conhecimento recebido é o conjunto de informações e habilidades que a profissão reconhece e

promove como valioso, enquanto o conhecimento experimental é o entendimento muitas vezes tácito do ensino e da aprendizagem que os professores desenvolvem por meio de suas próprias experiências.

Neste contexto, a postura reflexiva do docente que atua no ensino da Biologia visa a obtenção da autonomia profissional e o compromisso ético com o aprendizado de seus alunos. Não basta o professor apresentar somente o saber científico, o mesmo precisa estar apto a colocar em prática estratégias pedagógicas que visem a efetividade do processo de ensino aprendizagem, visto que a falta de formação pedagógica prejudica significativamente o cumprimento de suas funções, principalmente a avaliação dos alunos.

Oliveira, Bernardo e Nogueira (2020) defendem que as práticas educativas no ensino de Ciência não sejam efetuadas de maneira mecânica e repetitiva, estando o professor ligado a apenas um roteiro programático fixo e que pouco ajuda o aprendiz a desafiar seu próprio conhecimento e encontrar novas soluções para as problemáticas propostas. Os experimentos, debates, jogos e outras metodologias devem ser incorporadas nas salas de aula, contribuindo com a vivência de experiências mais prazerosas e produtivas, onde o aluno testa hipóteses e adquire o conhecimento almejado.

Barzano, Araújo e Jesus (2016) enfatizam em seu estudo a importância do desenvolvimento de Políticas Públicas que assegurem aos docentes o trabalho educativo em um ambiente capaz de incentivar as relações de sucesso. Essas políticas precisam estar voltadas principalmente para os professores iniciantes, permitindo que os mesmos superem as dificuldades encontradas em sua atuação. As autoras relatam que normalmente nos primeiros anos de docência, os principiantes vivenciam o “choque da realidade”, promovendo o instinto de sobrevivência ou o abandono da profissão. Este problema é relatado como uma fase crucial para que o profissional desenvolva ações de enfrentamento importantes.

Neste choque de realidade presenciado por docentes iniciantes, observa-se o colapso da dura realidade da vida em sala de aula, onde o profissional lida com questionamentos autoritários, burocráticos, hierárquicos, políticos, sociais e culturais. A fim de superar esta etapa, o professor deve se dedicar ao processo de socialização profissional que trata das aprendizagens associadas ao entendimento da realidade local, adaptação do trabalho em equipe, análise do currículo programático, escolha

das estratégias didáticas e outros fatores que influenciam em seu desenvolvimento profissional.

1.5 TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOLOGIA

Segundo Radmann e Pastoriza (2019) nos últimos anos observou-se que a divulgação científica assumiu um novo patamar em meio ao advento tecnológico e globalização da informação, que proporcionou o debate sobre questões sociocientíficas relevantes para a sociedade, despertando a atenção de profissionais na área, estudantes, educadores e até mesmo leigos. O crescimento da divulgação de textos científicos ocorreu especialmente em revistas, blogs e periódicos disponíveis no ambiente virtual, facilitando o acesso à informação ao público em geral, e não apenas aos cientistas.

Dessa maneira, enfatiza-se que:

[...] cada vez mais vêm sendo desenvolvidas pesquisas que colaboram para a ruptura de visões ingênuas do uso de espaços voltados à divulgação da ciência, usualmente centrados em um otimismo simplista dos feitos científicos. Tais produções contribuem para a formação de uma orientação mais voltada a elementos nos quais as ciências podem estar diretamente implicadas e potencialmente úteis na vida diária dos sujeitos sociais (concepções diretamente voltadas à produção da cidadania) (RADMANN; PASTORIZA, 2019, p. 92).

Diante disso, entende-se que a construção do conhecimento passou a ser promovida pelos textos de divulgação científica, nos quais os indivíduos puderam ter acesso a conteúdos que antes eram inacessíveis, permanecendo livre para desenvolver seu próprio pensamento acerca das diferentes temáticas. Cabe citar que os cientistas não são mais reconhecidos como o elemento principal para a transmissão do conhecimento, “pois se evidenciam a produção de caminhos mais abrangentes que fazem a ciência chegar à população com facilidade, não ficando restrita a laboratórios e livros” (RADMANN; PASTORIZA, 2019, p. 92).

Souza e Rocha (2017, p. 324) a divulgação científica:

[...] está sujeita a determinadas condições de produção, responsáveis pelas relações de força em seu discurso, que definem as posições do enunciador e destinatário, o tratamento a ser dado no assunto e a construção composicional, além de considerar a não-transparência da linguagem, na qual o discurso carrega uma materialidade simbólica própria e significativa.

Os autores ressaltam que a divulgação científica deve ser transmitida de forma neutra e utilitária, sem assumir caráter político ou econômico, mesmo que os temas abordados sejam atuais e se encontrem em destaque na sociedade. Cabe citar que o pesquisador do conhecimento não pode alterar a verdade científica observada em sua pesquisa e nem ser influenciado pela mídia.

Segundo Fleck (1986) a divulgação científica pode ser conceituada como a popularização de conteúdos para leitores que normalmente não são profissionais da área ou cientistas. A produção do conhecimento científico é realizada por um grupo de indivíduos que possuem a mesma área de interesse e buscam reunir dados com valor científico, contribuindo com o enriquecimento das produções.

Partindo desse pressuposto, a Figura 1 apresentada por Nascimento (2005) demonstra que os produtores dos Textos de Divulgação Científica (TDC) é constituído pela interseção formada por cientistas e jornalistas, caracterizando um círculo esotérico.

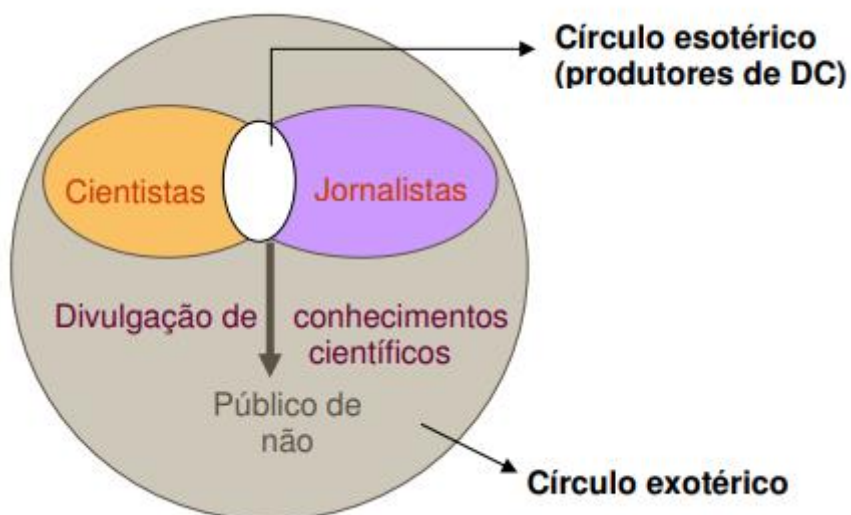


Figura 1 – Produtores da divulgação científica

Fonte: Nascimento (2005, p. 130)

Com base na Figura 1, Nascimento (2005) relata ainda que ao redor deste círculo, identifica-se um círculo maior exotérico, que abrange aqueles indivíduos que não se enquadram na categoria de especialistas, os leigos, que terão acesso ao material produzido.

Fleck (1986, p. 152) afirma que:

[...] o círculo exotérico não tem relação direta com aquela criação do pensamento, senão somente uma indireta através da mediação do círculo esotérico. A relação da maioria dos membros do coletivo de pensamento com as criações ou produtos do estilo de pensamento se baseia na confiança depositada nos iniciados.

Existe a possibilidade de no centro do círculo esotérico haver a circulação de ideias, cujo processo é denominado por Fleck (1986) de circulação intracoletiva, que trata da troca de experiências para a elaboração de textos científicos que futuramente serão divulgados com algum objetivo específico. Portanto:

A comunicação intracoletiva dar-se-ia então por meio das revistas (para os pares) e dos manuais (para os cientistas em formação) e a intercoletiva através de livros-texto (destinados à iniciação à ciência na escola) e de livros de divulgação ou populares (destinados a um público mais amplo) (NASCIMENTO, 2005, p. 131).

De acordo com Nascimento (2005) o uso de textos de divulgação científica no contexto educativo pode ser efetuado através de diferentes aspectos, dentre eles: descrição de características linguísticas; análise de temáticas relevantes e tópicos de reportagens e jornais em sala de aula; e complementação do conteúdo aprendido em sala de aula e que faz parte do livro didático.

Costa e Peticarrari (2020) afirmam que o ensino de Biologia atua também na promoção da divulgação dos textos científicos, pois trazem temáticas atuais e que se encontram relacionadas aos avanços da Ciência. Portanto:

[...] a divulgação pode ser a grande integradora entre a sociedade e a produção científica. O mais importante, contudo, é constatar que o professor necessita centralizar seus esforços para que os estudantes possam se apropriar de tais conhecimentos. Entretanto, as informações podem estar desatualizadas nas escolas, pois os livros didáticos não acompanham o progresso das Ciências e prioriza conceitos abstratos e distantes da realidade dos jovens. Desta forma, a divulgação científica pode contribuir para a integração entre o que está sendo produzido pela ciência com a sala de aula e, com isso, o professor pode se apropriar desses conhecimentos e fomentar situações que propicie ao aluno integrar-se ao que está sendo discutido atualmente na sociedade (COSTA; PERTICARRARI, 2020, p. 924).

O uso de textos de divulgação científica em sala de aula incentiva a construção de hábitos de leitura, favorece o entendimento sobre os métodos de produção do conhecimento, aproxima o aluno da prática perante os fenômenos da Biologia,

trabalha elementos da linguagem e do pensamento científico, fortalece a curiosidade e a criatividade para a resolução dos problemas; e desenvolve o senso crítico e reflexivo durante a comunicação oral e escrita.

Na visão de Amaral et al. (2016, p. 10):

[...] educar é a arte de fazer surgir questões e auxiliar os alunos na procura das respostas para as mesmas, podendo se dar através de atividades coletivas, porém existe uma grande preocupação na articulação entre a atividade coletiva e a aprendizagem individual de cada aluno. Os textos de divulgação científica podem proporcionar todas essas sensações, pois através deles os educadores podem instigar os alunos a discussões coletivas e a reflexões individuais sobre a visão da realidade de cada um, os fazem pesquisar sobre as atividades propostas, os estimulam à leitura, e os tornam mais atualizados, podendo esses ser mais cientes e críticos sobre o que acontece ao seu redor.

Para Santos e Valle (2020, p. 02) a divulgação científica é orientada por capacidades inerentes “a sua prática que disputam pelo local sobre o que e como divulgar a Ciência, esse aspecto deve ser levado em consideração quando pensamos nos meios de produção de DC e sua aplicação para o ensino”.

Além de trabalhos advogando em favor do uso desse tipo de material no ensino para facilitar o aprendizado de conceitos, a proximidade com esses materiais pode realçar a dimensões da ciência perante os olhos dos alunos e contribuir para o desenvolvimento da criticidade, o que pode refletir implicitamente nas concepções que eles têm da ciência. Isso porque, atualmente a divulgação científica recebe atenção significativa de profissionais e pesquisadores e destina-se a preencher um déficit de conhecimento do grande público. A divulgação científica tem um papel educacional quando diz respeito à ampliação do conhecimento, mas também cívico e de mobilização popular, quando passa a contribuir para o desenvolvimento da opinião pública e para a participação da sociedade nas políticas públicas (AZEVEDO; SCARPA, 2017, p. 02-03).

Por outro lado, Nascimento (2005) afirma que embora esteja claro que os textos de divulgação científica proporcionem benefícios significativos para o ensino da Biologia, existem duas problemáticas que podem dificultar o aprendizado. Ambas estão associadas ao processo de mediação do conhecimento e voltadas para a questão de adaptação do conhecimento científico, em que o texto apresenta uma linguagem menos técnica, destinada ao público leigo; e a sua própria inserção nas estratégias pedagógicas que exige embasamento e contextualização por parte do professor. Estas problemáticas são sistematizadas na Figura 2:



Figura 2 – Relação entre o círculo esotérico e exotéricos na divulgação científica

Fonte: Nascimento (2005, p. 136)

Conforme a Figura 2, entende-se que a mediação inicial ocorre mediante a remodelação do conhecimento, permitindo que os TDCs apresentem uma linguagem simples, objetiva e muitas vezes até informal, evitando que os leitores leigos se confundam e as informações apresentadas se tornem um obstáculo para o aprendizado. Posteriormente, a segunda mediação já é observada no ambiente educativo, onde o educador deve apresentar os conceitos e fundamentos relacionados ao material de divulgação científica, a fim de proporcionar uma base teórica para o entendimento dos fenômenos e situações (NASCIMENTO, 2005).

Diante dos referenciais teóricos analisados entende-se que a Natureza da Ciência se associa com os fundamentos da Epistemologia, uma vez que estas áreas buscam, cada qual com suas ferramentas e perspectivas, contribuir com a construção do conhecimento científico. A partir dos fundamentos epistemológicos, reconhece-se que a Natureza da Ciência é constituída por experimentos e avaliações dinâmicas, sendo influenciada pelos fenômenos sociais, culturais, políticos e sociais.

O ensino de Biologia busca promover atividades que possibilitem a compreensão da natureza viva e seus sistemas explicativos. Com isso, os TDCs são instrumentos efetivos para ampliar as possibilidades de ensino e aprendizagem da

Biologia em sala de aula, pois expõem conteúdos relevantes e que podem ser contextualizados com os conteúdos curriculares da disciplina.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa é uma maneira de resolver sistematicamente o problema de pesquisa. Pode ser entendido como uma ciência que apresenta os métodos de como a pesquisa é realizada. Segundo Gil (2008) o conceito de metodologia científica volta-se para sua relação com a ciência, buscando compreender a relação existente entre a pesquisa e o mundo, promovendo a aquisição de maior conhecimento mediante levantamento dos fatos pelo homem. Para o autor, o conhecimento científico:

[...] é objetivo porque descreve a realidade independentemente dos caprichos do pesquisador. É racional porque se vale sobretudo da razão, e não de sensação ou impressões, para chegar a seus resultados. É sistemático porque se preocupa em construir sistemas de ideias organizadas racionalmente e em incluir os conhecimentos parciais em totalidades cada vez mais amplas. É geral porque seu interesse se dirige fundamentalmente à elaboração de leis ou normas gerais, que explicam todos os fenômenos de certo tipo. É verificável porque sempre possibilita demonstrar a veracidade das informações. Finalmente, é falível porque, ao contrário de outros sistemas de conhecimento elaborados pelo homem, reconhece sua própria capacidade de errar (GIL, 2008, p. 03).

Considerando as indagações realizadas por Gil (2008), compreende-se que a ciência pautada na busca pelo conhecimento científico, visa investigar a veracidade dos fatos, que serão comprovados em razão do uso de métodos específicos. O método é uma ferramenta para pesquisar um determinado assunto de pesquisa. É uma maneira de aplicar um procedimento de maneira a atender ao objetivo de pesquisa planejado.

Segundo Gil (2008) quanto à abordagem do problema, a pesquisa pode ser qualitativa, mantendo processos não inspecionados e medida por elementos de quantidade, volume e intensidade; enquanto a quantitativa propicia ao investigador a medição de dados, podendo ser expresso em quantidades. O enfoque escolhido para este estudo foi a qualitativo, visto que está direcionado para uma abordagem que busca interpretar os fenômenos que ocorrem no mundo em seus contextos naturais, a fim de elucidar os diversos significados e elementos que os constituem.

Assim, uma das vantagens da pesquisa qualitativa está em ser especialmente eficaz no estudo de nuances sutis da vida humana e na análise dos processos sociais ao longo do tempo. A principal vantagem deste método está na oportunidade de explorar pressupostos que interferem na nossa

compreensão do mundo social. A pesquisa qualitativa é particularmente adequada para áreas, temas ou problemas que não são bem conhecidos ou sem respostas apropriadas. Uma vez que a pesquisa qualitativa simultaneamente coleta, analisa e reformula perguntas, ela é particularmente apropriada para novos tópicos e temas (SILVA et al., 2018, p. 23).

Quanto aos objetos da pesquisa, a presente pesquisa é descritiva. O objetivo da pesquisa descritiva é expor em detalhes os dados de determinado público ou fenômeno, para assim ser possível relacioná-los com outras variáveis. Com isso, a principal contribuição desta modalidade é expor novas ideias e visões sobre eventos já conhecidos e debatidos na atualidade (Gil, 2008).

As pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (GIL, 2008, p. 28).

Neste tipo de pesquisa, o pesquisador não tem controle sobre a variável. Uma característica importante da pesquisa descritiva refere-se ao fato de que, embora possa empregar um número de variáveis, apenas uma variável é necessária para a realização de um estudo descritivo.

Neste contexto, o método adotado se manteve apoiado na análise de conteúdo proposta e conceituada por Bardin (1977, p. 42) como:

[...] o conjunto de técnicas de análise de comunicações visando obter, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo da mensagem, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência do conhecimento das condições de produção / recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

A análise de conteúdo é a única que se concentra em material não estruturado, como entrevistas, artigos de mídia, documentos históricos ou sociológicos, analisando assim diferentes fontes de conteúdo, que podem ser verbais e não verbais (MENDES; MISKULIN, 2017). Os domínios de aplicação da análise de conteúdo apresentam, portanto, uma gama bastante ampla.

De acordo com Julio et al. (2017) a análise de conteúdo possui três características fundamentais: adoção de processos de pesquisa empíricos, exploratórios, relacionados a situações observáveis com intuito preditivo; transcendência das informações coletadas; adoção de metodologia própria, cujo

pesquisador permanece livre para elaborar, analisar e transmitir os resultados de forma independente.

No entanto, segundo Bardin (1977) embora seja uma técnica ampla, a informação necessita passar por um tratamento rigoroso e sistemático, classificado em diferentes etapas, dentre elas: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados e interpretações, conforme apresentadas na Figura 3:

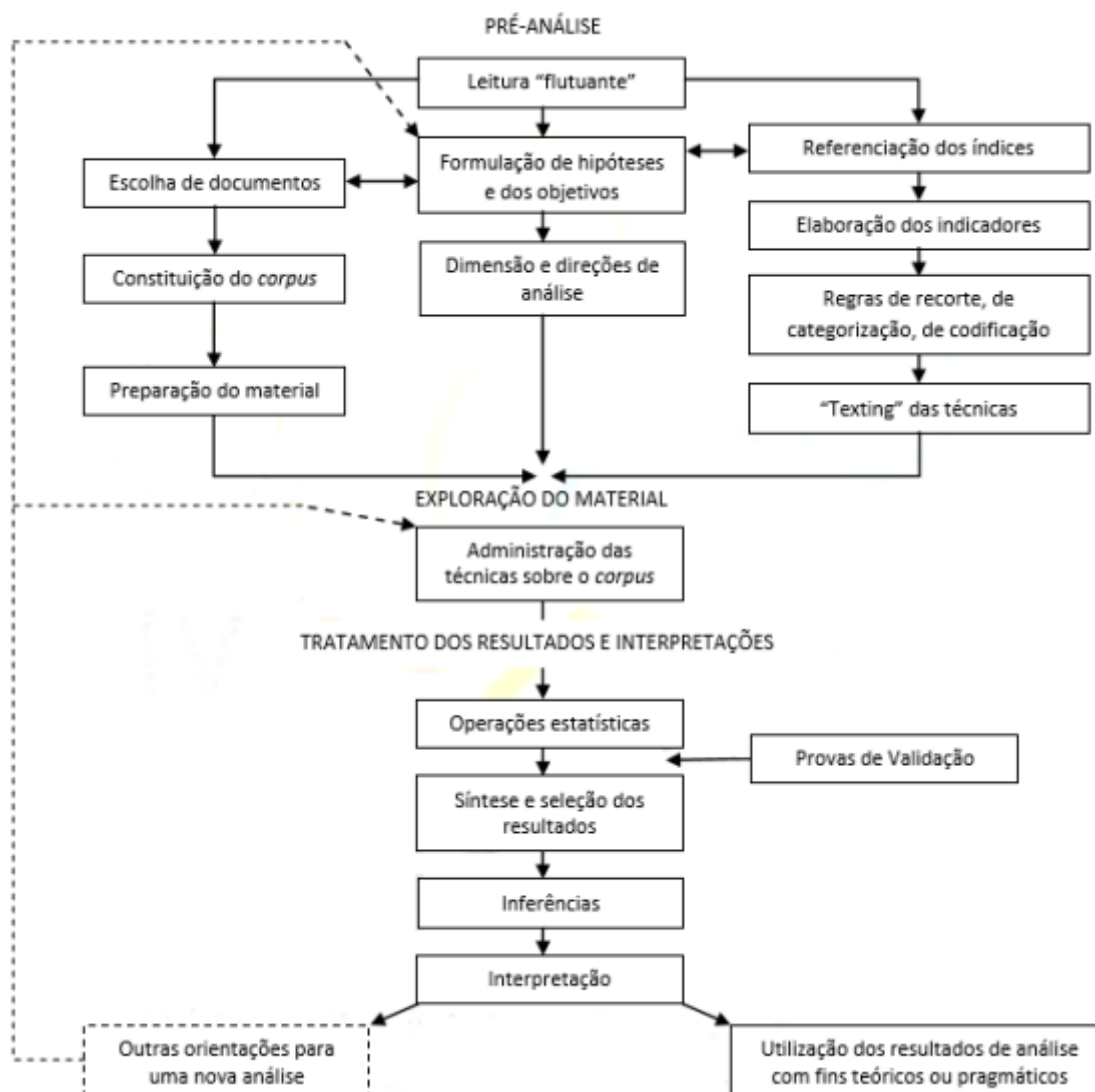


Figura 3 – Esquema da análise de conteúdo

Fonte: Bardin (1977)

Voltada para as Ciências Naturais, a metodologia gira em torno da análise dos problemas, transformando o estudo em um processo sistemático para analisar a relação entre diferentes fenômenos e situações, confrontando-as com teorias

científicas que estão sempre sendo avaliadas e permanecem inseridas em debates (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

2.1 PRÉ-ANÁLISE

Segundo Bardin (1977) a pré-análise abrange o planejamento da investigação, em que o pesquisador efetua inicialmente uma leitura flutuante de textos, artigos, documentos e outros textos que proporcionam o conhecimento inicial do objeto de estudo.

Para escolher os TDCs que farão parte da análise de dados, os mesmos devem atender a quatro regras. A primeira refere-se a regra da exaustividade, que trata do esgotamento total da comunicação sem haver omissão de nenhum fato. A segunda regra é a da representatividade, que exige o estabelecimento da amostra de documentos conforme o universo investigado. A terceira regra aborda a homogeneidade, cujos conteúdos precisam se enquadrar na mesma temática, ser da mesma natureza e gênero. A quarta e última regra destina-se à pertinência, estabelecendo que os documentos em análise devem possuir o potencial de adaptação, permitindo a determinação do período de análise e modos de pesquisa.

Ainda conforme Bardin (1977, p. 32):

Os procedimentos de exploração, aos quais podem corresponder técnicas ditas sistemáticas (e nomeadamente automáticas), permitem, a partir dos próprios textos, apreender as ligações entre as diferentes variáveis, funcionam segundo o processo dedutivo e facilitam a construção de novas hipóteses.

A partir disso, o pesquisador pode formular hipóteses e objetivos que norteiam as etapas de pesquisa, e conseqüentemente preparar e compilar o material.

Com base nesses princípios, este estudo apresenta os resultados de uma investigação destinada a analisar os textos de divulgação científica de Biologia publicados na revista FAPESP, contribuindo com a popularização e disseminação de informações relevante na área. Esta revista foi criada em outubro de 1999 a partir do Programa de Divulgação Científica, sendo originada no boletim de Notícias FAPESP que já estava em circulação desde 1995 e possuía o foco em reportagens sobre a Ciência em todos os Estados brasileiros. Atualmente, além das iniciativas de

divulgação científica, a revista FAPESP é responsável por publicar livros, atuar na assessoria de comunicação, e realizar eventos científicos e tecnológicos.

Os artigos foram coletados no site da revista <https://revistapesquisa.fapesp.br/>, publicados entre os anos de 2000 e 2021. Considerando que esta revista publica grande quantidade de artigos nas diferentes áreas de Ciências Naturais, o critério adotado para a coleta dos textos foi o de escolher apenas aqueles que se enquadraram na área de Biologia. Para fazer parte do tópico de análise e discussão de resultados, foram selecionados 30 TDCs cujos conteúdos se enquadravam na área de Biologia.

2.2 EXPLORAÇÃO DO MATERIAL

A fase de exploração do material condiz com as atividades de codificar, categorizar e enumerar os textos separados, efetuando uma avaliação propriamente dita das informações que deverão compor os resultados da pesquisa. Enquanto a codificação atua na representação do conteúdo mediante separação, classificação e enumeração; a categorização agrupa os registros, contribuindo com a sistematização do material (BARDIN, 1977).

Para atender a esta fase, o Quadro 4 reúne as principais informações sobre os 30 TDCs objetos de estudo do presente trabalho. Cabe ressaltar que alguns artigos não apresentam os nomes dos respectivos autores, sendo publicados pela equipe de redatores e revisores da FAPESP.

Tabela 4 – Textos publicados na Revista Pesquisa FAPESP

Nº	Autores	Título	Localização e data
TDC 1	Equipe FAPESP	Um avanço contra a malária	Ed. 60, p. 40-43, dez. 2000.
TDC 2	Fioranti e Pivetta	Golpe no orgulho vão	Ed. 62, p. 24-33, mar. 2001.
TDC 3	Tunes	A proteína da hibernação	Ed. 65, p. 42-43, jun. 2001.
TDC 4	Fioravanti	As regras dinâmicas da evolução	Ed. 66, p. 42-45, jul. 2001.
TDC 5	Equipe FAPESP	Copaíba contra o caruncho	Ed. 71, p. 46-47, jan. 2002.
TDC 6	Equipe FAPESP	A origem das espécies	Ed. 71, p. 44-46, fev. 2002.
TDC 7	Equipe FAPESP	A inversão do jogo: plantas contra saúvas.	Ed. 74, p. 46-49, abr. 2002.
TDC 8	Equipe FAPESP	Cobaias sob encomenda	Ed. 75, p. 36-37, mai. 2002.
TDC 9	Bicudo	Sob o jugo de Cronos	Ed. 77, p. 44-47, jul. 2002.

TDC 10	Equipe FAPESP	Penta, o clone campeão	Ed. 78, p. 49-50, ago. 2002.
TDC 11	Moura	Faxina no fundo do mar	Ed. 79, p. 58-61, set. 2002.
TDC 12	Pivetta	Os limites do mar	Ed. 83, p. 33-37, jan. 2003.
TDC 13	Boyayan	De volta à vida	Ed. 99, p. 56-58, mai. 2004.
TDC 14	Bicudo	Nos rios do Brasil	Ed. 105, p. 52-55, nov. 2004.
TDC 15	Fioravanti	Habitantes dos grãos de areia	Ed. 112, p. 52-53, jun. 2005.
TDC 16	Marques	Caçadores de vírus	Ed. 118, p. 40-43, dez. 2005.
TDC 17	Guimarães	Música no brejo	Ed. 124. P. 49-52, jun. 2006.
TDC 18	Pivetta	Sequência inchada	Ed. 136, p. 50-51, jun. 2007.
TDC 19	Guimarães	Bússolas vivas	Ed. 137, p. 52-53, jul. 2007.
TDC 20	Fioravanti	Orquestra afinada sem regente	Ed. 138, p. 56-59, ago. 2007.
TDC 21	Pivetta	A síntese da criação	Ed. 172, p. 44-54, jun. 2010.
TDC 22	Pivetta	Conexões do autismo	Ed. 173, p. 50-51, jul. 2010.
TDC 23	Fioravanti	Venenos mutantes	Ed. 182, p. 52-55, abr. 2011.
TDC 24	Andrade	O destino das células	Ed. 238, p. 56-57, dez. 2015.
TDC 25	Zorzetto	A era da edição gênica	Ed. 258, p. 54, ago. 2017.
TDC 26	Fioravanti	A linguagem química dos insetos	Ed. 260, p. 44-47, out. 2017.
TDC 27	Fioravanti	Semelhança enganosa entre as espécies	Ed. 273, p. 54-57, nov. 2018.
TDC 28	Pivetta	Uma dose de Darwin na taxonomia	Ed. 294, p. 66-69, ago. 2020.
TDC 29	Stam	O sapo fiel	Ed. 295, p. 71, ago. 2020.
TDC 30	Geraque	Cores e cantos da evolução	Ed. 303, p. 61-63, mai. 2021.

2.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES

Nesta etapa, é realizado o tratamento dos resultados frutos da exploração do material, possibilitando ao pesquisador a interpretação das informações, a fim de alcançar os objetivos propostos no estudo (BARDIN, 1977). Com isso, os estudos foram lidos na íntegra a fim de definir temáticas em comum que pudessem ser transformadas em possíveis categorias de análise, melhorando os processos de agrupamento de informações e conseqüentemente das discussões, facilitando o entendimento da pesquisa realizada.

Para facilitar a análise da natureza da Ciência nos textos de divulgação científica de Biologia da revista Pesquisa FAPESP, optou-se por separar o capítulo de análise e discussão de resultados em categorias que buscassem analisar o

conhecimento publicado de acordo com alguns requisitos: contexto da descoberta; problemática; hipóteses; processo metodológico; dados científicos; divulgação científica; e enfoque CTS. O Quadro 5 apresenta a descrição das categorias de análise:

Tabela 5 – Descrição das categorias de análise

Categorias	Descrição
Contexto da descoberta	Trechos que apresentam as características e circunstâncias responsáveis por explicar o fenômeno analisado a partir da temática proposta no estudo. O contexto da descoberta busca analisar os fatores e elementos que levaram ao desenvolvimento do fenômeno com base nos históricos da Ciência.
Problemática	Perguntas ou questionamentos efetuados nos estudos capazes de gerar hipóteses, atendendo aos objetivos de pesquisa.
Hipóteses	Soluções que visam responder à problemática levantada.
Processo metodológico	Técnicas, procedimentos e recursos utilizados nos estudos científicos.
Dados científicos	Evidências de natureza qualitativa ou quantitativa identificadas nos TDCs.
Divulgação científica	Atividades e ações responsáveis pela divulgação da ciência.
Enfoque CTS	Assuntos que abordam a inter-relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no contexto educativo.
Temas Abordados	Os assuntos principais tratados nos artigos.

CAPÍTULO III – ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 CONTEXTO DA DESCOBERTA

Considera-se que para entender os conteúdos de Biologia, é indispensável o entendimento dos fenômenos em seu contexto real na sociedade. Nesta categoria de análise, todos os TDCs trazem informações iniciais e aprofundadas para que o leitor compreenda o contexto do fenômeno ou situação analisada. Com isso, no total foram encontrados 37 trechos relacionados ao contexto da descoberta, sendo alguns apresentados no Quadro 6.

Tabela 6 – Trechos encontrados na categoria contexto da descoberta

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	Era preciso desvendar o mecanismo que rege o avanço orquestrado dos plasmódios, chegar a uma descoberta que ajudasse no desenvolvimento de remédios mais eficazes contra a malária – doença que a cada ano mata 1 milhão de pessoas no mundo.
TDC3	[...] descobriu em plantas um tipo de proteína que se acreditava pertencer só a animais.
TDC4	A descoberta do código genético é relativamente recente. Desde o início da década de 1950, sabia-se que é a molécula do DNA que transmite as informações genéticas.
TDC5	O estudo, de Sérgio Marangoni e seu doutorando José Antônio da Silva, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), também abre perspectivas de elaboração de inseticidas naturais, menos tóxicos.
TDC6	O cenário da pesquisa é o Parque Estadual de Terra Ronca, situado no município de São Domingos, nordeste de Goiás, na região do Alto Tocantins. Descobrir como essas mudanças ocorrem e a partir de que ponto configuram uma nova espécie foi o desafio de uma equipe do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) coordenada por Eleonora Trajano, que pesquisou cavernas de Goiás.
TDC7	Pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Rio Claro descobriram

	substâncias, extraídas de folhas e sementes, que matam formigas cortadeiras como a saúva (<i>Atta sexdens</i>), velha e persistente praga da agricultura brasileira.
TDC9	Já se sabia que o controle do ritmo biológico está associado aos genes <i>per</i> (de <i>period</i>), identificados nos anos 70, e a outros, como <i>otim</i> (<i>timeless</i>) e <i>ocry</i> (<i>cryptochrome</i>), descobertos há apenas alguns anos – juntos, formando o que se chama de genoma temporal.
TDC12	[...] para contrabalançar o quadro de esgotamento dos recursos pesqueiros hoje já explorados em demasia, os pesquisadores do Revizee têm descoberto estoques até então desconhecidos de novas ou antigas espécies marinhas.
TDC13	[...] os animais se preparam durante a hibernação de modo a reduzir os prejuízos causados pelo excesso momentâneo de radicais livres.
TDC15	[...] descobriu há 20 anos dezenas de espécies de animais invertebrados vivendo na superfície e no interior de grãos de areia retirados do fundo do mar próximo ao litoral da Flórida.
TDC19	[...] acaba de descrever na revista <i>International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology</i> uma bactéria descoberta na lagoa de Araruama, no litoral do estado do Rio de Janeiro, que batizaram de <i>Candidatus Magnetoglobus multicellularis</i> .
TDC23	Antes pouco diferenciadas, essas misturas de toxinas estão ganhando identidades próprias.
TDC28	[...] criticam as dificuldades de incorporar a descoberta de novas espécies e revisões de suas relações de parentesco em um sistema baseado em divisões taxonômicas estanques.

Fonte: O autor

Klein et al. (2015) afirmam que a localização histórica dos fatos é essencial para o entendimento da evolução da Biologia, permitindo que o aluno identifique quais conteúdos estão sendo estudados naquele momento. A exposição dos temas parte da exposição da linha do tempo de acordo com a evolução da Biologia, deixando explícito as principais descobertas e informações relevantes para um ensino de qualidade.

Diante disso, a apresentação do contexto da descoberta nos textos de divulgação científica relaciona-se com a democratização do ensino de Biologia, uma vez que os alunos como público leitor são considerados participantes no processo de descoberta. Quando a divulgação científica assume o caráter educacional, é

indispensável que o objetivo maior dos textos seja ampliar a obtenção do conhecimento, relatando o contexto histórico ou atual dos fenômenos analisados, o que contribui para que os educadores promovam a curiosidade científica em seus educandos (MENDES, 2006).

Na visão de Vieira (2018) o conhecimento científico precisa ser transformado em conhecimento escolar, cabendo ao professor reelaborar e ressignificar os conteúdos, assumindo uma lógica pautada nas exigências didáticas para transmitir o contexto dos fenômenos de modo eficiente. O autor afirma que essa recontextualização é necessária para que sejam criados vínculos significativos entre o professor e o aluno, garantindo um processo de ensino e aprendizagem mais efetivos.

3.2 PROBLEMÁTICA

A identificação da problemática torna-se indispensável para promover discussões produtivas nos estudos dos fenômenos que abrangem as Ciências Naturais. Foram encontrados 13 trechos nesta categoria. O Quadro 7, expõe os principais trechos relacionados à categoria problemática encontrados nos TDCs.

Tabela 7 – Trechos encontrados na categoria problemática

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	Por que os lagartos resistem tão bem aos plasmódios?
TDC2	Então seria essa a principal conclusão de um dos mais badalados e caros programas científicos já realizados pela humanidade?
TDC4	[...] por que pensar em simetria na organização e no funcionamento das trincas de bases do DNA?
TDC10	Entre outras coisas, queremos saber como ficam os gametas (célula reprodutiva) da Penta. Ela vai reproduzir apenas gametas com mitocôndrias presentes na célula doadora do núcleo ou do óvulo?
TDC12	Há alguma perspectiva real de crescimento da pesca no país sem pressionar os estoques das espécies marinhas? [...] o que, quanto, onde, quando e como pescar dentro dessa enorme faixa marítima sob jurisdição brasileira.
TDC14	Mais que no mar?

TDC17	Para desvendar a evolução, há mais do que distinguir espécies, que são como uma imagem estática de um processo dinâmico – como quando se aperta o pause durante um filme. Mas como ir além?
TDC23	Como explicar as variações de venenos em seres da mesma espécie que vivem em lugares diferentes?

Fonte: O autor

O conhecimento científico pode ser obtido de modo relativo e estático produzido pelos elementos intelectuais desde que ocorra o estabelecimento de problemas que serão analisados, a fim de serem resolvidos através de hipóteses. Ao testar as hipóteses, o pesquisador passa a refletir sobre as respostas das perguntas efetuadas e analisa se os resultados permanecem embasados por pesquisas já realizadas por outros investigadores (GIL, 2008).

De acordo com Wilsek e Tosin (2009, p. 04):

[...] como investigação possibilita o professor que, ao ensinar, o faz de maneira participativa, dialogada, num processo no qual cada aluno expõe as suas ideias proporcionam um ambiente favorável a apropriação dos conceitos e fenômenos. Em uma sala de aula tradicional, o professor procura valorizar as suas ideias, não permitindo um diálogo hipotético-dedutivo com a presença de hipóteses concorrentes, que servirá de ancoradouro para o processo de aquisição do objeto do conhecimento. Já, em um ambiente onde ocorrem debates acerca do fenômeno em questão, as hipóteses vão surgindo e sendo discutidas e até eliminadas no decorrer da própria aula. Tal debate é um avanço na questão das relações sociais, pois traz para a sala de aula a oportunidade de um confronto entre as mais diferentes opiniões à respeito do objeto de ensino.

Monerat e Rocha (2017) afirmam que a obtenção do conhecimento científico depende do estabelecimento de um problema, que promove a análise crítica e reflexiva dos fenômenos, a fim de encontrar soluções relevantes. Frequentemente, os TDCs de Biologia fazem uso da problemática com uma linguagem acessível sobre fatos cotidianos para estimular a análise profunda do assunto, potencializando a argumentação.

Para Vieira (2018, p. 10) o desenvolvimento científico a partir dos TDCs alcançam mais facilmente “o cidadão comum, que muitas vezes está longe do mercado técnico-científico, mas que deve possuir um pensamento crítico e reflexivo para se posicionar diante dos problemas que o rodeiam”. Com isso, a formação escolar deve propiciar aos alunos, oportunidades de aprendizagem de conteúdos

atuais, com problemas reais e relevantes, fundamentais para o atendimento das demandas formativas e informativas.

3.3 HIPÓTESES

O estabelecimento de hipóteses com base nas problemáticas levantadas possibilita que os educadores promovam avaliações e discussões eficientes para o alcance do conhecimento e trabalho da disciplina em sala de aula. A importância das hipóteses é reconhecida, sendo que foram encontrados 18 trechos associados a esta categoria, apresentados no Quadro 8.

Tabela 8 – Trechos encontrados na categoria hipóteses

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	Os pesquisadores procuram a resposta estudando o ciclo de vida dos parasitas dentro do organismo desses répteis.
TDC2	Gerada por programas de computador, a atual configuração do genoma, com esse reduzido número de genes, é uma ótima hipótese de como deve ser o nosso DNA, mas ainda é uma hipótese. A hipótese de o ser humano ter apenas 30 mil genes reavivou esse velho debate.
TDC5	[...] também abre perspectivas de elaboração de inseticidas naturais, menos tóxicos.
TDC7	A comparação entre sequências de DNA ribossomal sugere que eles são geneticamente semelhantes.
TDC10	[...] a análise do DNA mitocondrial de bovinos dará subsídios que irão extrapolar o campo do melhoramento genético. Eles também serão úteis para entender certas doenças degenerativas em humanos.
TDC11	Há indícios de que os clientes aprendem e memorizam o caminho até a estação, por mais que se desloquem no ambiente.
TDC12	Esses dados preliminares mostram que dificilmente será possível aumentar de forma significativa – e não-predatória – a quantidade de pescado marinho capturado pelo Brasil em sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE).
TDC14	[...] é provável que o trabalho não esteja completo. Podem existir pelo menos mais 2 mil espécies a serem descritas.

TDC21	Apenas com a informação do DNA é possível recriar um genoma e, por tabela, uma forma de vida.
TDC22	Isso pode significar que há um problema de desenvolvimento ou de maturação dos neurônios.
TDC24	De acordo com algumas hipóteses, as mitocôndrias mais alongadas produziram mais energia porque teriam mais cópias das enzimas envolvidas no ciclo de Krebs, a sequência de reações químicas que produz ATP.
TDC25	[...] é possível eliminar uma cópia defeituosa de um gene e substituí-la por uma versão íntegra nas células do embrião sem, aparentemente, prejudicar o seu desenvolvimento.
TDC27	Espécies com formas muito diversas podem apresentar relações de parentesco desnorteante.
TDC29	A idiosincrasia da espécie parece estar ligada à escassez dos filetes: a praia em que realizamos o estudo tem cerca de 300 metros e é cortada por apenas oito filetes pequenos, cada um dominado por um macho, com espaço para apenas duas ou três fêmea.

Sabe-se que o conhecimento da essência íntima das coisas deve ser obtido em função da lei e fatores associados que embasam os fenômenos. Com isso, as hipóteses não são obtidas apenas através da observação dos fenômenos e elementos gerados, mas principalmente mediante proposição e teste das soluções pré-estabelecidas, sendo possível reunir informações relevantes sobre os assuntos analisados (MARCONI; LAKATOS, 2008).

Para Pereira (2014, p. 123):

As hipóteses são testadas de forma controlada, a partir da comparação do objeto controle em relação ao objeto experimental, verificando-se uma variável experimental a cada vez. As observações têm seus processos de regras de análise do objeto estudado, incluindo a correção e precisão das mensurações e dos seus registros, de forma que se torne possível a sua reprodutibilidade, o que contribui para o caminho que conduz à institucionalização da ciência.

A racionalização do conhecimento científico contribui com a criação de oportunidades para que o homem possa adquirir conhecimento mediante a identificação de fundamentos relevantes que justificam os fenômenos. O raciocínio lógico possibilita a observação de evidências importantes para se explicar as contradições e as problemáticas evidenciadas. A busca pela verdade dos fatos por

meio de questionamentos e posteriormente através da reflexão, contribui com o a elaboração de definições realistas sobre as dúvidas existentes (GIL, 2008).

De acordo com Almeida (2017, p. 27):

[...] o professor poderá contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências que promovam uma proficiência leitora em seus alunos, desde que, as atividades propostas pelo mesmo incentivem os estudantes a fazer perguntas, levantar hipóteses, confrontar interpretações.

Portanto, embora muitos TDCs no ensino de Biologia possuam a finalidade de questionar diferentes fenômenos da sociedade, os mesmos devem apresentar respostas relevantes para as problemáticas estabelecidas, não deixando dúvidas aos alunos. A capacidade de levantar hipóteses sobre o assunto do TDC ou de encontrar no texto as soluções permite que o aluno abstraia o conhecimento em termos cognitivos, levando a melhores debates em sala de aula até que os educandos cheguem a uma conclusão.

3.4 PROCESSO METODOLÓGICO

Apresentar os tipos de estudos realizados e técnicas metodológicas são essenciais para viabilizar pesquisas e assegurar que sejam adotados critérios para a produção científica. Esses critérios não apenas melhoram a produtividade das análises como proporcionam a validação dos resultados fundamentais para o conhecimento. Partindo desse pressuposto, foram encontrados 11 trechos associados aos processos metodológicos. O Quadro 9 exemplifica alguns desses trechos encontrados:

Tabela 9 – Trechos encontrados na categoria processos metodológicos

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	[...] as pesquisadoras fizeram experimentos in vivo com camundongos e in vitro com culturas celulares de roedores e de humanos.
TDC9	[...] os pesquisadores do Museu de Zoologia e do Instituto de Física criaram um modelo gráfico que detecta as respostas oferecidas a um mesmo estímulo.
TDC17	Seu projeto envolve comparar padrões filogeográficos de seis espécies de anuros com ampla ocorrência na Mata Atlântica.

TDC20	[...] outro professor de Oxford especializado em biologia de sistemas, trabalha com simulações de computador em um contexto multicelular dinâmico para estudar o crescimento de tumores e a ação de medicamentos sobre o organismo.
TDC22	A partir de dentes de leite de uma criança de 5 anos com autismo atendida no Centro de Estudos do Genoma Humano da Universidade de São Paulo (USP), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids) financiados pela FAPESP, os cientistas obtiveram células- -tronco de pluripotência induzida (iPSC, na sigla em inglês) e as transformaram em neurônios no laboratório.
TDC24	Em experimentos realizados em laboratório, os pesquisadores extraíram da pele de camundongos células-tronco adultas e, por meio de estímulos químicos, as induziram a se transformar em células de osso, cartilagem ou gordura.
TDC25	[...] usaram uma técnica de edição de genes chamada CRISPR-Cas9 para eliminar a cópia alterada do gene MYBPC3.
TDC27	[...] o uso de marcadores moleculares – trechos de DNA – foi o método mais utilizado para tentar distinguir as espécies de um complexo.

Fonte: O autor

Sabe-se que as imagens utilizadas em textos educativos e científicos contribuem com a exposição do conteúdo de forma interativa, mantendo uma metodologia de ensino mais eficiente. As informações imagéticas se tornam indispensáveis para que os textos de divulgação científica sejam valorizados, já que prendem a atenção dos leitores por mais tempo (AZEVEDO; SCARPA, 2017). Com isso, a maioria dos artigos apresentam esquemas ilustrativos; textos e palavras estratégicas em destaque; figuras coloridas e fotografias reais, demonstrando animais, ambientes e cenas totalmente realistas, possibilitando maior entendimento sobre o assunto abordado do texto.

A imagem abaixo coletada no TDC11, estudo de Moura (2002), demonstra espécies de peixes na costa brasileira:



Figura 4 – Espécies de peixes na costa brasileira

Fonte: Moura (2002, p. 61)

No TDC13, de Boyayan (2004), a Figura 5 apresenta a rã da floresta em seu habitat natural:



Figura 5 – Rã da floresta em seu habitat natural

Fonte: Boyayan (2004, p. 57)

Como exemplo de esquemas ilustrativos, apresenta-se a Figura 6 do TDC24, retirada do estudo de Andrade (2015), cuja finalidade é demonstrar os processos de fusão e fissão mitocondrial:

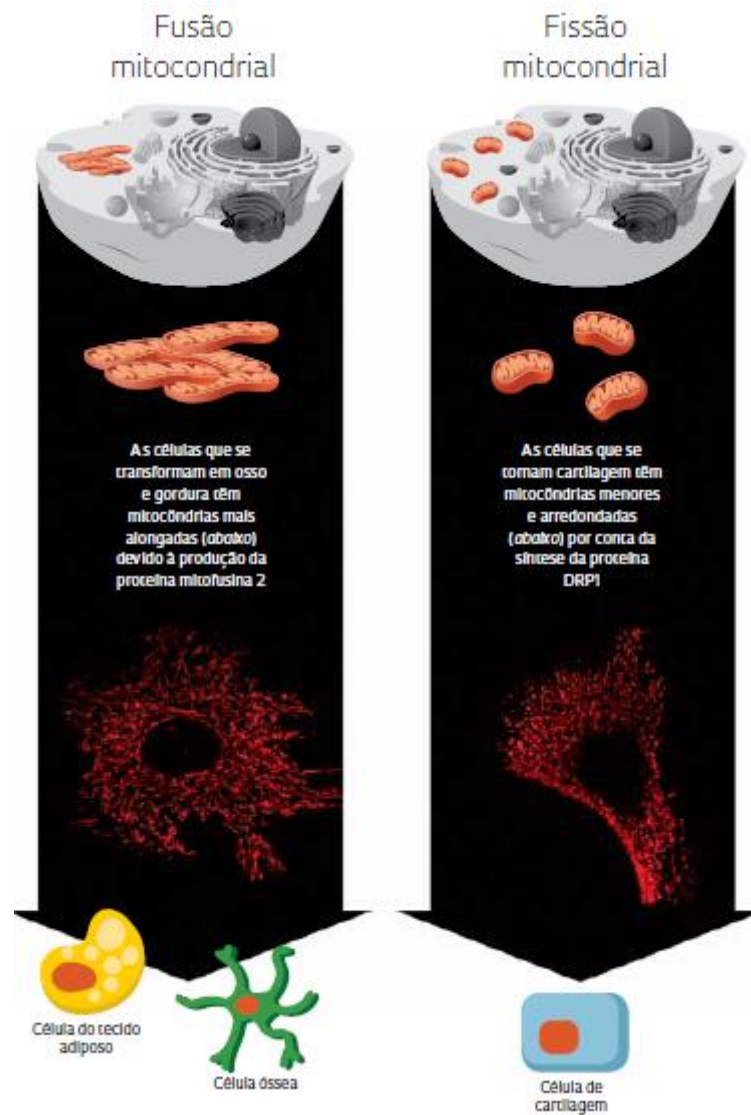


Figura 6 - Processos de fusão e fissão mitocondrial

Fonte: Andrade (2015)

No TDC20, Pivetta (2020) apresenta o esquema evolutivo dos primatas:

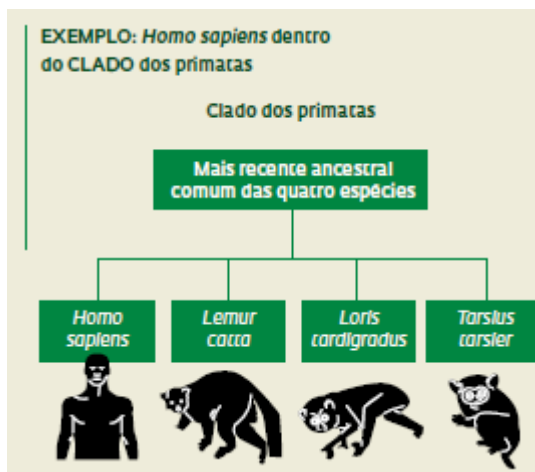


Figura 7 – Evolução dos primatas

Fonte: Pivetta (2020, p. 68)

Pode-se afirmar que essas imagens realistas dos animais em seu habitat natural e com esquemas ilustrativos buscam chamar a atenção, estimulando a percepção visual e o interesse pela mensagem transmitida de forma rápida. Isto é de fundamental importância especialmente no âmbito educativo, a fim de permitir que o aluno coloque em prática sua imaginação, vivenciando a leitura de mundo a partir de seus próprios olhos, essencial para a obtenção do conhecimento propriamente dito.

Os objetivos de descoberta, ordenação e exibição de fatos determinam em parte os métodos exigidos para uma investigação científica bem-sucedida. Também determinante é a natureza do conhecimento que está sendo buscado e as causas explicativas próprias do mesmo. Além da observação cuidadosa, o método científico requer uma lógica como um sistema de raciocínio para organizar adequadamente os elementos que propiciarão a observação (LAUDAN, 1968).

3.5 DADOS CIENTÍFICOS

Os estudos científicos podem ser constituídos tanto por evidências de natureza qualitativa quanto quantitativa, demonstrando os fatores que estão relacionados com os fenômenos analisados. A partir da análise de conteúdo do presente trabalho, constatou-se que todos os TDCs apresentam dados qualitativos e quantitativos, sendo identificados 60 trechos associados nesta categoria. Alguns desses trechos são apresentados no Quadro 10.

Tabela 10 - Trechos encontrados na categoria dados científicos

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	Tanto in vitro como in vivo, a melatonina é capaz de modular o ciclo do parasita. Demos um passo para desvendar a regulação do sincronismo do plasmódio nas células do hospedeiro.
TDC2	[...] o grupo paulista encontrou 219 novas regiões transcritas, que parecem corresponder a cerca de 100 genes que ainda não haviam sido descritos.
TDC3	O grupo descobriu formas diferentes da Pump, assim como já se identificaram cinco variantes da Ucp animal – a Ucp1, a Ucp2 constatada em tecido adiposo branco, a Ucp3 em tecido muscular e as Ucps 4 e 5 no cérebro.
TDC7	O prejuízo chega a 20% da área infestada.
TDC9	[...] a pesquisa exibiu uma variação da temperatura dos recém-nascidos que se repete a cada ciclo de aproximadamente 24 horas – indício evidente de registro do circadiano.
TDC10	Os estudos mostram que o estrôncio apresenta melhor resultado para o desenvolvimento de embriões clones reconstituídos com células de um animal adulto.
TDC12	Seus dados iniciais indicam que os recursos marinhos em águas nacionais que já são alvo de pescarias sistemáticas, de forma industrial ou mesmo artesanal, estão no seu limite máximo de exploração econômica ou até já passaram desse ponto.
TDC14	De 10% a 15% das espécies eram ainda desconhecidas e estão sendo cientificamente descritas.
TDC24	Os pesquisadores observaram que, durante a diferenciação celular, a produção de mitofusina 2 e DRP1 variava de acordo com o destino da célula.
TDC26	[...] indicou que as antenas – ao menos as das formigas <i>Iridomyrmex purpureus</i> – não apenas recebiam, mas também transmitiam sinais químicos.
TDC30	[...] as fêmeas determinam a espécie de seus parceiros de acasalamento pela cor das penas e seu padrão de canto.

Fonte: O autor

Os textos apresentam uma linguagem de fácil entendimento, cujos resultados científicos são transmitidos ao leitor com clareza e objetividade, deixando de lado a linguagem formal normalmente identificada em textos de artigo científicos voltados para cientistas e especialistas. Com isso, supõem-se que os textos possuem

linguagem compatível para serem inseridos no ambiente educativo do Ensino Médio para o ensino da Biologia.

Segundo Dias et al. (2016) os textos de divulgação científica em Ciências, especialmente em revistas especializadas, expõem resultados sobre estudos de temáticas importantes para a sociedade, demonstrando a evolução da Ciência e seu potencial de mutação. Para que estes textos sejam utilizados em sala de aula, é preciso que o professor deixe claro o potencial mutável do conhecimento científico, demonstrando a importância da investigação científica constantes para que ocorra novas descobertas.

Segundo Kemper (2008, p. 115):

O fato de podermos retirar temas de História, Geopolítica e Cultura dos artigos analisados demonstra que os artigos das revistas conectam as ciências exatas às ciências humanas, mostrando que o conhecimento não é, necessariamente, compartimentalizado por área de especialidade. Em especial, a História constantes nos artigos muitas vezes pode ser relacionada à História da Ciência, conteúdo nem sempre contemplado nos currículos da educação formal básica.

Além disso, cabe enfatizar que muitas evidências apresentadas se relacionam com temas transversais, integrando os fenômenos biológicos com outras áreas do conhecimento humano. Os Parâmetros Curriculares determinam que o ensino de Biologia seja praticado através de assuntos capazes de integrar o conhecimento, tratando de questões sociais, ambientais e tecnológicas (DIAS et al., 2016).

Na visão de Silva e Freitas (2006, p.48):

Atribui-se ao professor a responsabilidade e o compromisso de mediar as informações dos TDC, pois algumas vezes, eles podem apresentar conceitos equivocados a respeito de determinados temas. Faz parte do trabalho do professor lembrar que quem escreve estes textos, em geral não é o cientista e sim um jornalista que oferece ao público o que ele próprio compreendeu do assunto em questão, ou seja, uma “tradução” com todos os riscos que isto significa.

De acordo com Dias et al. (2016) embora os TDCs sejam reconhecidos como importantes instrumentos para o ensino em Ciências em sala de aula, seu uso pode apresentar algumas limitações. Cabe aos professores avaliarem a procedência da fonte de informação e a pertinência do assunto, uma vez que a finalidade do uso de TDCs no ambiente educativo é promover a aprendizagem de maneira dinâmica e significativa, minimizando as lacunas do conhecimento.

3.6 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A divulgação científica contribui com o conhecimento da sociedade no geral sobre determinado fenômeno, atuando sobretudo na difusão do conhecimento especialmente para indivíduos leigos, facilitando o acesso aos dados e seu entendimento. Nos TDCs analisados, foi possível identificar que o conteúdo científico assume tarefa importante, uma vez que foram verificadas iniciativas de divulgação científica, principalmente de projetos relacionados à temática analisada nesses trechos. Foram identificados 18 trechos que se dedicam a este objetivo, sendo os temas desses projetos descritos no Quadro 11.

Tabela 11 - Trechos encontrados na categoria divulgação científica

Textos	Descrição dos trechos
TDC8	Implantação de Laboratórios para Produção e Manutenção de Animais Transgênicos.
TDC9	Ritmos de Atividades de Insetos.
TDC10	Estudo da Função e Herança do DNA Mitocondrial (mtDNAJ nos Bovinos: Um Modelo Animal Produzido com Nelore.
TDC11	Peixes Limpadores do Atlântico Sul Ocidental: História Natural, Distribuição e Sistemática.
TDC13	Fisiologia Molecular de Radicais Livres em Sistemas-modelo.
TDC14	Conhecimento, conservação e utilização racional da diversidade da fauna de peixes do Brasil.
TDC18	FAPESP Aedes aegypti cDNA project in partnership with Institut Pasteur — Amsud network.
TDC24	Bioenergética, transporte iônico, balanço redox e metabolismo de DNA em mitocôndrias.
TDC26	Avaliação dos mecanismos exógenos e endógenos que influenciam a variabilidade dos hidrocarbonetos cuticulares em insetos sociais neotropicais.
TDC27	Filogeografia, genômica populacional e variação adaptativa do complexo <i>Pitcairnia lanuginosa</i> (Bromeliaceae).
TDC29	Diversidade e conservação dos anfíbios brasileiros.
TDC30	Avaliação, recuperação e conservação da fauna ameaçada de extinção do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP).

Fonte: O autor

Cabe citar que alguns TDCs se dedicam a divulgar as informações científicas, a partir de fotos e esquemas que visam facilitar o entendimento do público sobre os resultados da pesquisa. Como exemplo, no TDC18, Pivetta (2007) apresenta os resultados de um estudo realizado com diferentes especialistas de vários países, inclusive do Brasil, buscando mostrar a primeira versão do genoma do mosquito *Aedes aegypti*. Cabe ressaltar que o estudo traz a ficha do projeto com informações sobre o nome, modalidade, coordenador e investimento, conforme demonstrado na Figura 8:

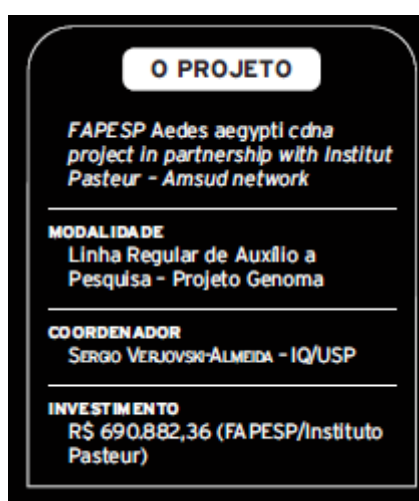


Figura 8 – Informações básicas do projeto

Fonte: Pivetta (2007, p. 51)

Segundo Vieira (2018, p. 13) cabe ao ensino de Biologia “possibilitar ao aluno a participação nos debates contemporâneos que exigem conhecimento biológico, principalmente naqueles que envolvem questões da realidade brasileira, como a importância da nossa biodiversidade para nós e para o mundo”. Com isso, a divulgação dos projetos científicos é uma iniciativa importante para o alcance da alfabetização científica e fortalecimento do raciocínio crítico e reflexivo dos alunos. As estratégias didáticas que valorizam o aprendizado a partir do entendimento de projetos científicos contribui com o potencial de argumentação do educando, e a identificação de vários pontos de vista em sala de aula quando o professor opta por incentivar os debates em grupo.

Um indicativo importante da qualidade de um texto de divulgação científica é seu caráter de isenção na apresentação dos fatos e suas considerações a partir de resultados públicos que possam ser analisados ou reanalisados por

todos os interessados, bem como a qualidade da argumentação desenvolvida. Além de ser o texto do artigo construído de forma a se antecipar às críticas de um leitor considerado já como discordante, se constituindo um espaço de interlocução entre o cientista e o leitor não cientista (PEREIRA, 2014, p. 121).

Gil (2008) afirma que as diferentes formas de conhecimento necessitam estarem melhor embasadas e fundamentadas para atender às necessidades dos indivíduos mais críticos, já que a observação, quando realizada casualmente, incide em graves equívocos, levando a informações contraditórias e conhecimentos insuficientes.

3.7 ENFOQUE CTS

O enfoque CTS permanece embasado nos avanços científico e tecnológico que trazem benefícios para a sociedade, envolvendo assuntos importantes, a fim de analisar os impactos dos fenômenos estudados, possibilitando o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo. Este enfoque trata sobretudo de temas que promovem ao educando o entendimento de sua vivência e sua participação na sociedade, podendo abordar diferentes esferas culturais, políticas, sociais e ambientais. Dessa maneira, nesta categoria, foram identificados 9 trechos que expõem a relação CTS descritos no Quadro 12.

Tabela 12 – Trechos encontrados na categoria enfoque CTS

Textos	Descrição dos trechos
TDC2	No homem, o estudo da interação das proteínas promete ser uma tarefa ainda mais complicada do que o deciframento do genoma.
TDC5	Para Silva, não há preocupação com efeitos sobre a saúde humana, já que o TDI é da mesma família de proteínas já existentes no feijão.
TDC6	O grupo investiga a biologia molecular, a morfologia, a ecologia e o comportamento dos animais.
TDC7	Com os avanços já obtidos, os pesquisadores descortinam claramente a viabilidade da produção em escala industrial, mas ainda não fecharam nenhum acordo com indústrias para o desenvolvimento conjunto dos produtos.
TDC10	O nascimento de Penta reafirmou a liderança brasileira nas pesquisas de clonagem animal na América Latina.

TDC12	Para manter os direitos exclusivos de exploração dos recursos nessa área, a nação deve demonstrar que tem capacidade para explorá-los de forma sustentada, sem precisar abrir suas águas para outros países.
TDC14	Para os pesquisadores, no entanto, o cenário não é animador. A pesca extrativista ultrapassou os limites da sustentabilidade.
TDC21	O maior desafio será desenhar um genoma totalmente novo e escolher que genes serão colocados para que um organismo desempenhe uma determinada tarefa.
TDC22	Se a ideia se mostrar correta, os pesquisadores poderão, no futuro, averiguar a ação de fármacos que atuam nessa via química em modelos animais com quadro similar ao autismo ou diretamente em neurônios humanos, derivados de células iPSC.

Fonte: O autor

A abordagem do enfoque CTS no ensino de Biologia é um dos pontos mais importantes para que o aluno possa alcançar a alfabetização científica e compreenda que a evolução da Ciência e as ferramentas tecnológicas interferem na vida em sociedade (VIEIRA, 2018).

Segundo Teixeira (2017) o ensino de CTS exige que os docentes substituam as metodologias tradicionais por estratégias mais interativas, dinâmicas e capazes de aumentar o interesse e conseqüentemente a percepção do aluno para o conteúdo trabalhado em sala de aula. As temáticas neste âmbito são fundamentais para que o aluno adquira senso crítico sobre o conteúdo científico tratado nos TDCs e sua relação com a vida cotidiana.

3.8 TEMAS ABORDADOS

Com relação aos conteúdos tratados nos artigos, evidencia-se a intensa variedade de assuntos, sendo alguns mais complexos do que os outros. Grande parte dos textos se concentram na área de Biologia animal apresentando as características dos animais em seus habitats naturais, enquanto outros abordam temas referentes à origem e evolução das espécies, bem como Genética.

Tabela - Trechos encontrados na categoria temas abordados

Textos	Descrição dos trechos
TDC1	Para desenvolver novos quimioterápicos, é imprescindível entender os mecanismos que regulam o ciclo de vida do plasmódio.
TDC2	O sequenciamento do genoma humano atesta as semelhanças científicas entre animais, plantas e bactérias.
TDC3	[...]aprofundou-se na bioquímica e descobriu em plantas um tipo de proteína que se acreditava pertencer só a animais.
TDC4	Modelo matemático descreve como o código genético se formou e ajuda a desvendar a origem dos seres vivos.
TDC5	O estudo, de Sérgio Marangoni e seu doutorando José Antônio da Silva, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), também abre perspectivas de elaboração de inseticidas naturais, menos tóxicos.
TDC6	O grupo investiga a biologia molecular, a morfologia, a ecologia e o comportamento dos animais.
TDC7	[...] descobriram substâncias, extraídas de folhas e sementes, que matam formigas cortadeiras como a saúva (<i>Atta sexdens</i>), velha e persistente praga da agricultura brasileira.
TDC8	Equipe da Unifesp consolida a produção pioneira de camundongos transgênicos obtidos pela técnica da microinjeção pronuclear.
TDC9	[...] um grupo de biólogos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP) acompanhou dia a dia o crescimento e a reprodução de colêmbolos.
TDC10	[...] o primeiro clone brasileiro gerado a partir de células de um animal adulto.
TDC11	Equipe da Unicamp desvenda o modo de vida dos peixes-limpadores.
TDC12	Levantamento mapeia a exploração excessiva dos recursos pesqueiros do Brasil.
TDC13	Biólogos de Brasília conseguiram explicar como répteis e anfíbios resistem à brutal transformação por que passam ao sair da hibernação, após muitas semanas vivendo congelados.
TDC14	Biólogos registram 2.122 espécies de peixes de água doce no país.
TDC15	Biólogos descobrem 13 espécies de invertebrados que vivem em sedimentos marinhos.
TDC16	Equipe da pesquisadores vai à Amazônia para vigiar a entrada de doenças emergentes.

TDC17	Haddad, da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, coordena um projeto de mapeamento da diversidade de anfíbios anuros (sapos, rãs e pererecas) do estado de São Paulo.
TDC18	Presença de genes saltadores infla tamanho do genoma do <i>Aedes aegypti</i> , o mosquito da dengue e da febre amarela.
TDC19	Lagoa carioca abriga bactérias magnéticas formadas por várias células.
TDC20	Abordagem integrada do funcionamento do organismo põe em xeque a soberania dos genes.
TDC21	Primeiro organismo controlado por genoma artificial prova que o DNA é realmente a receita química da vida.
TDC22	[...] boa parte dos estudos tenta avançar na compreensão da intrincada base genética do autismo, que pode ser causada por um número ainda desconhecido de mutações e alterações em diferentes genes ou trechos do genoma humano.
TDC23	Animais da mesma espécie têm peçonhas diferentes.
TDC24	Forma e tamanho das mitocôndrias influenciam o amadurecimento celular.
TDC25	Pesquisadores corrigem em embriões humanos mutação associada a uma doença cardíaca.
TDC26	No interior das colônias, abelhas e formigas se reconhecem e se organizam por meio de compostos que recobrem seus corpos.
TDC27	Seres com aspecto similar nem sempre têm uma história evolutiva próxima.
TDC28	Nova forma de classificar os seres vivos privilegia a história evolutiva e abandona as divisões da classificação de Lineu.
TDC29	Observações feitas por pesquisadores mostram que na maior parte das espécies os girinos de uma poça convivem com uma variedade de meios-irmãos por parte de pai, fruto de visitas de uma sucessão de fêmeas ao território do macho.
TDC30	Tons da plumagem e vocalização favorecem a formação de novas espécies em um grupo de aves.

Na área de Genética, um estudo da Equipe FAPESP (2002) expõe a produção pioneira de camundongos transgênicos no laboratório da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) mediante uma técnica chamada de microinjeção pronuclear, demonstrando a importância desses animais para o estudo de doenças e ação de genes de função ignorada.

Pivetta (2010) contextualiza a síntese da criação, confirmando que o DNA é realmente a receita química da vida, a partir da análise do primeiro organismo controlado por genoma artificial. Para tornar o assunto mais atrativo, ilustra o passo a passo do transplante de DNA, descrevendo ainda o caso do clone da ovelha Dolly. Em outro artigo de Pivetta (2010), o autor trata dos neurônios acometidos por disfunção química e que levam ao autismo, ressaltando que as alterações genéticas que causam a doença ainda não são totalmente conhecidas, apesar da causa genética ser de pleno conhecimento.

O clone de bezerras é tema do artigo da Equipe FAPESP (2002) que visa divulgar o nascimento do primeiro clone brasileiro proveniente de células de um animal adulto, ressaltando que o objetivo maior deste feito é o estudo das mitocôndrias, que asseguram a sobrevivência celular por atuarem diretamente na respiração.

Em seu estudo denominado de “Semelhança enganosa entre as espécies”, Fioravanti (2018) trata da possibilidade de animais e plantas apresentarem aspectos similar, porém possuem aspectos evolutivos diferentes. Este estudo se concentra na utilização de marcadores moleculares mediante trechos de DNA, para viabilizar a distinção das espécies.

Geraque (2021, p. 61) apresenta inicialmente o conceito do termo especiação, vastamente adotado no campo da Biologia Evolutiva, adotado para explicar “o processo que leva ao aparecimento de uma nova espécie a partir de um grupo que se destaca dos demais membros de uma população ancestral e acaba desenvolvendo características únicas”. Em seu estudo, é possível entender sobre as principais diferenças entre fêmeas e machos de algumas espécies de pássaros, assim como as reações que um macho adota perante a presença de outro macho em seu território. Trata ainda da questão da vocalização e emissão de sons e cantos que fazem parte de sua rotina no mundo animal.

Na área de Genética humana, Fioravanti e Pivetta (2001) tratam das semelhanças científicas entre animais, plantas e bactérias a partir do sequenciamento do genoma humano, destacando os exemplos de animais e plantas que possuem genomas maiores do que o dos humanos. Fioravanti (2001) trata da evolução das espécies, descrevendo um modelo matemático semelhante a um código genético, descoberto na década de 50.

Zorzetto (2017) apresenta o resultado de diferentes estudos científicos internacionais, realizados nos Estados Unidos, China e Coreia do Sul, sobre mutações

em embriões humanos que predispõe os indivíduos ao desenvolvimento da doença cardíaca.

Ao estudar o interior das colônias de abelhas e formigas, Fioravanti (2017) analisa como é a vida social desses animais a partir da união de duas áreas de conhecimento, a Biologia e a Química. Com isso, o autor busca descrever o comportamento intrigante dos insetos, tratando até mesmo de sua higiene. Ainda no texto, é possível observar uma imagem microscópica das traqueias que constituem uma rede de canais nas asas de uma libélula.

Em outro texto que trata da vida dos insetos, Bicudo (2002) comprova que a vida dos animais é composta por uma variedade de ritmos que incidem em turnos de trabalho e reprodução diários. Expõe uma curiosidade relatando que enquanto alguns insetos possuem um ritmo circadiano de 24 horas, outros adotam um relógio ultradiano com menos de 20 horas e infradianos com mais de 28 horas.

Voltado para a Biologia Marinha, Fioravanti (2005) narra sobre a descoberta de uma Bióloga a existência de dezenas de espécies de animais invertebrados no interior de grãos de areia do fundo do mar. As espécies foram identificadas do assoalho oceânico, sendo observado ainda outras espécies mortas com o esqueleto externo e incrustado nos grãos.

Bicudo (2004) evidencia a grande quantidade de espécies de peixes brasileiros de água doce, mantendo cerca de 1.122 espécies. No decorrer do texto, observam-se ilustrações das principais espécies populares e raras, juntamente com sua descrição e tamanho.

A Ictiologia, estudo dos peixes e sua relação com o meio ambiente é tratada no estudo de Moura (2002) ao estudar os peixes que atuam na limpeza do fundo mar, descrevendo espécies conhecidas como as raias e os de espécies menores como o góbio-néon que apresenta 4 centímetros. O estudo descreve fatos curiosos de diferentes espécies de limpadores, bem como como ocorre a cerimônia de limpeza.

A Equipe FAPESP (2002) no texto “A origem das espécies” também analisam os mecanismos de evolução de peixes que habitam cavernas e águas profundas, identificando as principais diferenças desses animais com outras espécies que vivem em ambiente aberto. Há fatos relevantes e curiosos como a questão dos peixes de caverna apresentarem a perda de visão em quatro etapas, onde inicialmente há a “diminuição do tamanho dos olhos, com preservação das estruturas; desorganização

do cristalino e de estruturas associadas; desorganização da retina; e atrofia do nervo óptico” (EQUIPE FAPESP, 2002, p. 46).

Herpetologia, estudo dos répteis e anfíbios, Guimarães (2006) afirma que sapos, rãs e pererecas apresentam 70 cantos e 29 modos de reprodução, detalhando diferentes espécies que compõem a diversidade da Mata Atlântica. Boyayan (2004) aborda sobre o processo de hibernação dos anfíbios e répteis, trazendo informações sobre os mecanismos que possibilitam a descongelamento em poucas horas, e as dificuldades enfrentadas pelos animais para voltarem à vida.

Stam (2020) por sua vez, relata o comportamento inédito dos sapos bode no processo de reprodução com apenas duas ou três fêmeas. Fioravanti (2011) apresenta os resultados científicos de estudos sobre venenos de diferentes animais, relatando que uma mesma espécie pode apresentar peçonhas diferentes. Este estudo demonstra a importância dessa investigação para que os laboratórios do Instituto Butantan possam produzir soros para o tratamento de picadas de animais peçonhentos.

No campo de Biologia celular e molecular, um artigo da Equipe FAPESP (2000, p. 40) apresenta um estudo molecular e celular do Plasmodium, o vírus causador da Malária, demonstrando que “o hormônio melatonina contido no hospedeiro parece responsável pela fina sincronia do ciclo de vida do parasita dentro do organismo”. Traz dados ainda estatísticos sobre a doença no Norte e Nordeste do Brasil. Por sua vez, Andrade (2015) trata do processo de amadurecimento da célula.

Em seu texto, Pivetta (2007) apresenta os resultados de um estudo realizado com diferentes especialistas de vários países, inclusive do Brasil, onde buscou-se mostrar a primeira versão do genoma do mosquito *Aedes aegypti*. Cabe ressaltar que o estudo traz a ficha do projeto com informações sobre o nome, modalidade, coordenador e investimento.

Tunes (2001) apresenta a descoberta da proteína desacopladora ou Ucp (Uncoupling Protein) que pode ser encontrada em plantas tropicais transgênicas, e não apenas em animais, cujo monitoramento permite identificar quando os frutos estão maduros, e conseqüentemente, reduzindo perdas para as plantações. Este estudo expõe fundamentos e conhecimentos da Biologia que são aplicados nas atividades econômicas desenvolvidas pela sociedade.

O estudo da Equipe FAPESP (2002) também apresenta conhecimento relevante para o cenário econômico, abordando sobre a possibilidade de a semente

de copaíba ser utilizada para combater o caruncho, uma praga crescente e fatal para a Agricultura. Em outro artigo do mesmo ano, denominado de “A inversão do jogo: plantas contra saúvas”, a Equipe FAPESP expõe a possibilidade de se utilizar defensivos naturais provenientes de folhas de Mamona e gergelim são capazes de matar formigas cortadeiras de difícil controle com a saúva. Para identificar quais formigas poderiam ser combatidas, foram analisados os genes nucleares e mitocondriais de diferentes espécies.

No campo da Biologia de sistemas voltada para o desenvolvimento humano, Fioravanti (2007) traz uma abordagem integrada do funcionamento do organismo que vai contra a influência dos genes sobre o desenvolvimento de doenças como o câncer.

Pivetta (2020) apresenta a Taxonomia como uma ferramenta para organizar os seres vivos, considerando suas características naturais e aparência, assumindo requisitos hierárquicos de acordo como as categorias taxonômicas.

Temas associados à consciência ambiental e exploração dos recursos naturais são abordados no estudo de Pivetta (2003) que expõe a problemática da exploração excessiva dos recursos pesqueiros do Brasil, enfatizando o declínio acentuado de algumas espécies como a sardinha e a lagosta.

No âmbito da virologia, Marques (2005) descreve as experiências de uma equipe de pesquisadores na tentativa de monitorar a entrada de doenças emergentes na Amazônia, como a gripe aviária e a febre do oeste do Nilo, que são transportadas por aves, insetos e outros animais. Guimarães (2007) expõe o caso da Lagoa de Araruama, localizada no litoral do Rio de Janeiro, que apresenta uma bactéria multicelular com propriedades magnéticas. A lagoa é constituída por água com alta salinidade o que impede a vida aquática, mas que pode ser habitat para algumas bactérias.

CONCLUSÃO

A Epistemologia explica os fenômenos evolutivos da natureza humana estando pautada na investigação das relações entre Ciência e sociedade, onde são analisados fatos verídicos. A análise epistemológica parte do princípio de que a aquisição do conhecimento não chega a um patamar final, pois o saber é infinito e se encontra em constante mutação. Este processo fomenta a autorreflexão e autocrítica do pesquisador, proporcionando resultados universais. Neste contexto, a Natureza da Ciência juntamente com a Epistemologia promove o entendimento dos fenômenos científicos, a fim de analisar como os mesmos ocorrem e quais teorias e fundamentos os apoiam.

O ensino da Biologia é efetuado a partir de ações pedagógicas que promovam a observação de problemáticas, investigação de respostas e interpretações dos fenômenos associados aos saberes da Ciência, tecnologia e sociedade. Com isso, os textos de divulgação científica são instrumentos relevantes para complementar o ensino da Biologia em sala de aula, uma vez que transmitem informações científicas adaptadas para que os leitores possam compreendê-las facilmente.

Através da análise da Natureza da Ciência de textos de divulgação científica de Biologia da revista FAPESP evidenciou-se que os TDCs apresentam vários elementos implícitos para o professor trabalhar conceitos e elementos relacionados ao processo científico. Todos os textos apresentam o contexto da descoberta dos fenômenos e situações analisados. A maioria dos TDCs apresentam as problemáticas, hipóteses e informações científicas relevantes, promovendo questionamentos e respostas que ampliam as oportunidades de aprendizagem. Poucos estudos abordaram sobre o enfoque CTS, deixando claro a necessidade dos professores se atentarem a importância de complementarem os conteúdos, a fim de trazer discussões sobre situações reais e atuais no campo das Ciências Naturais.

Observou-se que os textos analisados na área de Biologia apresentam uma discussão sobre assuntos de interesse relevante para a sociedade, trazendo informações referentes aos conteúdos de Biologia, que de certo modo, são valiosos para a sociedade no geral, uma vez que aborda sobre questões ambientais, econômicas e sociais. Esses conteúdos são úteis para a produção de saberes e conhecimentos no âmbito científico e educativo. Os temas abordados nos TDCs são extremamente variados, englobando diferentes áreas de estudo foca da Biologia,

como Biologia Animal, Celular, Molecular, Evolutiva, Genética, Ictiologia, Virologia e assuntos relevantes sobre exploração ambiental.

Com esse trabalho, foi possível realizar um produto educacional intitulado “Como usar a análise de conteúdo para analisar artigos de divulgação científica para ensino de Biologia?” que servirá para auxiliar professores e estudantes a como utilizarem análise de conteúdo de artigos de divulgação científica para usa-los no ensino de Biologia.

Mesmo que o presente estudo tenha alcançado os objetivos propostos, é de essencial relevância o desenvolvimento de novas pesquisas e análises epistemológicas que visem o entendimento dos conteúdos e quantificação dos textos de divulgação científica, a fim de propiciar para o campo da Biologia, informações assertivas sobre a qualidade dos textos e assuntos divulgados em revistas da área.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. L. S. S. **Textos de divulgação científica no ensino de Biologia:** possibilidade de uso da leitura para construção de conceitos em uma unidade didática sobre ecologia (2017) Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/24024/1/SandraLuizaSousaSantosDeAlmeida_DISSERT.pdf> Acesso em: 20 de abr. 2022

ALVES, M. A; VALENTE, A. R. A estrutura das revoluções científicas de Kuhn: uma breve exposição. **Griot: Revista de Filosofia**, Amargosa – BA, v.20, n.1, p.173-192, fev. 2020.

AMARAL, I. S; KUENTZER, M; MUNHOS, A. A; CARLAN, F. A; ROCHA, B. H. G; BOBROWSKI, V. L. **Textos de divulgação científica como recursos facilitadores dos processos de ensino e aprendizagem em aulas de biologia** (2016) Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318299400_Textos_de_divulgacao_cientifica_como_recursos_facilitadores_dos_processos_de_ensino_aprendizagem_em_aulas_de_biologia/link/5961165a458515a3570ddad1/download> Acesso em: 15 de set. 2021

ANDRADE, R. O. O destino das células. **Pesquisa FAPESP**, ed. 238, p. 56-57, dez. 2015.

ANSTEY, Peter. **John Locke and Natural Philosophy**. Oxford: Oxford University Press, 2011.

ARAÚJO, K. L; ARAÚJO, W. S. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio:** propostas para o ensino de Biologia. In: Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 20 a 22 de setembro de 2012. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10179/58/58.pdf>> Acesso em: 13 de set. 2021

AZEVEDO, N. H; SCARPA, D. L. **O contato com materiais de divulgação científica pode influenciar as concepções de natureza da ciência?** In: XI Encontro Nacional

de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1675-1.pdf>> Acesso em: 23 de set. 2021

BARBOSA, D. G; ANDRADE, R. D; MEYER, C; SANTOS, M. O; FELDEN, E. P. G. Análise Epistemológica de Teses e Dissertações de Dois Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu da Educação Física sobre Pessoas com Deficiência. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, v. 22, n. 2, p. 285-298, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARZANO, M. A. L; ARAÚJO, M. L. H; JESUS, W. P. Divulgação Científica na Educação em Ciências: experiências do ensino de Biologia e Matemática no projeto “EntreProfessores”, da UEFS. **Boletim Gepem**, n. 69, p. 29-42, 2016.

BEJARANO, N. R. R; BRAVO, A. A; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciênc. Educ.**, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.

BICUDO, F. Nos rios do Brasil. **Pesquisa FAPESP**, ed. 105, p. 52-55, nov. 2004.

BICUDO, F. Sob o jugo de cronos. **Pesquisa FAPESP**, ed. 77, p. 44-47, jul. 2002.

BOYAYAN, M. De volta à vida. **Pesquisa FAPESP**, ed. 99, p. 56-58, mai. 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CACHAPUZ, A; PÉREZ, D. G; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A; PRAIA, J; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CARABETTA JÚNIOR, V. Rever, Pensar e (Re)significar: a Importância da Reflexão sobre a Prática na Profissão Docente. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 34(4), 580-586, 2010.

CASAGRANDE, R. C. **Análise epistemológica das teses e dissertações sobre atendimento educacional especializado: 2000 a 2009 (2011)** Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/1321/1/RosanaCCasagrande.pdf>>
Acesso em: 13 de set. 2021

CHRISTENSEN, M; WELCH, A; BARR, J. Husserlian Descriptive Phenomenology: A review of intentionality, reduction and the natural attitude. **Journal of Nursing Education and Practice**, v. 7, n. 8, p. 113-118, 2017.

COSTA, W. M; PERTICARRARI, A. A contribuição do texto de divulgação científica no processo de ensino e aprendizagem dos ciclos biogeoquímicos. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 922-943, 2020. Disponível em: <<http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/681/376>>
Acesso em: 24 de set. 2021

DIAS, G. R; SILVA, J. M; BENTO, J. I. M; CANTANHEDE, S. C. S; CANTANHEDE, L. B. Textos de divulgação científica: análise e caracterização para utilização no ensino de matemática. **Revemat**, Florianópolis (SC), v.11, n. 1, p. 84-98, 2016.

DINIZ, N. P; REZENDE JÚNIOR, M. F. R. Percepções sobre a natureza da ciência em textos de divulgação científica da revista ciência hoje online. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 4, p. 571-592, 2018.

DURÉ, R. C; ANDRADE, M. J. D; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

EQUIPE FAPESP. A inversão do jogo: plantas contra saúvas. **Pesquisa FAPESP**, ed. 74, p. 46-49, abr. 2002.

EQUIPE FAPESP. A origem das espécies. **Pesquisa FAPESP**, ed. 71, p. 44-46, fev. 2002.

EQUIPE FAPESP. Cobaias sob encomenda. **Pesquisa FAPESP**, ed. 75, p. 36-37, mai. 2002.

EQUIPE FAPESP. Copaíba contra o caruncho. **Pesquisa FAPESP**, ed. 71, p. 46-47, jan. 2002.

EQUIPE FAPESP. Penta, o clone campeão. **Pesquisa FAPESP**, ed. 78, p. 49-50, ago. 2002.

EQUIPE FAPESP. Um avanço contra a malária. **Pesquisa FAPESP**, ed. 60, p. 40-43, dez. 2000.

FARIA, J. H. **Dimensões da Matriz Epistemológica em Estudos em Administração**: uma proposição. In: XXXVI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 22 a 26 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ812.pdf> Acesso em: 13 de set. 2021

FERREIRA, L. N. A; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1, p.3-31, maio 2012.

FIORAVANTI, C. A linguagem química dos insetos. **Pesquisa FAPESP**, ed. 260, p. 44-47, out. 2017.

FIORAVANTI, C. As regras dinâmicas da evolução. **Pesquisa FAPESP**, ed. 66, p. 42-45, jul. 2001.

FIORAVANTI, C. Habitantes dos grãos de areia. **Pesquisa FAPESP**, ed. 112, p. 52-53, jun. 2005.

FIORAVANTI, C. Orquestra afinada sem regente. **Pesquisa FAPESP**, ed. 138, p. 56-59, ago. 2007.

FIORAVANTI, C; PIVETTA, M. Golpe no orgulho vão. **Pesquisa FAPESP**, ed. 62, p. 24-33, mar. 2001.

FIORAVANTI, C. Semelhança enganosa entre as espécies. **Pesquisa FAPESP**, ed. 273, p. 54-57, nov. 2018.

FIORAVANTI, C. Venenos mutantes. **Pesquisa FAPESP**, ed. 182, p. 52-55, abr. 2011.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FONSECA, S. A. R. S; SHITSUKA, R; RISEMBERG, R. I. C. S; SHITSUKA, M. Biologia no Ensino Médio: Os saberes e o fazer pedagógico com uso de recursos tecnológicos. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 1, p. 119-125, 2014.

GAMBOA, S. A. S. **Pesquisa em educação: métodos e Epistemologias**. Chapecó: Argos, 2007.

GERAQUE, E. Cores e cantos da evolução. **Pesquisa FAPESP**, ed. 303, p. 61-63, mai. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, M. Bússolas vivas. **Pesquisa FAPESP**, ed. 137, p. 52-53, jul. 2007.

GUIMARÃES, M. Música no brejo. **Pesquisa FAPESP**, ed. 124. p. 49-52, jun. 2006.

JIANG, F; McCOMAS, W. F. Analysis of Nature of Science Included in Recent Popular Writing Using Text Mining Techniques. **Sci & Educ**, v. 23, p. 1785-1809, 2014.

JULIO, E; SANTOS, K; MORAIS, S; FARIA NETO, A. Estruturação de aplicação da análise de conteúdo. **Revista Ciências Exatas**, v. 23, n. 2, p. 19-29, 2017.

KEMPER, A. **A evolução biológica e as revistas de divulgação científica: potencialidades e limitações para o uso em sala de aula** (2008) Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Dissertacao/revista.pdf> Acesso em: 20 de abr. 2022

KLEIN, C. L; DUTRA, A. P; DATTEIN, R. W; ZANON, L. B; ARAÚJO, M. C. P. **A construção de uma linha do tempo da biologia: a dinâmica da história da ciência** (2015) Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/moeducitec/moeducitec/principal/90.pdf>> Acesso em: 20 de abr. 2022

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LAUDAN, L. Theories of scientific method from Plato to Mach. **History of Science**, v. 7, n. 1, p. 1-63, 1968.

LEDERMAN, N. G; ABD-EL-KHALICK, F; BELL, R. L; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEITE, P. R. M; ANDRADE, A. O; SILVA, V. V; SANTOS, A. M. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. **RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, a. 1, v. 1, n. 1, p. 400-413, 2017.

LIMA, T. S. S. **Os argumentos transcendentais: Kant e o problema de Hume** (2010) Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16442/1/TulioSS_TESE.pdf>

Acesso em: 10 de ago. 2021

LIOTTI, L. C; OLIVEIRA, O. B. **Um estudo sobre o uso de suporte tecnológico no ensino de Biologia – Genética** (2008) Disponível em:

<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1363-8.pdf>> Acesso em:

14 de set. 2021

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARQUES, F. Caçadores de vírus. **Pesquisa FAPESP**, ed. 118, p. 40-43, dez. 2005.

MASSONI, N. T; MOREIRA, M. A; SILVA, M. T. X. Revisitando a noção de Método Científico. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 905-926, 2018.

MATOS, J. C. M. Racionalidade e natureza humana na visão da Epistemologia evolutiva. **Princípios**, v.14, n. 21, p. 105-123, 2007.

MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)** (2006) Disponível em:

<<http://www.fiocruz.br/brasileana/media/MartaAbdalaMendesTese.pdf>> Acesso em:

20 de abr. 2022

MENDES, R. M; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v.47, n.165, p.1044-1066, jul./set. 2017.

MENDONÇA, P. C. C. De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20003, 2020.

MONERAT, C. A. A; ROCHA, M. B. **A Biologia Celular em textos de Divulgação Científica**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de

2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0449-1.pdf>> Acesso em: 20 de abr. 2022

MOURA, B. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, R. Faxina no fundo do mar. **Pesquisa FAPESP**, ed. 79, p. 58-61, set. 2002.

NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da Epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **Rev. Ensaio**, v. 07, n. 127-144, 2005.

OLIVEIRA, C. M. de; BERNARDO, A. M. G; NOGUEIRA, N. O. Aprendizagem significativa no ensino de biologia do Ensino Médio. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.**, a. 5, ed. 2, v. 2, p. 129-152, 2020.

OLIVEIRA, E. A. M; FALK, J. E. W. M; CARVALHO, M. P; GONÇALVES, E. N. C. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio, formação docente e a gestão escolar** (2013) Disponível em: <<https://www.anpae.org.br/simposio26/1comunicacoes/EduardoAugustoMosconOliveira-ComunicacaoOral-int.pdf>> Acesso em: 13 de set. 2021

PEDRANCINI, V. D; NUNES, M. J. C; GALUCH, M. T. B; MOREIRA, A. L. O. R; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PEREIRA, M. R. Contribuições da divulgação científica para o ensino-aprendizagem de ciências e biologia. **Encontros**, a. 12, n. 22, p. 116-133, 2014.

PÉREZ, D. G; MONTORO, I. F; ALIS, J. C; CACHAPUZ, A; PRAIA. J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

PIRES, M. F. N. **Epistemologia: a ciência histórica no século XIX** (2008) Disponível em: <<https://silo.tips/download/Epistemologia-a-ciencia-historica-no-seculo-xix>>

Acesso em: 02 de ago. 2022

PIVETTA, M. A síntese da criação. **Pesquisa FAPESP**, ed. 172, p. 44-54, jun. 2010.

PIVETTA, M. Conexões do autismo. **Pesquisa FAPESP**, ed.173, p. 50-51, jul. 2010.

PIVETTA, M. Os limites do mar. **Pesquisa FAPESP**, ed. 83, p. 33-37, jan. 2003.

PIVETTA, M. Sequência inchada. **Pesquisa FAPESP**, ed. 136, p. 50-51, jun. 2007.

PIVETTA, M. Uma dose de Darwin na taxonomia. **Pesquisa FAPESP**, ed. 294, p. 66-69, ago. 2020.

POPPER, Karl Raimund. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Ed. UnB, 1972.

PRAIA, J. F; CACHAPUZ, A. F. C; PÉREZ, D. G. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PRAIA, J. F; CACHAPUZ, A. F. C; PÉREZ, D. G. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p.127-145, 2002.

RADMANN, T. T. F; PASTORIZA, B. S. Um olhar sobre as produções acerca da divulgação da ciência. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 45, p. 89-106, 2019.

RAMOS, R. C. S; SALVI, R. F. **Análise de conteúdo e análise do discurso em educação matemática: um olhar sobre a produção em periódicos qualis a1 e a2**. IV Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, Brasília, 25 a 28 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/arquivos/9GT94689598053.pdf>> Acesso em: 16 de set. 2021

SANTANA, N. S. **Análise do livro didático:** implicações para o ensino-aprendizagem de botânica no ensino médio (2020) Disponível em: <https://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/40874/1/2020_NeydsonSoaresSantana.pdf> Acesso em: 26 de ago. 2021

SANTOS, L. M. L.; SOUSA, N. P. R.; BARBOSA, A. T. Abordagens epistemológicas no ensino de biologia no encontro nacional de pesquisas em educação em ciências (ENPEC). **Revista Humanidades e Inovação**, v. 7, n. 8, p. 385-395, 2020.

SANTOS, S. C. C.; VALLE, M. G. **Divulgação científica e Epistemologias outras:** possibilidades para o ensino de ciências e biologia. In: VII Congresso Nacional de Educação – CONEDU. Educação como re(existência): mudanças, conscientização e conhecimentos, 15, 16 e 17 de outubro de 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68347>> Acesso em: 16 de set. 2021

SCHÖN, D. A. **Formar professores como profissionais reflexivos.** In: Nóvoa, A. (Coord.). Os professores e a sua formação. Tradução Graça Cunha, Cândida Hespanha, Conceição Afonso e José António Sousa Tavares. Lisboa: Publicações Dom Quixote, p. 77-91, 1992.

SILVA, G. B.; FREITAS, D. S. Quando a genética vira notícia: o uso de textos de divulgação científica (TDC) em aulas de biologia. **Revista Didática Sistemica**, v. 3, p. 41-56, 2006.

SILVA, R. M.; BEZERRA, I. C.; BRASIL, C. C. P.; MOURA, E. R. F. **Estudos qualitativos:** Enfoques Teóricos e Técnicas de Coleta de Informações. Sobral: Edições UVA, 2018. Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/medicina-pa/pesquisa/producao-cientifica/experiencias-qualitativas-ebook>> Acesso em: 18 de set. 2021

SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 321-340, 2017.

STAM, G. O sapo fiel. **Pesquisa FAPESP**, ed. 295, p. 71, ago. 2020.

TUNES, S. A proteína da hibernação. **Pesquisa FAPESP**, ed. 65, p. 42-43, jun. 2001.

TEIXEIRA, P. M. M. **Reflexões sobre o ensino de biologia realizado em nossas escolas** (2017) Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/iii-enpec/o114.htm>>
Acesso em: 14 de set. 2021

VAN MANEN, M. Linking ways of knowing with ways of being practical. **Curriculum Inquiry**, 6(3), 205–228, 1977.

VIEIRA, J. A. P. **Textos de divulgação científica da pesquisa brasileira no ensino de Biologia: ferramenta didática e de popularização da ciência** (2018) Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/230437/001109057.pdf?sequencia=1>> Acesso em: 20 de abr. 2022

WALLACE, M. J. **Educating foreign language teachers: a reflective approach**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

WILSEK, M. A. G; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas** (2009) Disponível em:
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>> Acesso em: 20 de abr. 2022

ZORZETTO, R. A era da edição gênica. **Pesquisa FAPESP**, ed. 258, p. 54, ago. 2017.

ANEXO I

COMPETÊNCIAS NO ENSINO DA BIOLOGIA

EXPRESSÃO E COMUNICAÇÃO	
Na área	Em Biologia
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer em diferentes tipos de texto – jornais, revistas, livros, outdoors, embalagens e rótulos de produtos, bulas de remédio – e mesmo na mídia eletrônica os termos, os símbolos e os códigos próprios das ciências biológicas e empregá-los corretamente ao produzir textos escritos ou orais.
Articulação de dados, símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"> • Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. Por exemplo, transformar em gráficos as estatísticas de saúde pública referentes à incidência de doenças infectocontagiosas em regiões centrais de grandes centros, comparando-as com as de regiões periféricas. Correlacionar esses dados com outros relativos às condições socioeconômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações. • Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar indicadores de saúde pública e de desenvolvimento humano tornados públicos na mídia para compreender seu significado e a condição desigual de vida das populações humanas. • Avaliar a procedência da fonte de informação para analisar a pertinência e a precisão dos conhecimentos científicos veiculados no rádio, na tevê, nos jornais, nas

	<p>revistas e nos livros e que se destinam a informar o cidadão ou a induzi-lo ao consumo, principalmente quando se tratar de assuntos relacionados à saúde, como o uso de medicamentos e de alimentos, para distinguir informação fundamentada da simples propaganda.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar-se de diferentes meios – observação por instrumentos ou à vista desarmada, experimentação, pesquisa bibliográfica, entrevistas, leitura de textos ou de resenhas, trabalhos científicos ou de divulgação – para obter informações sobre fenômenos biológicos, características do ambiente, dos seres vivos e de suas interações estabelecidas em seus habitats.
Elaboração de comunicações	
<p>Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Escrever relatórios, pequenas sínteses e fazer relatos orais, utilizando linguagem específica para descrever com precisão fenômenos biológicos (como, por exemplo, a circulação do sangue nos vertebrados ou a clonagem de um ser vivo), características dos seres vivos observados ao microscópio (como a estrutura básica de uma célula ou de um microrganismo), a olho desarmado (como a distinção entre as diferentes ordens de insetos ou as adaptações de plantas de ambientes secos) ou, ainda, para descrever características de um determinado ambiente (como a caatinga ou os cerrados). • Produzir textos argumentativos sobre temas relevantes, atuais e/ou polêmicos, como, por exemplo, os referentes à biotecnologia, à sexualidade, à biodiversidade e outras questões ambientais. • Elaborar resumos, identificando as idéias principais de um texto, de um filme ou de uma reportagem televisiva relacionadas a temas biológicos. • Escrever resenhas de livros; produzir roteiros para entrevistar especialistas ou membros da comunidade sobre um tema específico, como os problemas de saúde decorrentes do lixo, das enchentes, de hábitos de vida;

	<p>organizar as respostas e apresentar de forma clara e objetiva os resultados obtidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escrever reportagens enfocando as questões críticas para o âmbito local ou geral como as relacionadas a lazer, moradia, trabalho, nutrição, saneamento e outras que dizem respeito a saúde e qualidade de vida.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
<p>Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar dados relacionados a problemas ambientais como a destinação do lixo e do esgoto, o tratamento da água, a ocupação dos mananciais, a poluição dos rios das cidades brasileiras para avaliar as condições de vida da população e posicionar-se criticamente por meio de argumentação consistente. • Comparar diferentes posicionamentos de cientistas, ambientalistas, jornalistas sobre assuntos ligados à biotecnologia (produção de alimento transgênico, terapia gênica, clonagem), avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica. • Analisar de que maneira textos didáticos, revistas, jornais, programas de tevê e rádio tratam questões relativas à sexualidade como as questões de gênero, as expressões da sexualidade, as relações amorosas entre jovens, as doenças sexualmente transmissíveis, distinguindo um posicionamento isento, bem fundamentado do ponto de vista científico, da simples especulação, do puro preconceito ou de tabus.

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO	
Na área	Em Biologia
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
<p>Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar em experimentos ou a partir de observações realizadas no ambiente como determinadas variáveis – tempo, espaço, temperatura e outras condições físicas – interferem em fenômenos biológicos, como, por exemplo, a influência da temperatura no crescimento de

	<p>microrganismos e no metabolismo dos seres vivos, da salinidade do meio para as trocas de nutrientes ou trocas gasosas, da exposição da planta ao Sol na sua reprodução e propor maneiras para controlar os efeitos dessas variáveis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório, ou que envolvem um universo grande, para solucionar problemas tais como: prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias, ou estabelecer relações entre hábitos pessoais e culturais e desenvolvimento de doenças.
Interações, relações e funções, invariantes e transformações	
<p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos. Alterações em qualquer de suas partes desequilibram seu funcionamento, às vezes de maneira irreversível, como ocorre no corpo humano, quando da falência de determinados órgãos, ou quando, em um ecossistema, ocorre perturbação em um dos níveis da teia alimentar. • Identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida. Assim, por exemplo, identificar a predominância de plantas muito altas nas matas tropicais, apontando a relação entre essa característica, a densidade populacional e a necessidade de buscar luz nos estratos superiores, ou, ainda, constatar a presença de folhas mais largas nas plantas que estão crescendo nos estratos inferiores, se comparadas às dos estratos superiores de uma mata densa, relacionando essa característica com o aumento da capacidade de receber luz devido à ampliação da superfície foliar.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas	

<p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer uso de escalas para representar organismos, parte deles e estruturas celulares. • Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos. Por exemplo, confrontar as hipóteses dos alunos sobre a origem da vida com as apresentadas pela ciência; antecipar os resultados de um experimento que esteja avaliando a influência de fatores ambientais – luz, umidade, temperatura – na germinação de sementes e compará-los com os dados experimentais.
Modelos explicativos e representativos	
<p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos, como o transporte de nutrientes através das membranas celulares, a organização do código genético, a duplicação do DNA, a transcrição do RNA e a síntese de proteínas. • Desenvolver modelos explicativos sobre o funcionamento dos sistemas vivos como as trocas realizadas pelas células e pelos organismos, a obtenção e a circulação de nutrientes nos animais e nos vegetais.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
<p>Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo ou o fluxo da energia nos sistemas biológicos; os conhecimentos geográficos e históricos para compreender a preservação ou a destruição dos ambientes naturais e mesmo para compreender a produção do próprio conhecimento biológico.

CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL

Na área	Em Biologia
Ciência e tecnologia na história	

<p>Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber os conhecimentos biológicos como interpretações sobre o funcionamento e as transformações dos sistemas vivos construídas ao longo da história e dependentes do contexto social em que foram produzidas. • Analisar ideias biológicas como a teoria celular, as concepções sobre a hereditariedade de características dos seres vivos, ou, ainda, as teorias sobre as origens e a evolução da vida como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram, seja por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
<p>Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a presença dos conhecimentos biológicos e da tecnologia no desenvolvimento da sociedade. Perceber, por exemplo, que eles contribuem para preservar e prolongar a vida humana ao possibilitarem a produção de medicamentos, vacinas, tecnologia para diagnóstico e tratamento, conservação de alimentos. • Reconhecer as formas pelas quais a Biologia está presente na cultura nos dias de hoje, seja influenciando visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias, artísticas.
Ciência e tecnologia na atualidade	
<p>Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar os avanços científicos e tecnológicos com a melhoria das condições de vida das populações, como, por exemplo, o uso de vacinas com a conseqüente queda nas taxas de mortalidade infantil; o saneamento básico e a redução na incidência de doenças infectocontagiosas. • Analisar a distribuição desigual pela população dos efeitos positivos decorrentes da aplicação dos conhecimentos biológicos e tecnológicos na medicina, na agricultura, na indústria de alimentos. • Perceber os efeitos positivos, mas também perturbadores, da ciência e da tecnologia na vida moderna como, por exemplo, reconhecer o papel dos antibióticos na preservação da vida e, ao mesmo tempo,

	<p>as alterações que esses medicamentos vêm introduzindo nas populações microbianas e as consequências dessas modificações para a manutenção da saúde dos indivíduos ou, ainda, compreender a importância do uso de defensivos agrícolas para a produção de alimentos e os efeitos danosos dessas substâncias nos ecossistemas.</p>
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
<p>Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a importância dos procedimentos éticos na aplicação das novas tecnologias para o diagnóstico precoce de doenças e do uso dessa informação para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e dignidade. • Avaliar a adequação do uso de procedimentos invasivos para o tratamento de determinadas disfunções. • Avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização da manipulação genética em saúde: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA.