



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências
Campus de Bauru
Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência

GISELE FERNANDA LICERRE

**ANÁLISE DE SUBSÍDIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMITÊ DE ÉTICA
EM PESQUISA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Bauru
2025

GISELE FERNANDA LICERRE

**ANÁLISE DE SUBSÍDIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMITÊ DE ÉTICA
EM PESQUISA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Bauru – Programa de Pós – Graduação em Educação para a Ciência como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Prof. Dr. Jair Lopes Junior.

Bauru
2025

L698a	Licerre, Gisele Fernanda Análise de subsídios para a implementação de um comitê de ética em pesquisa na educação básica / Gisele Fernanda Licerre. -- Bauru, 2025 134 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru Orientador: Jair Lopes Junior 1. Ética. 2. Ensino Médio. 3. Alfabetização. 4. Letramento. 5. Comitê de Ética em Pesquisa. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GISELE FERNANDA LICERRE, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 30 dias do mês de maio do ano de 2025, às 15h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GISELE FERNANDA LICERRE, intitulada **Análise de subsídios para a implementação de um comitê de ética em pesquisa na Educação Básica**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. JAIR LOPES JUNIOR (Orientador - Participação Virtual) do Departamento de Psicologia / Unesp / Câmpus de Bauru, Profa. Dra. ANA MARIA KLEIN (Participação Virtual) do Departamento de Educação / UNESP/Câmpus de São José do Rio Preto, Profa. Dra. MARCIA LOPES REIS (Participação Virtual) do Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma virtual, a discente recebeu o conceito final: **APROVADA**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo Presidente da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **JAIR LOPES JUNIOR**
Data: 04/06/2025 07:48:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JAIR LOPES JUNIOR

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus três grandes filhos, Moema, Maitê e Thato, que na imensidão de generosidade, me navegam por mares mais calmos e felizes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente ao Professor Jair Lopes Junior pela sua orientação diligente, paciência inesgotável e apoio constante ao longo desta jornada acadêmica.

À minha família, que sempre valorizou os estudos como um caminho digno e me proporcionou todo o suporte necessário para alcançar este marco em minha vida.

Aos meus amigos, pelo encorajamento incansável e pelo apoio incondicional, que foram fundamentais nos momentos desafiadores.

Aos meus queridos professores e alunos, cujo conhecimento compartilhado e colaboração foram alicerces essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Pior que não terminar uma viagem é nunca partir.
Amyr Klink

LICERRE, G. F. **Análise de subsídios para a implementação de um Comitê de Ética em Pesquisa na Educação Básica.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2025.

RESUMO

Este estudo teve como foco a dimensão ética da pesquisa científica no Ensino Médio, com ênfase no componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Considerou-se o papel da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), das coleções didáticas aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O objetivo foi reunir subsídios que favoreçam a implantação de comitês de ética em pesquisa no Ensino Médio. A pesquisa, de abordagem qualitativa e natureza documental, foi desenvolvida em duas etapas. A primeira consistiu na análise das resoluções do CNS (nº 196/96, 466/2012, 510/2016 e 674/2022), das quais foram extraídos preceitos de comportamento ético em pesquisa. A segunda etapa envolveu a análise da presença da dimensão ética nas competências e habilidades da BNCC e nas propostas didáticas de uma coleção do PNLD, cotejando-as com os preceitos extraídos. Os resultados indicaram referências limitadas à ética na produção e divulgação do conhecimento científico. O estudo defende a inserção intencional dos preceitos éticos nas práticas de letramento científico e propõe sua integração sistemática nos documentos curriculares, materiais didáticos e práticas pedagógicas. Também aponta para a importância da formação docente voltada à ética na pesquisa científica como desdobramento futuro.

Palavras-chave: Ética, Ensino Médio, alfabetização, letramento, comitê de ética em pesquisa.

LICERRE, G. F. **Analysis of subsidies for the implementation of a Research Ethics Committee in Basic Education.** Dissertation (Master's) – Postgraduate Program in Science Education. Faculty of Sciences, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2025.

ABSTRACT

This study focused on the ethical dimension of scientific research in Brazilian high schools, with an emphasis on the curricular component of Natural Sciences and their Technologies. It considered the role of the National Common Curricular Base (BNCC), the textbook collections approved by the National Textbook Program (PNLD), and the Resolutions of the National Health Council (CNS). The objective was to gather elements to support the implementation of research ethics committees in secondary education. This qualitative, documentary-based research was developed in two stages. The first involved the analysis of CNS Resolutions No. 196/96, 466/2012, 510/2016, and 674/2022, from which ethical principles for research conduct were extracted. The second stage comprised an analysis of how the ethical dimension appears in the competencies and skills outlined by the BNCC and in the didactic proposals of a PNLD textbook collection, comparing them with the extracted ethical principles. The findings revealed limited references to ethics in the production and dissemination of scientific knowledge. The study advocates for the intentional

incorporation of ethical principles into scientific literacy practices and proposes their systematic integration into curricular documents, teaching materials, and pedagogical practices. It also highlights the importance of teacher training focused on research ethics as a necessary future development.

Keywords: Ethics, High School, literacy, research ethics committee.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Delineamento adotado na pesquisa documental efetuada.....	34
Quadro 2 – Competência 1 de CNT e suas habilidades.....	41
Quadro 3 – Competência 2 de CNT e suas habilidades.....	42
Quadro 4 – Competência 3 de CNT e suas habilidades.....	44
Quadro 5 – Tópicos das Resoluções CNS considerados para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 1 da BNCC – Ensino Médio – componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.....	74
Tabela 2 – Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 2 da BNCC – Ensino Médio – componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.....	77
Tabela 3 – Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 3 da BNCC – Ensino Médio – Componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.....	80
Tabela 4 – Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com as três competências da BNCC – Ensino Médio – Componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização de capítulos e unidades - Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos no volume.....	47
Figura 2 – Organização de capítulos e unidades - Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos no volume.....	48
Figura 3 – Livro Didático - Capa e Sumário.....	49
Figura 4 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.....	50
Figura 5 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.....	51
Figura 6 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.....	52
Figura 7 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.....	53
Figura 8 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.....	54
Figura 9 – Livro do Estudante – apresentação.....	55
Figura 10 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.....	55
Figura 11 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.....	56
Figura 12 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.....	57
Figura 13 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.....	58
Figura 14 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.....	59
Figura 15 – Organização das Áreas de Conhecimento.....	61
Figura 16 – Temas Contemporâneos Transversais.....	61
Figura 17 – Ferramentas, Recursos e Metas.....	62
Figura 18 – Orientações, sugestões e respostas para cada Unidade.....	91
Figura 19 – Orientações, sugestões e respostas para cada Unidade.....	92
Figura 20 – Objetivos da Unidade 1.....	93
Figura 21 – Justificativas da Unidade 1.....	94
Figura 22 – Objetivos do Capítulo 1 da Unidade 1	95
Figura 23 – Abertura Capítulo 1, Unidade 1 – Livro do Estudante.....	97
Figura 24 – Atividades do Capítulo 1, Unidade 1.....	98

Figura 25 – Objetivos do Capítulo 2, Unidade 1.....	100
Figura 26 – Orientações do box Trocando Ideias do Capítulo 2, Unidade 1.....	101
Figura 27 – Box Acompanhamento da Aprendizagem do Cap. 2, Unidade 1...	102
Figura 28 – Box Acompanhamento da Aprendizagem – continuação.....	103
Figura 29 – Box Metodologias Ativas do Capítulo 2, Unidade 1.....	105
Figura 30 – Box Metodologias Ativas – Continuação.....	106
Figura 31 – Box BNCC em destaque do Capítulo 2, Unidade 1.....	108
Figura 32 – Box Investigue, capítulo 2, Unidade 1.....	109
Figura 33 – Atividades do Capítulo 2, Unidade 1.....	112
Figura 34 – Box Metodologias Ativas.....	114

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CEPs	Comitês de Ética em Pesquisa
CHS	Ciências Humanas e Sociais
CIOMS	Conselho para Organizações Internacionais de Ciências Médicas
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CNS	Ciência, Natureza e Sociedade
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CT	Ciência e Tecnologia
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
FNS	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICH	<i>International Conference of Harmonization</i>
INCT-CPCT	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Comunicação Pública da Ciência e da Tecnologia
LD	Livro Didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MBA	<i>Master of Business Administration</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAHO	<i>Pan American Health Organization</i>
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PECEGE	Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas
PNE	Plano Nacional de Educação
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
Unesp	Universidade Estadual Paulista

USP

Universidade de São Paulo

TDIC

Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Breves apontamentos biográficos.....	15
1.2	Justificativa.....	16
1.3	Objetivo.....	17
1.4	Estrutura da Dissertação.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Ética e Pesquisa: Aspectos Históricos	19
2.2	Ética e Pesquisa Alfabetização Científica e Letramento Científico.....	24
2.2.1	Alfabetização.....	24
2.2.2	Letramento.....	26
2.2.3	Alfabetização Científica e Letramento Científico.....	28
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	Procedimentos para o levantamento e análise de dados.....	33
3.2	Documentos Analisados.....	36
3.3	As resoluções CNS e os preceitos éticos.....	36
3.3.1	A Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	40
3.3.2	O Livro Didático.....	46
4	RESULTADOS.....	64
4.1	Normas e preceitos.....	65
4.2	O componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) na BNCC e a dimensão ética.....	73
4.3	O Livro Didático e as dimensões éticas.....	91
5	CONCLUSÕES	117
6	REFERÊNCIAS.....	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 Breves apontamentos biográficos

A presente dissertação insere-se no percurso da autora desde o curso de *Master of Business Administration* (MBA) em Gestão Escolar realizado pelo Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (PECEGE), na Universidade de São Paulo (USP), iniciado em 2020. Na época, já atuando na coordenação pedagógica de uma escola de Ensino Médio na rede privada de ensino, cujo currículo integrava um componente de iniciação científica, sentimos a necessidade de submeter algumas produções dos alunos a um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Na dificuldade em encontrar um CEP externo que acolhesse uma pesquisa vinda da Educação Básica, decidimos por iniciar a estruturação do nosso próprio comitê, no qual docentes e discentes atuariam como membros. Na busca por caminhos que nos repertoriassem, chegamos ao trabalho de conclusão do referido curso com o título “Revisão sistemática sobre Comitê de Ética em Pesquisa: contribuições à gestão escolar”, que consistiu em uma revisão sistemática sobre a implantação de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) em instituições educacionais brasileiras, especialmente nas escolas de Educação Básica.

Em Licerre (2021), a revisão sistemática considerou a busca por artigos no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e dissertações e teses da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) utilizando a palavra-chave “Comitê de Ética” no título e o português como idioma, entre 2011 e 2021. O critério de inclusão para a análise da pesquisa foi focar na apresentação e discussão dos aspectos gerais relacionados às contribuições do CEP, suas dificuldades e funcionamento. Foram excluídos trabalhos que abordassem temas específicos, como fármacos, protocolos de análise bioética, entre outros. Como resultados da revisão, nenhum trabalho foi encontrado discutindo a ética em pesquisa na educação básica e a implementação de CEP, o que indica que a prática de pesquisa escolar já poderia ocorrer de forma desconectada da reflexão sobre o contexto de produção de dados e as preocupações éticas envolvidas.

O ingresso no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, na Unesp Bauru, ocorreu com a intenção de dar continuidade à pesquisa, porém, aprofundando na investigação e na “Análise de subsídios para a implementação de

um comitê de ética em pesquisa na escola de Educação Básica”, buscando entender se e como o currículo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio oferece condições para formar alunos capazes de atuar eticamente em situações de tomada de decisões perante a ciência.

No presente, atuando na direção escolar, esta pesquisa é fundamental, pois funciona como um indicador essencial para a (re)elaboração da Proposta Pedagógica e o planejamento de futuras ações educacionais. Ela permite a tomada de decisões mais informadas, orienta a revisão de conteúdos e metodologias, e facilita a implementação de inovações que possam promover um ambiente de aprendizagem inclusivo e alinhado às demandas atuais.

1.2 Justificativa

A relevância social desta dissertação se justifica pela necessidade de aprimorar a formação ética dos estudantes da Educação Básica, especialmente no que se refere à ética na pesquisa científica. A limitação do contato dos alunos com a dimensão ética da produção científica é um fator crítico que tem gerado, ao longo do tempo, lacunas no entendimento dos estudantes sobre o impacto da ciência na sociedade. A ausência de uma abordagem sistemática e integrada da ética nas práticas de pesquisa no Ensino Médio compromete a formação integral dos alunos, limitando sua capacidade de lidar com os dilemas éticos que emergem da ciência e da pesquisa científica.

Cabe considerar e questionar, em um contexto educacional em que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) preconiza a valorização da pesquisa científica e colaborativa, em que extensão ainda se constata a predominância de práticas pedagógicas centradas na transmissão de conteúdos. Dessa forma, a incorporação da ética como uma dimensão transversal no ensino de Ciências da Natureza se apresenta como uma necessidade urgente na Educação Básica. É preciso promover um ambiente educacional que permita aos estudantes desenvolver habilidades e competências para pensar criticamente sobre as implicações éticas da ciência, estimulando a formação de uma postura cidadã responsável.

1.3 Objetivo

Esta pesquisa tem como objetivo constituir subsídios que favoreçam a implementação de um comitê de ética em pesquisa no Ensino Médio, com a finalidade de fomentar conhecimentos que contribuam para a formação ética dos estudantes em ciência e pesquisa, no contexto da alfabetização e do letramento científico.

- Examinar as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) — nº 196/1996, 466/2012, 510/2016 e 674/2022 — com o objetivo de identificar princípios e preceitos éticos aplicáveis à pesquisa científica no contexto educacional.
- Analisar as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no que se refere à abordagem da dimensão ética na formação científica dos estudantes do Ensino Médio.
- Investigar como as coleções didáticas do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) abordam a ética na pesquisa científica nas propostas de ensino do componente Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

1.4 Estrutura da Dissertação

Nesta dissertação, cada seção fornece descrições, estabelecendo as bases para discussões posteriores. A estrutura visa construir um entendimento progressivo do tema, explicitando evidências que possam fundamentar reflexões e argumentos nas etapas subsequentes com ênfase na proposição de subsídios para a implementação de um comitê de ética em pesquisa na Educação Básica.

A dissertação está estruturada em cinco seções, sendo a primeira dedicada à introdução, com a apresentação do tema central da pesquisa, contextualizando-o no campo de estudo e incluindo uma breve biografia da autora, que destaca sua trajetória acadêmica e profissional como motivação para a escolha do tema. A seção também define a questão de pesquisa, explicita a justificativa e a relevância do estudo, particularmente no contexto educacional e ético da Educação Básica. O objetivo da pesquisa busca analisar evidências de subsídios para a implementação de um Comitê

de Ética em Pesquisa no Ensino Médio e promover o letramento científico e ético entre os estudantes. A metodologia de pesquisa tem foco na análise documental e na abordagem qualitativa e, por fim, discute-se o impacto social da pesquisa, evidenciando como seus resultados podem contribuir para a formação ética dos alunos e a melhoria da prática pedagógica.

A segunda seção da dissertação aborda a fundamentação teórica sobre a ética na pesquisa, destacando aspectos históricos, conceituais e didáticos essenciais para sua implementação no Ensino Médio. Inicialmente, explora a evolução da ética na pesquisa científica, desde os abusos históricos até as normativas atuais, como as Resoluções 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Em seguida, discute a importância da alfabetização e letramento científico, enfatizando a necessidade de desenvolver a capacidade crítica dos alunos em relação à ética na produção de conhecimento. A seção também aborda as diretrizes curriculares, como a BNCC, que orientam a integração da ética científica no currículo escolar, com destaque para o componente de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A seção considera também as dimensões de um Livro Didático selecionado ao longo da pesquisa.

A terceira seção expõe a metodologia qualitativa e utiliza a análise focada nas Competências e Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) da BNCC, bem como os livros didáticos de CNT adotados pelo PNLD. O objetivo é investigar como esses documentos abordam a ética na pesquisa científica, à luz dos preceitos éticos estabelecidos pelas Resoluções 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22 do CNS. A análise segue as etapas de pré-análise, exploração do material, seleção de conteúdo e tratamento dos resultados, permitindo identificar lacunas e oportunidades de integrar a ética científica no currículo escolar, promovendo o letramento científico ético dos alunos.

Na quarta seção, serão apresentados os resultados, fruto de uma análise que envolveu a investigação da presença e da abordagem dos preceitos éticos relacionados à pesquisa científica nos materiais curriculares e didáticos do Ensino Médio. Através da análise detalhada desses documentos, buscou-se identificar como a ética na pesquisa é tratada ou omissa, e como essas discussões podem influenciar o letramento científico e ético dos estudantes. Os resultados aqui apresentados, juntamente com a base teórica, refletem as evidências emergentes dessa análise,

destacando lacunas e possíveis oportunidades de integração da ética no currículo e nas práticas pedagógicas do Ensino Médio.

Na quinta seção, serão apresentadas as conclusões da pesquisa, nas quais serão discutidos os principais resultados obtidos, suas implicações para o contexto educacional e as possíveis contribuições para o aprimoramento do ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, especialmente no que tange à integração da ética na formação dos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ética e Pesquisa: Aspectos Históricos

Esta subseção foi elaborada com base nos estudos de Magalhães (2013), que apresenta eventos históricos essenciais para a compreensão da ética na ciência. Além disso, são consideradas as contribuições de Brooks (2017), que discute maneiras de identificar e enfrentar questões éticas em pesquisas no campo educacional. A partir dessas referências, busca-se contextualizar a importância da ética científica no desenvolvimento de práticas de pesquisa mais responsáveis e conscientes.

Do ponto de vista histórico, a ética em pesquisa com seres humanos é moldada por eventos significativos que estabeleceram os princípios e normas fundamentais que regulam essa prática:

O termo que caracteriza as questões éticas que envolvem qualquer tipo de vida é denominado bioética, que também pode ser definida como estudo transdisciplinar que investiga as condições necessárias para uma administração responsável da vida em geral e considera as questões nas quais não existe consenso moral.(Magalhães, 2013, p. 22)

Magalhães (2013) destaca, especialmente, o dia 9 de dezembro de 1946, quando um tribunal militar americano processou 23 médicos e administradores alemães por crimes de guerra e contra a humanidade, em decorrência dos experimentos médicos realizados em prisioneiros de campos de concentração nazistas. Esses experimentos, conduzidos sem consentimento, resultaram em mortes, sequelas permanentes e sofrimento indescritível. Os participantes estavam em uma

situação de extrema vulnerabilidade, sendo vítimas de abusos que desconsideraram totalmente seu bem-estar.

Como resposta a essas atrocidades, foi criado um conjunto de diretrizes éticas com o objetivo de regulamentar a pesquisa científica envolvendo seres humanos e prevenir a repetição de episódios semelhantes. O Código de Nuremberg, formalizado em 1948, foi o marco mais emblemático desse movimento. Embora não tivesse força de lei obrigatória, o Código estabeleceu que o consentimento voluntário dos participantes é imprescindível. Além disso, reforçou que os benefícios da pesquisa devem sempre superar os riscos envolvidos, colocando a responsabilidade dos pesquisadores na garantia da segurança e do bem-estar dos participantes.

Esse marco histórico teve um impacto profundo na regulamentação das pesquisas científicas com seres humanos, contribuindo para a criação de um sistema ético que visa proteger os participantes e garantir que a ciência não fosse usada como uma ferramenta de abuso e exploração. O Código de Nuremberg representou um passo essencial para prevenir danos aos sujeitos da pesquisa, como os sofridos durante os experimentos médicos nazistas da Segunda Guerra Mundial.

O movimento ético não se limitou à criação do Código de Nuremberg. Com o passar dos anos, novas diretrizes e marcos éticos foram estabelecidos, como a Declaração de Helsinque (1964), que detalhou as normas para a pesquisa biomédica, com foco na proteção de grupos vulneráveis. Esses documentos, juntamente com o debate contínuo sobre ética, formaram a base para as regulamentações modernas de pesquisa científica. Assim, a ética em pesquisa com seres humanos se consolidou como um campo dinâmico e em constante evolução, sempre em busca de melhorias diante dos desafios e questões emergentes.

Magalhães (2013) também menciona a Declaração de Helsinque, elaborada pela Associação Médica Mundial em 1964, que tratava da necessidade de um documento mais detalhado sobre pesquisa biomédica, visando ampliar a proteção para indivíduos vulneráveis. Em 1975, a avaliação ética de projetos de pesquisa passou a ser obrigatória. Em 2008, a Declaração passou a exigir que o consentimento fosse formalizado por escrito, garantindo que os participantes tivessem direito a tratamentos e diagnósticos adequados. A Organização Mundial da Saúde (OMS) contribuiu com as Diretrizes Éticas Internacionais para Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, criadas em 1982 e revistas em 2002, alinhando-se aos princípios da Declaração de Helsinque:

Muitos países aprovaram leis e regulamentos para a avaliação de dados sobre a segurança, qualidade e eficácia de novos produtos médicos. Embora os sistemas regulatórios fossem diferentes, eles estavam baseados nas mesmas obrigações fundamentais. Apesar disso, não havia uniformização nas exigências requeridas pelos diferentes países. Com o objetivo de ajudar a padronizar os requisitos necessários para o desenvolvimento de pesquisas pelos três maiores mercados farmacêuticos globais (União Europeia, Japão e os Estados Unidos), foi realizada em 1990 a Conferência Internacional para a Harmonização (INTERNATIONAL 25 CONFERENCE OF HARMONIZATION - ICH). (Magalhães, 2013, p. 24)

Em 2005, a *Pan American Health Organization* (PAHO) e a OMS estabeleceram as Boas Práticas Clínicas, com o intuito de estabelecer normas para pesquisas clínicas com seres humanos na América do Sul, sendo a primeira norma focada especificamente na América Latina. No Brasil, conforme Magalhães (2013), a primeira resolução que abordou as questões éticas em pesquisas com seres humanos foi promulgada em 1988 pelo CNS. Esse documento estabeleceu diretrizes para a pesquisa na área da saúde e introduziu a criação dos CEPs.

Em 1995, uma revisão foi realizada por um grupo multiprofissional e, em 1996, foi promulgada a Resolução 196/96, que revogou a Resolução anterior e estabeleceu as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. Com isso, toda pesquisa com seres humanos passou a ser submetida a um CEP, com a responsabilidade da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep). Desde então, diversos ajustes têm sido feitos para aprimorar a atuação dos CEPs no Brasil.

A Resolução nº 196/1996 do CNS foi a primeira a estabelecer diretrizes éticas para pesquisas com seres humanos no Brasil. Em 2012, a Resolução nº 466 é escrita para substituir a 196/96, ampliando e atualizando esses princípios, com foco reforçado na dignidade, na autonomia e nos direitos dos participantes.

Em 2016, foi criada a Resolução 510/2016, que estabelece normas específicas para pesquisas nas áreas de ciências humanas e sociais. Essa iniciativa surgiu após discussões com a comunidade acadêmica que apontaram a inaplicabilidade das Resoluções 196/96 e 466/2012 no contexto da pesquisa social. Em um contexto mais amplo, a Resolução CNS 674/22 desempenha um papel fundamental ao definir diretrizes gerais para a pesquisa em saúde. Essa norma é essencial para garantir que a ética seja respeitada, abordando questões contemporâneas e incorporando novas abordagens. Um dos principais focos da Resolução 674/22 é a proteção dos

participantes, destacando a importância do consentimento informado e a consideração das vulnerabilidades dos grupos envolvidos.

Quando analisadas em conjunto, a Resolução 510/2016 e a CNS 674/22 formam um conjunto sólido de diretrizes éticas, que evidenciam a necessidade de adaptar as normas às especificidades de cada tipo de pesquisa. Entretanto, apesar da criação de várias diretrizes e marcos legais, o histórico da ética em pesquisa com seres humanos ainda revela lacunas que possibilitam práticas fora das normas estabelecidas. Isso demanda uma reflexão contínua sobre a atuação futura dos CEPs, visando fortalecer a integridade ética nas investigações. Brooks (2017, p. 17) destaca que a condução ética de pesquisas é importante por si mesma. Ser ético na pesquisa contribui para a validação de hipóteses e qualifica um trabalho diante da sociedade científica, sendo mais justo com aqueles que participaram dela e com os que a usarão como referência para desenvolverem novas pesquisas:

Hammersley e Traianou (2012b) diferenciam entre duas abordagens de ética. Eles sustentam que muitos pesquisadores assumem que a ética é principal ou exclusivamente sobre a forma como tratam aqueles que estudam e contrastam isso com sua própria abordagem, que se concentra, em vez disso, na produção de conhecimento. Do seu ponto de vista, os autores afirmam que o objetivo da ética em pesquisa é “[...] produzir condições que alcancem um limiar relativamente elevado em termos de validade provável e contribuam para o conhecimento coletivo.” (Hammersley; Traianou, 2012b, p.134)

Conforme Brooks (2017), na educação voltada para a formação científica, é fundamental que as ações sejam guiadas pelos princípios de prevenção de danos, respeito mútuo, reciprocidade e equidade. Esses valores devem permear todo o processo de pesquisa, desde o início até a sua conclusão. A ética não deve ser esquecida após a obtenção da “aprovação ética”; pelo contrário, ela deve orientar todas as ações dos pesquisadores na área de educação, garantindo que suas práticas contribuam de maneira significativa e respeitosa para o avanço do conhecimento e o bem-estar dos participantes.

A jornada da pesquisa não é solitária e envolve diversas pessoas, culturas, lugares e caminhos, que frequentemente sofrem alterações. Por isso, há uma necessidade constante de reflexão ética ao longo do processo de pesquisa, exigindo do pesquisador flexibilidade e mudanças de perspectiva para lidar com situações inesperadas. Ademais, a pesquisa, sendo um campo dinâmico e multifacetado, inclui

variações contextuais, culturais e metodológicas. Portanto, o pesquisador, tanto nas áreas de Bioética quanto nas Ciências Humanas e Sociais, deve estar ciente de que sua atuação requer contínua adaptação e sensibilidade ética.

Brooks, Te Riele e Maguire (2017), pesquisadores em educação que realizam experimentos, provavelmente enfrentarão diferentes questões éticas e podem ter diferentes perspectivas éticas daqueles que buscam a pesquisa participativa ou, até mesmo, uma pesquisa presencial que se diferencia em olhares da pesquisa online.

Há capacidades perceptivas que só serão desenvolvidas se o sujeito estiver inserido no espaço de discussão e tomada de decisão. O pensamento ético está intimamente ligado às habilidades práticas de pesquisa, que precisam ser desenvolvidas e refletidas (Mauthner *et al.*, 2012 *apud* Brooks, 2017, p.15).

Falamos aqui sobre implicar-se na ciência. Implicar-se na ciência significa ir além da simples compreensão de conceitos científicos; é envolver-se ativamente no processo de produção de conhecimento, assumindo uma postura crítica e responsável. Esse envolvimento exige não apenas a aplicação de métodos e normativas, mas também a consideração dos impactos sociais, éticos e ambientais das descobertas.

Brooks e cols (2017; p. 23) trazem que muitas são as “[...] mudanças em nossa sensibilidade ética, que até certo ponto acontecerão influenciadas pelas trocas culturais e avanços tecnológicos”. Somos sensíveis às diferenças entre países e culturas em vários domínios importantes, diferenças nacionais significativas são evidentes, pois diferentes nações têm adotado distintos meios de regulamentação da pesquisa. “Diferentes normas culturais podem afetar como determinados lugares são vistos como espaços éticos e seguros para realizar pesquisas. Existem variações significativas nos princípios éticos em todo o espaço e lugar.” (Brooks e cols., 2017, p.25).

Quando indivíduos se implicam na ciência, eles não apenas consomem informações, mas também contribuem para o avanço do conhecimento, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões informadas. Esse engajamento é fundamental para formar cidadãos que possam participar de maneira consciente e ativa nas discussões e decisões científicas que moldam a sociedade.

Nesse contexto, em que a ética em pesquisa é moldada por mudanças culturais e sociais, não basta que o jovem pesquisador apenas cumpra as normativas legais. É

necessário formar indivíduos capazes de compreender a complexidade dos experimentos envolvendo seres vivos, desenvolvendo um olhar sensível e crítico, e que essa postura possa expandir para outras áreas da vida em sociedade. Para que isso aconteça, almejamos formar jovens letrados cientificamente, capazes de reconhecer a diversidade das situações de pesquisa, relativizar padrões e agir com responsabilidade ética diante das especificidades de cada contexto, assunto a ser aprofundado na próxima subseção.

2.2 Ética e Pesquisa Alfabetização Científica e Letramento Científico

Nesta subseção, discutiremos como a ética permeia diversas áreas, abrangendo princípios e valores que guiam o comportamento humano. Mainardes (2017) destaca que a adesão a padrões éticos na conduta de um pesquisador em educação exige um compromisso pessoal contínuo para agir eticamente e promover comportamentos éticos entre estudantes, orientadores e orientandos. As distinções entre ética médica e ética profissional demonstram que a ética vai além do campo biomédico, abrangendo todas as áreas profissionais. Antes de abordar a ética em pesquisas científicas, é preciso formar indivíduos com conhecimentos prévios que os tornem éticos. Alfabetização científica e letramento científico são fundamentais para essa formação ética, sendo processos contínuos que envolvem habilidades desde as mais básicas até as mais complexas. A subseção será dividida em três partes: i. Alfabetização, ii. Letramento, e iii. Alfabetização Científica e Letramento Científico. Esta subseção baseia-se em referenciais de Soares (2017), Cunha (2020), e Santos (2001), que defendem que a educação científica deve focar no desenvolvimento de atitudes e valores, preparando cidadãos para uma participação ativa e responsável na sociedade.

2.2.1 Alfabetização

Nesta seção, exploraremos o conceito de alfabetização sob a perspectiva da linguagem, conceituando que a alfabetização vai além da simples aquisição de habilidades básicas de leitura e escrita, abrangendo a capacidade de utilizar essas habilidades de maneira crítica e funcional no contexto social. Soares (2017a) discute

a alfabetização como a ação de ensinar ou aprender a ler e a escrever, destacando que aprender essas habilidades significa adquirir a tecnologia de codificação e decodificação da língua escrita. Além disso, a autora afirma que apropriar-se da escrita envolve torná-la uma propriedade pessoal, assumindo-a como algo próprio:

A outra via, ou porta de entrada, consiste em desenvolver as práticas de uso dessa técnica. Não adianta aprender uma técnica e não saber usá-la. Podemos perfeitamente aprender para que serve cada botão de um forno de microondas, mas ficar sem saber usá-lo. (Soares, 2003, p.1)

Para Soares e Batista (2005), o termo alfabetização refere-se ao ensino e aprendizado da escrita alfabético-ortográfica, que é uma tecnologia de representação da linguagem humana. Dominar essa tecnologia requer conhecimentos sobre o funcionamento do sistema de representação, bem como habilidades motoras e cognitivas necessárias para manipular os instrumentos e equipamentos de escrita.

A autora explica que a escrita alfabético-ortográfica é um sistema de representação distinto de outros, como o desenho, pois apresenta propriedades específicas do signo linguístico e requer a automatização das relações entre o escrito e seu significado. Além disso, o domínio da escrita e da leitura inclui habilidades como seguir a direção correta da escrita na página, o uso apropriado de instrumentos de escrita, a adoção de uma postura corporal adequada, e o desenvolvimento da caligrafia. Assim, “[...] essas habilidades, principalmente as de natureza motora, são importantes para a alfabetização, mas não constituem uma condição prévia para o aprendizado da escrita, tal como pressupunha a prática do período preparatório.” (Soares; Batista, 2005; p. 31)

Desse modo foi durante anos de alfabetização no Brasil e o Censo mostra que até os anos 1940 o conceito de alfabetização estava ligado à capacidade da pessoa em saber ler e escrever, e assinar o nome já comprovava a alfabetização. A partir dos anos 1950, o questionário do Censo indaga se a pessoa consegue escrever um bilhete, o que demonstra na história, que o conceito de alfabetização não é estático:

Essa ampliação do conceito se revela mais claramente em estudos censitários desenvolvidos a partir da última década, em que são definidos índices de alfabetizados funcionais (e a adoção dessa terminologia já indica um novo conceito que se acrescenta ao de alfabetizado, simplesmente), tomando como critério o nível de escolaridade atingido ou a conclusão de um determinado número de

anos de estudo ou de uma determinada série (em geral, a 4ª série do Ensino Fundamental), o que traz implícita, a idéia de que o acesso ao mundo da escrita exige habilidades para além do apenas aprender a ler e a escrever. Ou seja, a definição de índices de analfabetismo funcional utilizando-se como critério, anos de escolaridade, evidencia o reconhecimento dos limites de uma avaliação censitária baseada apenas no conceito de alfabetização como 'saber ler e escrever' ou 'saber ler um bilhete simples', e a emergência de um novo conceito, que incorpora habilidades de uso da leitura e da escrita desenvolvidas durante alguns anos de escolarização. (Soares; Batista, 2005; p. 47)

Batista (2006), reitera que a defesa da criação de um ambiente alfabetizador se baseia na ideia de que compreender as funções da escrita, como registro e comunicação a distância, e entender como ela é usada em práticas sociais, como na organização da sala de aula ou na fixação de regras, auxilia a criança em sua alfabetização. Isso ocorre porque essas práticas dão significado e função à alfabetização, criam a necessidade de aprender a escrever e favorecem a exploração do funcionamento da língua escrita pela criança.

2.2.2 Letramento

Nesta seção, abordaremos o conceito de letramento na perspectiva da linguagem, que se refere ao uso crítico e funcional das habilidades de leitura e escrita no contexto social. O letramento vai além da alfabetização, envolvendo a capacidade de aplicar essas habilidades em diversas situações da vida cotidiana. Soares (2017a) define o letramento como o estado ou a condição de uma pessoa que não apenas sabe ler e escrever, mas também cultiva e exerce as práticas sociais que utilizam a escrita.

Para Val (2006), a apropriação da escrita é um processo complexo que envolve tanto o domínio do sistema alfabético-ortográfico quanto a capacidade de compreender e utilizar a língua escrita de forma eficaz e autônoma em diversas práticas sociais. Com base nessa complexidade, a distinção entre alfabetização e letramento é feita, reconhecendo-os como fenômenos diferentes, porém complementares.

O letramento é um processo que envolve a inserção e participação do indivíduo na cultura e que tem início na infância se prolongando ao longo da vida, com a

crescente participação em práticas sociais que envolvam leitura, escrita e relação com os mais diversos gêneros textuais.

É possível encontrar pessoas que tenham passado pela escola e pelo processo de alfabetização, que tenham o domínio da leitura de textos simples, mas que não conseguem interagir e compreender conteúdos expressados em textos mais complexos. Neste caso temos uma pessoa alfabetizada, mas não letrada, o que pode acarretar na exclusão desse indivíduo de diversas situações de interpretação textual mais profunda necessárias para uma vida mais digna:

Pode-se dizer que a fonte desses equívocos e polêmicas é a não compreensão de que os dois processos são complementares, e não alternativos. Explicando: não se trata de escolher entre alfabetizar ou letrar, trata-se de alfabetizar letrando. Quando se orienta a ação pedagógica para o letramento, não é necessário, nem recomendável, que, por isso, descuide-se do trabalho específico com o sistema de escrita. Noutros termos, o fato de valorizar em sala de aula os usos e as funções sociais da língua escrita não implica deixar de tratar sistematicamente da dimensão especificamente linguística do “código”, que envolve os aspectos fonéticos, fonológicos, morfológicos e sintáticos. Do mesmo modo, cuidar da dimensão linguística, visando à alfabetização, não implica excluir da sala de aula o trabalho voltado para o letramento. Outra fonte de equívocos é pensar os dois processos como sequenciais, isto é, vindo um depois do outro, como se o letramento fosse uma espécie de preparação para a alfabetização, ou, então, como se a alfabetização fosse condição indispensável para o início do processo de letramento. (Carvalho; Mendonça, 2006; p. 19)

Para Soares e Batista (2005), o conceito de letramento refere-se ao conjunto de conhecimentos, atitudes e capacidades necessários para o uso da língua em práticas sociais, essenciais para uma participação ativa e competente na cultura escrita.

Nesse sentido, a criança pode estar no início da alfabetização e estar também no processo de letramento, mesmo sem o domínio total dos códigos da leitura e da escrita, onde os dois conceitos se complementam:

Um adulto pode ser analfabeto e letrado: não sabe ler nem escrever, mas usa a escrita: pede a alguém que escreva por ele, dita uma carta, por exemplo (e é interessante que, quando dita, usa as convenções e estruturas linguísticas próprias da linguagem escrita, evidenciando que conhece as peculiaridades da linguagem escrita) – não sabe escrever, mas conhece as funções da escrita, usa-as, lançando mão de um “instrumento” que é o alfabetizado (que funciona como uma

máquina de escrever...); pede a alguém que leia para ele a carta que recebeu, ou uma notícia de jornal, ou uma placa na rua, ou a indicação do roteiro de um ônibus – não sabe ler, mas conhece as funções da escrita, e usa-a, lançando mão do alfabetizado. É analfabeto, mas é, de certa forma, letrado, ou tem um certo nível de letramento. (Soares; Batista, 2005, p.50)

Assim, entende-se que a ação pedagógica mais adequada e produtiva é aquela que contempla, de maneira articulada e simultânea, a alfabetização e o letramento.

2.2.3 Da Alfabetização Científica ao Letramento Científico

Nesta seção exploraremos os conceitos de alfabetização científica e letramento científico. A alfabetização científica envolve a aquisição de habilidades básicas para compreender e realizar práticas científicas, enquanto o letramento científico abrange uma compreensão crítica e contextualizada da ciência e suas implicações.

Discutiremos como ambos os conceitos são essenciais para a formação de cidadãos informados e responsáveis, capacitando-os a aplicar conhecimentos científicos de forma eficaz e ética em diferentes contextos. Soares (2009) argumenta que, ao adquirir letramento, a pessoa experimenta uma mudança significativa em sua condição social e cultural.

Embora não implique necessariamente uma mudança de nível ou classe social e cultural, o letramento altera seu lugar social, seu modo de viver na sociedade e sua inserção na cultura, bem como sua relação com os outros. Essa transformação nas formas de convivência e de participação social também influencia o modo como o indivíduo se posiciona diante de valores e princípios coletivos.

Nesse contexto, na literatura, a palavra ética aparece habitualmente nas mais variadas discussões que evoquem questionamentos sobre a postura de um indivíduo perante os demais. O dicionário Michaelis (2024), apresenta a ética como a filosofia moral que visa refletir sobre os princípios, valores e questões fundamentais da moralidade, como a finalidade da vida humana, a natureza do bem e do mal, os fundamentos da obrigação e do dever, com base em normas universalmente reconhecidas que guiam o comportamento humano. Além disso, engloba o conjunto de princípios, valores e normas morais e de conduta de indivíduos, grupos sociais ou sociedades.

Na mesma busca por significados, encontramos distinções entre a ética médica, entendida como um conjunto de regras de conduta moral e deontológica que norteia os profissionais da saúde, e a ética profissional, que abrange todos os setores profissionais da sociedade industrializada. A ética profissional tem por objetivo questionar mais amplamente o papel social da profissão, sua responsabilidade, função e atitude frente aos riscos e ao meio ambiente. Essas distinções indicam que a ética na ciência não será compreendida apenas no campo biomédico, nem ficará restrita às suas origens filosóficas e sociais.

Antes mesmo de qualquer discussão sobre como ser ético em uma pesquisa científica, vamos tratar aqui sobre conhecimentos que precedem a ética, o que poderão formar um sujeito ético (no desenvolvimento da pesquisa científica) sem que se tenha que tratar especificamente da ética. Optar por isso sugere um caminho menos conceitual, mais orgânico e aberto à construção de sentidos, uma vez que conceituar ética levaria esta pesquisa ao campo das ciências humanas e da filosofia, e essa não é a intenção.

Por aqui pretende-se identificar quais são os conhecimentos científicos que organizados em uma proposta curricular possam formar um jovem ativo na ciência de maneira ética e cidadã. E que este, certo de sua responsabilidade, possa atuar eticamente em outras situações acadêmicas ou não:

Segundo Rubba (1991) apud Santos e Mortimer (2001), o objetivo da educação para ação social responsável é preparar o cidadão para tomar decisões com consciência do seu papel na sociedade: o de indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a população. Isso incluiria conscientizar o cidadão quanto aos seus deveres na sociedade, sobretudo no que se refere ao compromisso de cooperação e co-responsabilidade social, na busca conjunta de solução para os problemas existentes (Santos; Schnetzler, 2003; p. 320)

Ao buscar um lugar para jogar âncora e aproveitar melhor o mergulho, optou-se por falar sobre Alfabetização Científica e Letramento Científico e dos impactos desses conceitos na formação para a Ciência, entendidos como conhecimentos que poderão amparar a formação ética.

Em tempo, faz-se necessário dizer que os conceitos “Alfabetização Científica” e “Letramento Científico” não são opostos, mas se complementam. A distinção entre

os termos é um exercício que está a serviço de levar o educador a compreender melhor e agir com mais intencionalidade pedagógica:

Para além da variação terminológica, encontra-se também uma imprecisão conceitual no emprego desses termos. Tanto alfabetização científica quanto letramento científico podem abranger uma variedade de habilidades esperadas do aluno, como reconhecimento e compreensão de sentenças científicas ou capacidade de leitura e escrita de textos sobre ciência, ou desejadas para o futuro cidadão, como o pensamento crítico acerca dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade ou o engajamento político e ambiental. (Bertold, 2020, p.11)

Sempre ouvimos falar sobre as problemáticas que envolvem o analfabetismo como a condição de não dispor da tecnologia da leitura e da escrita. Sendo um assunto que sempre tomou muito espaço nas discussões brasileiras, falar sobre letramento nunca foi uma prioridade. À medida que o analfabetismo diminuiu, ler e escrever já não bastavam, trazendo o letramento para o uso social da língua:

O termo *letramento* passa a ser utilizado na educação e nas ciências linguísticas a partir dos anos de 1980. Em *Letramento: um tema em três gêneros*, publicado em 1998, Magda Soares (2017a, p. 16) se pergunta: “Que novo fato, ou nova ideia, ou nova maneira de compreender a presença da escrita no mundo social trouxe a necessidade desta nova palavra, *letramento*?” (Bertold, 2020, p.4) (grifos do autor)

Cunha (2015) fala sobre o empréstimo dos conceitos de estudos sobre linguagem pelos pesquisadores do campo do ensino das ciências, quando compara pesquisas que utilizam a expressão “alfabetização científica” e aquelas que preferem o termo “letramento científico”. Pesquisas que usam “alfabetização científica” frequentemente focam na aquisição de habilidades básicas e fundamentais no contexto das ciências, como a leitura e a compreensão de textos científicos, além da capacidade de realizar procedimentos científicos básicos.

Em contraste, aquelas que adotam “letramento científico” tendem a enfatizar uma compreensão mais abrangente e crítica da ciência, incluindo a capacidade de aplicar conhecimentos científicos em contextos diversos, interpretar dados e entender as implicações sociais e éticas da ciência. Essa distinção revela diferentes abordagens pedagógicas e objetivos educacionais, refletindo como cada termo pode influenciar as práticas de ensino e a formação dos estudantes no campo científico.

Conforme Cunha (2018; p. 28-29),

Ao contrário do termo “alfabetização”, que pressupõe um ponto de ruptura entre os que não sabem ler e escrever (analfabetos) e os que sabem (alfabetizados), o termo “letramento” pressupõe um processo contínuo envolvendo diferentes níveis de complexidade no uso da escrita.

De acordo com Soares (2010),

[...] as competências que constituem o letramento são distribuídas de maneira contínua, cada ponto ao longo desse contínuo indicando diversos tipos e níveis de habilidades, capacidades e conhecimentos, que podem ser aplicados a diferentes tipos de material escrito. Em outras palavras, o letramento é uma variável contínua, e não discreta ou dicotômica. (Soares, 2010; p. 70-71 *apud* Cunha, 2018; p. 29)

Considerando que o letramento científico acontece em um processo contínuo e crescente, cabe ao currículo da Educação Básica a orientação didática para a evolução das habilidades das mais simples para as mais complexas, garantindo que essa prática aconteça dentro do mesmo ano escolar e ampliem os conhecimentos também a cada ciclo escolar. Além disso, podemos refletir sobre o que caracteriza uma pessoa letrada em ciências e como ela atua socialmente como um indivíduo com esse letramento.

Trata-se do olhar para o ensino da ciência voltado ao desenvolvimento de atitudes e valores diante de questões que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), onde pensamos o estudante como um ser cientificamente ativo, que investigue e discuta seus conhecimentos com postura crítica e ética desde o início de sua formação nos primeiros anos da Educação Básica, a fim de ampliar e aplicar seu entendimento de mundo.

Cunha (2018; *apud* Penick, 1998), ao falar sobre as salas de aula dos Estados Unidos, defende que os alunos deveriam sair da escola apreciando e entendendo a natureza das ciências e seu papel na sociedade. Segundo ele, isso envolve “[...] ensinar as ciências e a tecnologia focalizando os temas sociais, muitos dos quais detêm um aspecto científico ou tecnológico, o que se chama abordagem CTS (ciência/tecnologia/sociedade)” (Cunha, 2018; *apud* Penick, 1998, p. 93).

Em vista disso, o letramento científico busca capacitar os alunos a compreenderem a interação mútua entre ciência e tecnologia, a utilizar o

conhecimento científico e tecnológico na resolução de problemas cotidianos e a tomar decisões com responsabilidade social.

Assim, ao discutirmos os conceitos de alfabetização científica e letramento científico, reafirmamos que ambos são essenciais para a formação de cidadãos capazes de compreender, questionar e intervir de maneira crítica no mundo em que vivem. Enquanto a alfabetização oferece o domínio básico das práticas científicas, o letramento amplia essa competência, promovendo uma inserção mais consciente, ética e transformadora na sociedade. Como destaca Soares (2009), o letramento modifica a condição social e cultural dos indivíduos, ressignificando seu lugar na sociedade e sua relação com a cultura. Nesse sentido, caberia às diretrizes curriculares e às coleções didáticas vigentes assegurar que essas competências sejam de fato propostas e trabalhadas com clareza, consistência e lucidez pelos responsáveis pela formação na educação básica, consolidando a escola como espaço de construção de uma cidadania científica crítica e responsável.

3 METODOLOGIA

Esta seção detalha o caminho metodológico seguido, apresenta a caracterização e define o objeto que fundamentou a realização do estudo. Além disso, aborda os procedimentos técnicos empregados na coleta e análise dos dados.

3.1 Procedimentos para o levantamento e análise de dados

Esta dissertação é resultado de uma pesquisa qualitativa na modalidade documental (Kripka; Scheller; Bonotto, 2015). Pode-se afirmar que a pesquisa documental se baseia exclusivamente em dados provenientes de documentos, com o propósito de extrair e de analisar informações para entender um fenômeno. Ela envolve métodos e técnicas voltados para a apreensão, compreensão e análise de diversos tipos de documentos. Embora seja caracterizada como documental quando utilizada como abordagem qualitativa independente, também pode servir como uma estratégia complementar a outros métodos de pesquisa (Flick, 2009).

De acordo com Cellard (2008), um documento é qualquer vestígio do passado

que funcione como testemunho. Isso pode incluir textos escritos, bem como materiais de natureza iconográfica, cinematográfica, ou qualquer outro tipo de testemunho registrado, como objetos cotidianos e elementos folclóricos.

De acordo Gil (2016), a pesquisa documental utiliza materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados conforme os objetos da pesquisa:

Há, de um lado, os documentos “de primeira mão”, que não receberam nenhum tratamento analítico. Nesta categoria estão os documentos conservados em arquivos de órgãos públicos e instituições privadas, tais como associações científicas, igrejas, sindicatos, partidos políticos etc. Incluem-se aqui inúmeros outros documentos como cartas pessoais, diários, fotografias, gravações, memorandos, regulamentos, ofícios, boletins etc. (Gil, 2016, p. 5)

Kripka, Scheller e Bonotto (2015; *apud* Flick, 2009) comentam que estudos documentais devem ser vistos como “meios de comunicação” com um propósito específico e um público-alvo. Ele destaca a importância de entender o contexto de produção dos documentos, incluindo quem os criou, para quem foram destinados e com que intenção. Em vez de serem tratados apenas como “recipientes de informações”, os documentos devem ser analisados como “[...] dispositivos comunicativos que apresentam versões sobre eventos” (Flick, 2009, p. 234).

A pesquisa documental, seja qualitativa ou quantitativa, permite a observação do processo de desenvolvimento e evolução de diversos aspectos, como indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades e práticas (Cellard, 2008):

No contexto da pesquisa qualitativa, a análise documental constitui um método importante seja complementando informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema (Alves-Mazzotti, 1998; Lüdke & André, 1986). Assim o pesquisador irá extrair os elementos informativos de um documento original a fim de expressar seu conteúdo de forma abreviada, resultando na conversão de um documento primário em documento secundário. (Kripka; Scheller; Bonotto; 2015; p. 61)

Quadro 1 – Delineamento adotado na pesquisa documental efetuada.

FASE	ETAPA	OBJETIVO/DESCRIÇÃO
------	-------	--------------------

FASE 1	ETAPA 1	Identificação e descrição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa nas Resoluções 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22.
	ETAPA 2	Identificação de semelhanças, ampliações e complementações dos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa em práticas de ensino no Ensino Médio.
FASE 2	ETAPA 1	Cotejamento dos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa com competências e habilidades do componente curricular CNT – Ensino Médio da BNCC.
	ETAPA 2	Cotejamento dos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa com competências e habilidades do componente curricular CNT – Ensino Médio da BNCC.

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Na Fase 1, Etapa 1 a investigação, na modalidade de pesquisa documental, registramos a identificação e a descrição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa dispostos nas quatro resoluções do CNS, resolução 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22, que orientaram as análises e os pareceres dos CEPs. As resoluções foram lidas na íntegra e de seus textos foram selecionados apenas aspectos de maior sentido quando relacionados ao campo da formação ética e científica na educação básica. Em seguida, na Fase 1/ Etapa 2, a pesquisa documental consistiu em identificar semelhanças, ampliações e complementações entre os aspectos éticos apresentados pelas resoluções, a fim de compreender melhor a evolução desses documentos ao longo da história e avaliar como essas normativas fazem alguma menção de como podem ser integradas nas práticas de ensino no Ensino Médio, com foco na ética em pesquisa.

Conforme Bogdan e Biklen (1994), os estudos qualitativos têm como objetivo compreender um fenômeno em seu ambiente natural, no qual ele se manifesta. Nesses estudos, o pesquisador desempenha um papel central na coleta das informações, com um foco maior no processo do que no resultado:

As informações ou dados coletados podem ser obtidos e analisados de várias maneiras dependendo do objetivo que se deseja atingir. Em um estudo qualitativo a busca por dados na investigação leva o pesquisador a percorrer caminhos diversos, isto é, utiliza uma

variedade de procedimentos e instrumentos de constituição e análise de dados. Os instrumentos para constituição de dados geralmente utilizados são: questionários, entrevistas, observação, grupos focais e análise documental. (Kripka; Scheller; Bonotto; 2015; p. 68).

Assim, sequencialmente à Fase 1 de análise documental, iniciamos a Fase 2, também subdividida em duas etapas. Na Fase 2/Etapa 1, ocorreu a análise das Competências e Habilidades propostas pelo currículo para o Ensino Médio, trazido em CNT pela BNCC, identificando como abordam as questões éticas relacionadas à pesquisa científica. Finalizando, na Fase 2/Etapa 2, houve também a análise de um Livro Didático (LD) para o Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, aprovado em edições recentes do PNLD.

Na Fase 2 foram utilizados os critérios de interpretação de preceitos de comportamentos éticos considerados na Fase 1 para analisar os materiais curriculares citados na Fase 2. Essa análise aconteceu item a item, relacionando os preceitos de comportamentos éticos das resoluções CNS da Fase 1 com cada item das documentações consideradas na Fase 2 (BNCC/Etapa 1 e livro didático/Etapa 2), buscando evidências explícitas e implícitas de proposições didáticas que intencionem a formação para a ética científica na formação escolar.

O presente estudo objetivou analisar em que medida os preceitos éticos que amparam as resoluções mostraram-se (ou não) articulados às competências indicadas na BNCC para o componente curricular de CNT e, em que extensão estariam (ou não) contemplados nos LD referentes ao Ensino Médio brasileiro.

Flick (2009) aponta que, ao selecionar documentos, o pesquisador deve ir além do conteúdo e considerar também o contexto, a utilização e a função dos documentos. Isso porque os documentos servem como ferramentas para entender e interpretar um caso específico, seja em uma história de vida ou em um processo.

3.2 Documentos Analisados

O objeto de pesquisa são as Resoluções nº 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22 do Conselho Nacional de Saúde, as competências de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio e Livros Didáticos do Plano Nacional do Livro Didático. Admite-se que tais documentos e referências devem fundamentar descrições e análises na constituição de subsídios

para amparar a implementação de um Comitê de Ética em Pesquisa na Educação Básica, uma vez que as resoluções amparam a conduta ética na pesquisa com seres vivos, a BNCC, em tese, determina quais são as competências e as habilidades em CNT nas modalidades de ensino da Educação Básica nos quais as mesmas são pertinentes e o LD traduz um conjunto de orientações dispostas nas diretrizes curriculares oficiais (BNCC), com prioridade para a mediação pedagógica do contato e da vivência dos estudantes como o conhecimento científico.

3.3 As resoluções CNS e os preceitos éticos

Neste capítulo, apresentamos uma descrição detalhada das principais resoluções que regulamentam a ética em pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil: a Resolução 196/96, a Resolução 466/12, Resolução 510/16 e a Resolução 674/22.

A Resolução 196/96, marco inicial das diretrizes éticas, estabeleceu os princípios fundamentais que devem guiar as pesquisas. A Resolução 466/12 atualizou e ampliou esses princípios, com maior foco na proteção dos participantes. Por seu turno, a Resolução 510/16 trouxe especificidades para as pesquisas nas Ciências Humanas e Sociais (CHS). Por fim, a Resolução 674/22 que estabelece uma tipificação das pesquisas com seres humanos, classificando-as em três tipos, de acordo com o nível de intervenção no corpo humano. Exploraremos as evoluções e impactos dessas normas no contexto da pesquisa científica no país.

Em continuidade ao desvelamento da ética para a formação científica na educação básica, foi indispensável conhecer alguns documentos que amparam o desenvolvimento da pesquisa com seres humanos.

Escolhemos começar pela Resolução 196/1996, aprovada pelo CNS em 10 de outubro de 1996, considerada um marco regulatório importante no Brasil para pesquisas envolvendo seres humanos. Esta resolução estabeleceu diretrizes e normas que orientavam a condução ética dessas pesquisas, assegurando que os direitos, a dignidade e o bem-estar dos participantes fossem respeitados. O documento está estruturado em 11 (onze) páginas e apresenta as seguintes seções: I: preâmbulo, II: termos e definições, III: aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, IV: consentimento livre e esclarecido, V: riscos e benefícios, VI: protocolo

de pesquisa, VII: CEP, VIII: comissão nacional de ética em pesquisa (conep/ms), IX, operacionalização, X: disposições transitórias.

A Resolução 466/12, do CNS foi homologada em 12 de dezembro de 2012 e compõe um documento de 19 (dezenove) páginas, extenso e estruturado que regulamenta a pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil. Sua estrutura textual é organizada em seções que abrangem desde os princípios éticos fundamentais até as diretrizes específicas para a condução de pesquisas, como seguem: I: disposições preliminares, II: termos e definições, III: aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, IV: do processo de consentimento livre e esclarecido, V: riscos e benefícios, VI: protocolo de pesquisa, VII: sistema cep/conep, VIII: CEP atribuições, IX, comissão nacional de ética em pesquisa (conep) atribuições, X: procedimento de análise ética, XI: pesquisador responsável, XII: outras disposições, XIII: resoluções e das normas específicas, XIV: disposições finais.

A Resolução nº 466/2012 que incorporou novos avanços e preocupações no campo da bioética, concentra em seu texto boa parte da história da ética em pesquisa em bioética, entre eles, o Código de Nuremberg, a Declaração dos Direitos Humanos, a Declaração de Helsinque de 2000, os acordos internacionais sobre direitos civis e políticos, e as diretrizes internacionais para pesquisa biomédica do *Council for International Organizations of Medical Sciences* (CIOMS), além da Constituição Federal do Brasil, são mencionados. Contudo, novos documentos internacionais foram incorporados, como a Declaração Universal do Genoma Humano, a Declaração Internacional sobre os Dados Genéticos Humanos e a Declaração Universal Sobre Bioética e Direitos Humanos. (Novoa, 2014).

Uma das inovações da Resolução 196/96 foi a formalização da necessidade de que todas as instituições de pesquisa com seres humanos mantivessem seus próprios CEPs. Esses comitês são responsáveis não apenas pela aprovação inicial das pesquisas, mas também pelo acompanhamento contínuo dos estudos, garantindo que as normas éticas sejam seguidas ao longo de todo o processo.

Esta resolução estabelece diretrizes e normas que têm como principal objetivo garantir a proteção dos participantes da pesquisa, bem como a integridade ética das investigações científicas. O documento é fundamentado em princípios éticos universais, como respeito à dignidade humana, autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. Esses princípios orientam os pesquisadores a conduzir suas

pesquisas de maneira ética, devendo assegurar que todas as etapas do processo sejam realizadas com responsabilidade e transparência.

Junto à Resolução nº 466/2012, que regulamenta a pesquisa bioética, optou-se por analisar a nº 510/2016, que também orienta a pesquisa com seres humanos, porém no viés das CHS.

Historicamente, as Ciências Humanas e Sociais enfrentaram desafios na aplicação dos mesmos critérios éticos estabelecidos para a pesquisa biomédica. Isso porque as metodologias e os objetivos das pesquisas nas Humanas e Sociais são diferentes, muitas vezes envolvendo análises qualitativas, entrevistas, observações e outras práticas que não necessariamente se enquadram nas normas rígidas da pesquisa clínica.

A Resolução 510/16, do CNS foi homologada em 07 de abril de 2016 e compõe um documento de 10 (dez) páginas, extenso e estruturado que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Sua estrutura textual é organizada em seções que abrangem desde os princípios éticos fundamentais até as diretrizes específicas para a condução de pesquisas, como seguem: I: dos termos e definições, II: dos princípios éticos das pesquisas em ciências humanas e sociais, III: do processo de consentimento e do assentimento livre e esclarecido, IV: dos riscos, V: do procedimento de análise ética no sistema cep/conep, VI: do pesquisador responsável, VII: das disposições transitórias, VIII: das disposições finais.

Mais recentemente tivemos a homologação da Resolução 674/22, que estabelece a tramitação dos protocolos de pesquisa científica envolvendo seres humanos, no Sistema CEP/Conep, de acordo com a tipificação da pesquisa e os fatores de modulação, na forma definida por esta Resolução.

A Resolução 674/22, do CNS foi homologada em 06 de maio de 2022 e compõe um documento de 11 (onze) páginas, extenso e estruturado que regulamenta a pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil. Sua estrutura textual é organizada em seções que abrangem desde os princípios éticos fundamentais até as diretrizes específicas para a condução de pesquisas, como seguem: I: disposições preliminares, II: termos e definições, III: do delineamento do estudo, IV: do procedimento de pesquisa, V: da tipificação da pesquisa, VI: dos fatores de modulação, VII: da

tramitação dos protocolos, VIII: dos prazos de tramitação dos protocolos, IX, das pesquisas dispensadas de registro na Plataforma Brasil, X: das disposições finais.

Essa norma é uma medida importante para organizar e padronizar o processo de avaliação ética e aprovação das pesquisas, garantindo maior transparência e controle sobre as pesquisas que envolvem seres humanos.

Realizamos mais adiante, um levantamento detalhado das resoluções do CNS 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22, com o intuito de identificar e compreender as particularidades de cada documento. A partir de uma leitura crítica, buscamos observar como esses textos, ao longo do tempo, ampliaram e complementaram as diretrizes relacionadas à ética em pesquisas envolvendo seres humanos. Cada resolução traz contribuições distintas, refletindo as mudanças nos marcos normativos e nas abordagens de proteção aos participantes de estudos científicos. Ao analisar as características específicas de cada um desses documentos, foi possível selecionar preceitos que se alinham e trazem sentido a uma pesquisa voltada para o contexto da educação básica. Esses preceitos não apenas refletem as transformações nas políticas de saúde e ética no Brasil, mas também evidenciam como as normas evoluíram e podem ser aplicadas no contexto da pesquisa educacional contemporânea, permitindo que os estudantes possam refletir sobre a realização de pesquisas científicas de forma ética.

3.3.1 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A BNCC é um documento normativo que define as aprendizagens essenciais a serem adquiridas pelos alunos durante a Educação Básica, com o objetivo de assegurar seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em consonância com o Plano Nacional de Educação (PNE). Exclusivamente voltada para a educação escolar, como estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a BNCC é orientada por princípios éticos, políticos e estéticos, visando promover uma formação integral do ser humano e contribuir para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.

Homologado em 2017, A BNCC resulta de um extenso processo de discussão e negociação envolvendo diversos agentes do setor educacional e a sociedade brasileira. Ela está estruturada de forma integrada e coesa, com base em direitos de

aprendizagem, expressos por meio de dez competências gerais, que orientam o desenvolvimento escolar das crianças e jovens, desde a educação infantil até a conclusão da Educação Básica.

Nos interessa apresentar neste trabalho o componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, que conforme a competência geral 2 da BNCC (Brasil, 2018), é a de levar os estudantes a: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas”, que abrange muito mais do que apenas o aprendizado dos conceitos teóricos.

Nessa linha de pensamento, a BNCC para o componente curricular de CNT, ao integrar os conhecimentos de Biologia, Física e Química, estabelece competências e habilidades que ampliam e sistematizam as aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Isso inclui não apenas os conhecimentos conceituais da área, mas também a contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses saberes, bem como os processos e práticas de investigação e as linguagens específicas das Ciências da Natureza.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio é organizada em três unidades temáticas: matéria e energia, vida e evolução, e terra e universo. Cada unidade temática representa uma grande área de conhecimento e colabora com o desenvolvimento de uma competência do currículo de CNT em específico. Cada competência abarca o trabalho com um conjunto de habilidades:

A Competência 1 encontra-se vinculada com a unidade temática Matéria e Energia, sendo delimitada pelo conjunto de sete habilidades (EM13CNT101 a EM13CNT107).

A Competência 2 faz referência à unidade temática Vida e Evolução, sendo tal competência expressa por um conjunto de nove habilidades (EM13CNT201 a EM13CNT209).

A Competência 3, por sua vez, refere-se à unidade temática Terra e Universo, estando constituída por um conjunto de dez habilidades (EM13CNT301 a EM13CNT310).

Na sequência, apresentamos as 3 (três) competências e as respectivas 26 (vinte e seis) habilidades dispostas na BNCC para a citada área de conhecimento.

Quadro 2 – Competência 1 de CNT e suas habilidades.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
HABILIDADES
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o

transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Fonte: Brasil (2018b).

Quadro 3 – Competência 2 de CNT e suas habilidades.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
HABILIDADES
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.
(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Fonte: Brasil (2018b).

Quadro 4 – Competência 3 de CNT e suas habilidades

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3
Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e

conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

HABILIDADES

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: Brasil (2018b).

3.3.2 O Livro Didático

Esta subseção tem como objetivo apresentar e analisar um dos volumes da coleção *Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, publicada pela Editora Moderna em 2020. O foco recai sobre a abordagem pedagógica, a estrutura e os conteúdos do volume *O universo da ciência e a ciência do universo*, que articula os componentes curriculares de Biologia, Física e Química em conformidade com a BNCC. A escolha da obra baseou-se em critérios como (a) a aprovação junto ao PNLD, (b) a qualidade visual, (c) a organização dos conteúdos, (d) as orientações

metodológicas propostas com vinculação com a BNCC e (e) acesso disponível no formato eletrônico/digital.

A seleção foi feita a partir de um mapeamento de coleções didáticas voltadas ao ensino médio, buscando materiais que integrassem as áreas das Ciências da Natureza de forma coerente e alinhada às diretrizes curriculares. Optou-se pela coleção *Diálogo* por se tratar de uma produção de uma editora reconhecida no mercado editorial, composta por seis volumes organizados em unidades temáticas. Cada unidade apresenta propostas que estimulam o desenvolvimento prático dos conteúdos (Figuras 1 e 2). O volume analisado também se destaca por oferecer um planejamento docente semestral detalhado, distribuído por semanas, o que reforça sua utilidade pedagógica.

O *Livro do Professor* referente ao volume selecionado para estudo, com 276 páginas, abrange os componentes curriculares de Biologia, Física e Química, integrados para desenvolver as habilidades e competências específicas e gerais propostas pela BNCC. Ao longo das 3 (três) unidades, o livro sugere a integração com outras áreas do conhecimento, como as Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Por exemplo, a abordagem histórica da construção do conhecimento científico e a compreensão da relação entre Ciência e sociedade permitem integrar as Ciências da Natureza com as Ciências Humanas, proporcionando uma visão mais ampla e interconectada dos saberes.

Figura 1 – Organização de capítulos e unidades - Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos no volume.

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 1	1	> A Ciências da Natureza ao longo do tempo; > A transição da mitologia para o pensamento racional; > Explicações mitológicas e científicas de um fenômeno; > A evolução do conhecimento científico e da Ciência.	> CG1; CG2; CG3; CG4. > CECNT3. > CECHSA1.	> EM13CNT201.	> Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras.
	2	> Métodos científicos elaborados ao longo do tempo: método científico indutivo, método cartesiano e método científico baseado na experimentação; > Bases do método científico atual; > Leis e teorias científicas; > O trabalho com hipóteses na experimentação.	> CG2; CG6; CG9; CG10. > CECNT1; CECNT3. > CECHSA3.	> EM13CHS104; > EM13CHS302; > EM13CNT301.	> Saúde; > Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena; > Diversidade cultural.
	3	> Da alquimia à química moderna; > A importância da contribuição feminina na Ciência; > História do desenvolvimento da bomba atômica.	> CG1; CG2; CG5; CG6; CG7; CG9; CG10. > CECNT3. > CECHSA5.	> EM13CNT201; > EM13CHS302; > EM13CNT304; > EM13CNT305.	> Trabalho.
Unidade 2	1	> A formação do Universo e a teoria do <i>Big Bang</i>; > A evolução do Universo desde o <i>Big Bang</i>; > Nascimento e evolução das estrelas; > Estrutura e classificação das estrelas; > Formação de sistemas planetários; > Formação dos buracos negros e das supernovas.	> CG1. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT204; > EM13CNT303.	
	2	> O estudo da matéria; > A estrutura de um átomo; > Origem dos elementos químicos; > Composição das estrelas; > Distribuição dos elementos químicos no Universo; > A estrutura do planeta Terra; > Composição de alguns planetas do Sistema Solar; > Teorias atômicas: Dalton, Thomson, Nagaoka, Rutherford, Bohr e a atual; > Níveis de energia dos átomos; > Relação entre os elementos químicos e os fogos de artifício.	> CG5; CG7. > CECNT1; CECNT2; CECNT3. > CECHSA5.	> EM13CNT201; > EM13CNT209; > EM13CNT304.	

Fonte: Livro Didático página XXVII (2020).

Figura 2 – Organização de capítulos e unidades - Competências, habilidades e conteúdos desenvolvidos no volume.

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
	3	> Origem das primeiras tabelas periódicas; > A tabela periódica atual e sua estrutura; > Classificação dos elementos químicos.	> CG1; CG2; CG4. > CECNT1.	> EM13CNT201.	
	4	> A estrutura do Universo; > A estrutura do Sistema Solar; > Modelos do sistema geocêntrico e heliocêntrico; > Movimentos de rotação e translação da Terra; > A estrutura e formação da Terra primitiva; > A atmosfera terrestre primitiva.	> CG1; CG2. > CECNT2. > CECHSA1.	> EM13CNT201; > EM13CNT209.	
	5	> Origem e geração da vida na Terra; > Teorias sobre a origem da vida na Terra e seus estudiosos: geração espontânea, Oparin e Haldane, Pasteur, Needham e Spallanzani e panspermia; > Processo de pasteurização; > Origem dos coacervados; > Origem das primeiras células; > Teoria heterotrófica e autotrófica; > Origem do Universo sob o olhar de diferentes culturas.	> CG1; CG2; CG3. > CECNT2.	> EM13CNT201.	> Diversidade cultural.
Unidade 3	1	> Movimento dos astros no Universo; > Movimento e repouso dos corpos; > Leis de Kepler, Newton e da gravitação universal; > Força, velocidade e deformação dos corpos; > Trânsito: a proteção do cinto de segurança.	> CG1; CG2; CG3; CG9; CG10. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT204; > EM13CNT301; > EM13CNT303; > EM13CNT306.	> Ciência e tecnologia; > Educação para o trânsito.
	2	> Ação da gravidade na Terra; > Aceleração gravitacional, tangencial e centrípeta; > Lançamento vertical, horizontal e oblíquo de corpos; > Tempo de reação.	> CG1; CG2; CG4; CG9. > CECNT2. > CECHSA1.	> EM13CNT204.	> Educação ambiental.
	3	> Transformação da Terra, do início à atualidade; > Atmosfera terrestre atual: composição e estrutura; > Água: importância para a vida na Terra e características; > Importância da luz solar para o planeta; > Gás oxigênio: importância e concentração na atmosfera primitiva e atual; > Criação sustentável: piscicultura; > A busca por vida em outros planetas; > Zona habitável do Universo; > Antigas e novas suposições de vida fora do planeta; > Equação de Drake.	> CG4; CG7; CG8; CG9. > CECNT2.	> EM13CNT201; > EM13CNT202.	> Educação ambiental; > Saúde; > Educação para o consumo.
	4	> Substâncias simples e compostas e suas propriedades; > Misturas homogêneas e heterogêneas; > Variação de temperatura de uma mistura durante aquecimento; > Separação de misturas: destilação simples, evaporação, destilação fracionada, peneiração, decantação, filtração, centrifugação, levigação, abanação, catação e separação magnética.	> CG1; CG2; CG3; CG4; CG6; CG7; CG9. > CECNT1; CECNT2; CECNT3. > CELT2; CELT6.	> EM13CNT101; > EM13CNT104; > EM13CNT106; > EM13CNT209; > EM13CNT301; > EM13CNT307; > EM13CNT309; > EM13CHS104; > EM13CHS204; > EM13CHS205; > EM13CHS601.	> Educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena; > Diversidade cultural.

XXVIII

Fonte: Livro Didático página XXVIII (2020).

O **sumário** (Figura 3) do livro inclui os seguintes itens: a estrutura da coleção, o Ensino Médio, a BNCC na etapa do Ensino Médio, fundamentos teórico-metodológicos, metodologias ativas, avaliação, competências, habilidades e conteúdos, sugestões de cronogramas, orientações, sugestões e respostas para cada unidade, 12 capítulos divididos em 3 unidades, e referências bibliográficas complementares comentadas. Cada um desses itens é detalhado ao longo do volume, com textos e imagens que orientam o professor sobre como utilizar o livro didático de forma eficaz.

Figura 3 – Livro Didático - Capa e Sumário.



Fonte: Livro Didático (2020)

O **suplemento para o professor** impresso é composto pelo Livro do Estudante, acrescido de comentários e respostas das atividades, e pelo Suplemento para o Professor, dividido em duas partes. A primeira parte apresenta os pressupostos teóricos e metodológicos que fundamentam a coleção, uma descrição das seções e da estrutura dos conteúdos, suas relações com a BNCC, além de quadros de distribuição dos conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A segunda parte traz orientações específicas para o trabalho do professor, organizado página a página. As orientações (Figura 4) chegam detalhadas e englobam aspectos Objetivos da Unidade, Justificativas, Destaques da BNCC, Respostas, Objetivos do Capítulo,

Orientações página a página, Acompanhamento da Aprendizagem, Boxe Complementar e Atividades Complementares. Há também orientações sobre os tópicos Trocando Ideias e Metodologias Ativas, Sala dos Professores, Investigue, Respostas das Atividades, Retomando o que Estudei e Ser Consciente (Figuras 4 a 8).

Figura 4 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.



Fonte: Livro Didático, Páginas VII (2020).

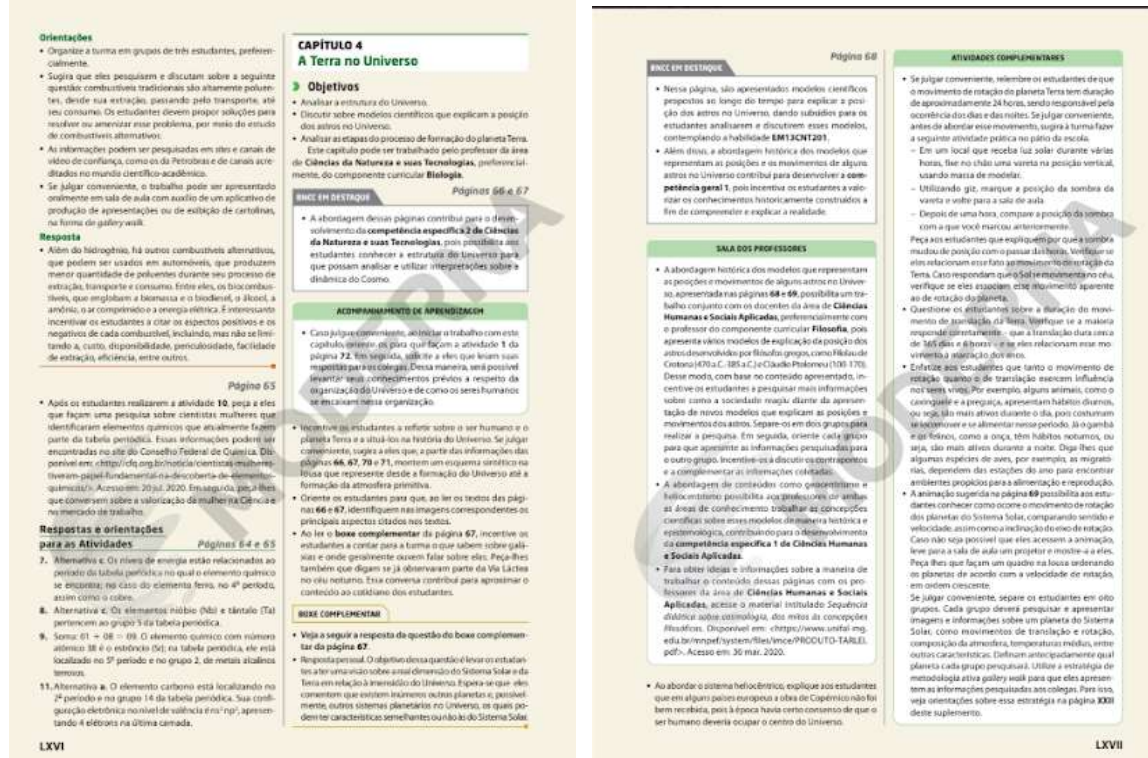
Objetivos da unidade: No início de cada unidade são destacados os principais objetivos que os estudantes devem alcançar ao trabalhar os conteúdos da unidade.

Justificativas: Além disso, são apresentadas as habilidades da BNCC que serão desenvolvidas e trabalhadas na unidade.

Destaques da BNCC: No decorrer das unidades são destacadas e comentadas algumas relações entre o que é abordado no Livro do estudante e as propostas da BNCC.

Respostas: As respostas das questões de páginas de abertura, boxes e seções encontram-se em boxes como esse.

Figura 5 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.



Fonte: Livro Didático, p. VII (2020)

Objetivos do capítulo: No início de cada capítulo são apresentados seus objetivos.

Orientações página a página: Orientações e informações complementares importantes durante o desenvolvimento dos conteúdos, bem como atividades e seções encontram-se em tópicos referentes às páginas do Livro do estudante.

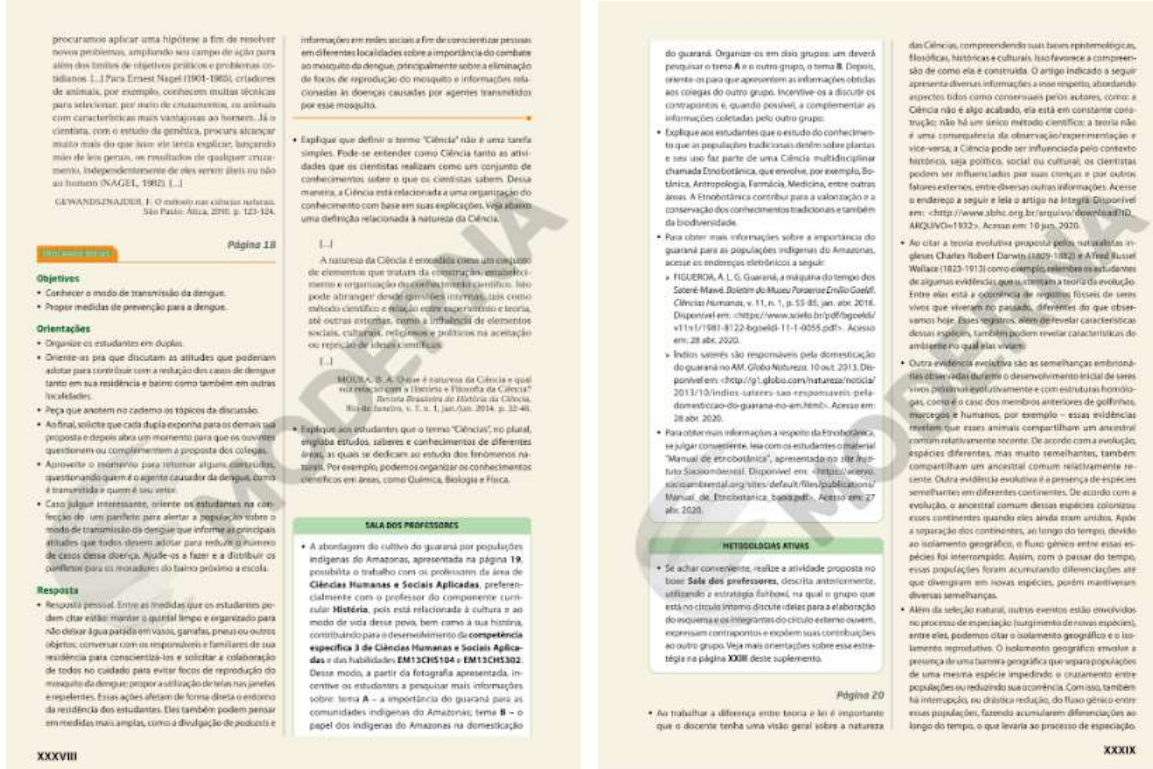
Acompanhamento da aprendizagem: Apresenta sugestões de estratégias de avaliação para que o professor verifique a aprendizagem dos estudantes em momentos oportunos.

Boxe complementar: Apresenta orientações e as respostas para o boxe complementar presente no Livro do estudante.

Atividades complementares: Apresenta sugestões de atividades que podem ser trabalhadas em sala para complementar os assuntos. Em parágrafos como esse, é

possível encontrar sugestões de trabalho preferencial com relação aos componentes curriculares (Física, Química e Biologia).

Figura 6 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.



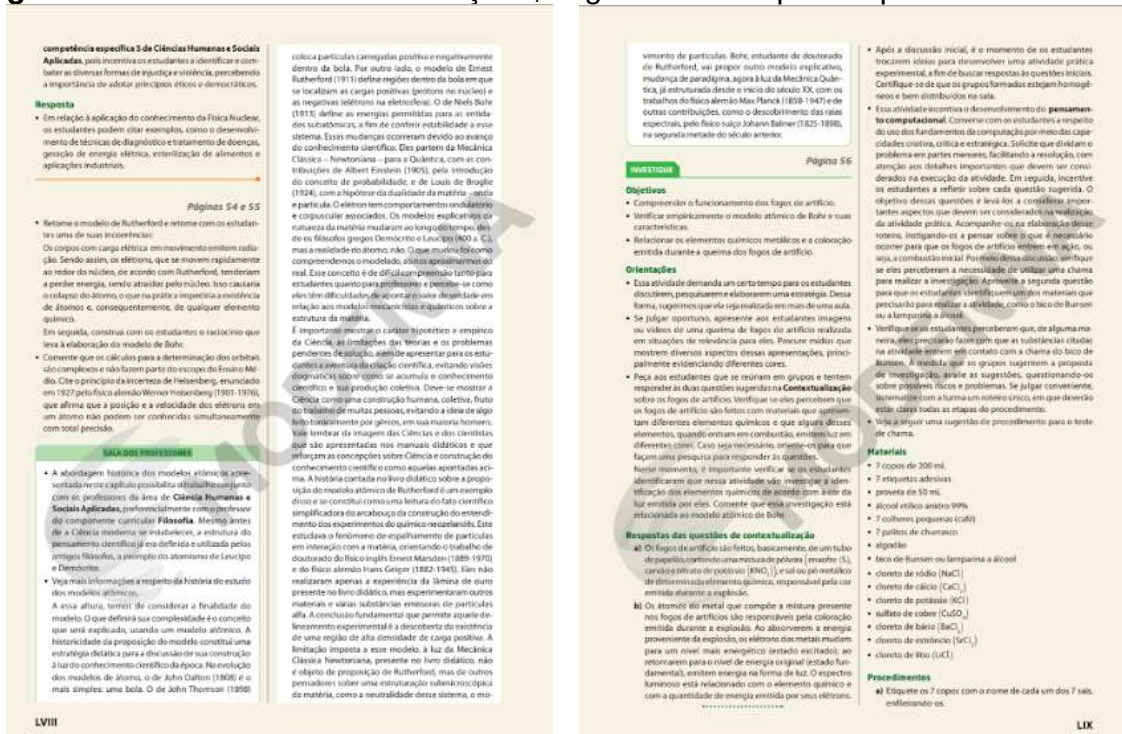
Fonte: Livro Didático, p. VIII (2020).

Trocando ideias: Dá sugestões para orientar os estudantes durante o trabalho em grupo e discute os temas sugeridos nessa seção, além da orientar a divulgação das discussões.

Metodologias ativas: Apresenta sugestões de abordagens por meio de estratégias de metodologia ativa, a fim de colocar os estudantes como protagonistas no processo de aprendizagem. Nas orientações gerais desse suplemento, o professor também encontra orientações sobre as principais estratégias de metodologia ativa sugeridas nesta coleção.

No decorrer do desenvolvimento dos conteúdos, sempre que oportuno, são apresentadas citações que enriquecem e fundamentam o trabalho com o conteúdo proposto.

Figura 7 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.



Fonte: Livro Didático, p.VIII (2020)

Sala dos professores: Em abordagens e atividades que permitam relações do conteúdo com outras áreas do conhecimento, você encontrará essa seção, que traz sugestões e subsídios para a construção de aulas em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, como Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Linguagens e Matemática.

Investigue: Contém sugestões para orientar os estudantes na elaboração e execução de atividades práticas investigativas, considerando-os protagonistas desse processo. Nas orientações, o professor encontra sugestões de atividades práticas roteirizadas.

Figura 8 – Livro Didático - Orientações, sugestões e respostas para cada unidade.



Fonte: Livro Didático, p. VIII (2020)

Respostas das atividades: Aqui você encontra respostas e resoluções das atividades que envolvem cálculos, assim como respostas e comentários das atividades de provas oficiais.

Retomando o que estudei: Orienta os estudantes para que utilizem a seção. Retomando o que estudei como ferramenta de avaliação, sugerindo diferentes estratégias, de acordo com o conteúdo trabalhado.

Ser consciente: Apresenta os objetivos da seção e orientações de como trabalhar com os estudantes, destacando as relações dos temas com o cotidiano e com os temas contemporâneos transversais da BNCC.

O Livro do Estudante (Figura 9 a 14) vem incorporado ao Suplemento para o Professor de forma a colaborar com a praticidade, pois enquanto o professor planeja suas aulas, tem em um único exemplar, as orientações e a forma como a atividade será apresentada ao aluno.

Figura 9 – Livro do Estudante – apresentação.



Fonte: Livro Didático, p. V (2020)

Páginas de abertura de unidade: Cada unidade é introduzida por duas páginas de abertura, que trazem imagens e textos relacionados aos temas que serão abordados. Esses recursos não apenas despertam o interesse dos estudantes, mas também contextualizam os conteúdos, aproximando-os de seu cotidiano. As questões propostas nessas páginas incentivam a reflexão sobre as imagens e textos apresentados, além de estimular a mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos em relação aos assuntos que serão estudados. (Figura 9)

Figura 10 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.



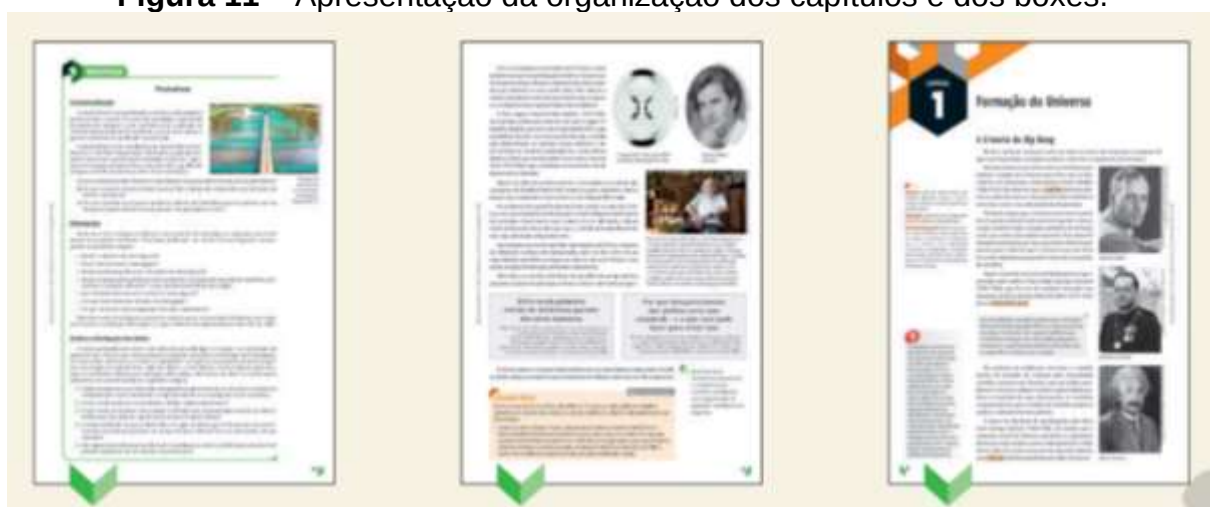
Fonte: Livro Didático, p.V (2020).

Conteúdo: Os temas de cada capítulo se iniciam, preferencialmente, com situações contextualizadas e reflexões que, além de incentivar os estudantes a ter uma postura ativa no processo de aprendizagem, buscam uma aproximação entre os conteúdos e o cotidiano. Além disso, os recursos e atividades sugeridos ao longo dos capítulos permitem aos estudantes trocar ideias e estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e seu cotidiano, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC.

Boxe complementar: Apresenta informações a respeito de alguns assuntos abordados nos capítulos, despertando o interesse dos estudantes e contribuindo para a complementação dos conteúdos. Além disso, as questões desse boxe incentivam os estudantes a refletir sobre os temas abordados e, muitas vezes, a estabelecer relações com seu cotidiano.

Atividades: Seção em que são propostas atividades com o objetivo de aprofundar os conteúdos abordados, incentivando os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. As atividades dessa seção também procuram estabelecer conexões com outras áreas do conhecimento, favorecendo a integração de saberes.

Figura 11 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.



Fonte: Livro Didático, p.VI (2020).

Investigue: Nessa seção, os estudantes são convidados a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Assim, eles têm a oportunidade de levantar hipóteses, desenvolver procedimentos, manipular materiais, observar e analisar resultados e trocar ideias com os colegas, tornando-se agentes ativos no processo de aprendizagem.

Trocando ideias: A partir de uma breve contextualização referente ao tema abordado na página, esse box incentiva a troca de ideias entre os estudantes por meio de atividades em duplas ou grupos, envolvendo discussões, debates, troca de experiências pessoais, entre outras estratégias. Além disso, as atividades incentivam os estudantes a divulgar os resultados obtidos.

Dica: Boxe que apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras.

Vocabulário: Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos, com objetivo de auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos.

Figura 12 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.



Fonte: Livro Didático, p.VI (2020).

Retomando o que estudei: Essa seção tem o objetivo de incentivar os estudantes a fazer uma autoavaliação da aprendizagem e a retomar conceitos estudados. Dessa forma, eles realizam uma sistematização dos conceitos essenciais, auxiliando o professor a identificar as principais dúvidas e dificuldades da turma.

Figura 13 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.



Fonte: Livro Didático, p.VI (2020)

Ser consciente: Seção presente no final de cada unidade, aborda temas abrangentes, atuais e que permitem aos estudantes relacionar o conteúdo científico a questões sociais e aos temas contemporâneos transversais da BNCC, mobilizando conteúdos dos componentes curriculares Física, Química e Biologia.

Figura 14 – Apresentação da organização dos capítulos e dos boxes.



Fonte: Livro Didático, p.VI (2020).

Ampliando seus conhecimentos: Seção com sugestões de livros e filmes que abordam as temáticas principais tratadas no volume. As sugestões são apresentadas no final de cada volume e vêm acompanhadas de uma sinopse.

Siglas: Seção que apresenta os significados das siglas utilizadas no volume.

Referências bibliográficas comentadas: Apresenta ao final de cada volume as principais obras utilizadas para consulta e como referência na produção das unidades do Livro do estudante.

Investigue: Nessa seção, os estudantes são convidados a investigar fenômenos e propriedades por meio do desenvolvimento de atividades práticas investigativas. Assim, eles têm a oportunidade de levantar hipóteses, desenvolver procedimentos, manipular materiais, observar e analisar resultados e trocar ideias com os colegas, tornando-se agentes ativos no processo de aprendizagem.

Trocando ideias: A partir de uma breve contextualização referente ao tema abordado na página, esse box incentiva a troca de ideias entre os estudantes por meio de atividades em duplas ou grupos, envolvendo discussões, debates, troca de

experiências pessoais, entre outras estratégias. Além disso, as atividades incentivam os estudantes a divulgar os resultados obtidos.

Dica: Boxe que apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras.

Vocabulário: Boxe que apresenta o significado de alguns termos destacados nos textos, com objetivo de auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos.

Respostas: Seção que apresenta aos estudantes as respostas e orientações de questões de provas oficiais e de atividades de múltipla escolha. Além disso, os estudantes podem consultar a resolução de atividades que envolvem cálculos.

Além disso, o Livro Didático em questão contextualiza o Ensino Médio e as transformações ocorridas nos últimos anos, principalmente no que diz respeito à BNCC, traz o pensamento computacional e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TIDCs) como instrumentos necessários para se viver no mundo contemporâneo e tecnológico, assim como se preocupa em orientar o docente sobre importância do olhar sensível para as questões de saúde mental dos adolescentes.

Há ainda o detalhamento sobre o currículo do Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composto pelos componentes de Biologia, Química e Física. (Figura 15)

Figura 15 – Organização das Áreas de Conhecimento.

Áreas do conhecimento	Componentes curriculares
Linguagens e suas Tecnologias	> Arte > Educação Física > Língua Inglesa > Língua Portuguesa
Matemática e suas Tecnologias	> Matemática
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	> Biologia > Física > Química
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	> Filosofia > Geografia > História > Sociologia

Fonte: Livro Didático, p. XV (2020)

Os **temas transversais contemporâneos** são trazidos sem ser uma novidade, uma vez que estão presentes no currículo desde o lançamento do PCNs em 1997. Os temas contemporâneos transversais, por não pertencerem a uma área específica do conhecimento, devem ser abordados de forma integrada por todas as áreas (Figura 16). Seguindo essa orientação, a coleção traz esses temas em recursos e atividades no Livro do Estudante e no Suplemento para o Professor, incentivando a reflexão sobre a sociedade e fortalecendo a formação cidadã dos estudantes.

Figura 16 – Temas Contemporâneos Transversais.

TEMAS CONTEMPORÂNEOS TRANSVERSAIS		
Ciência e tecnologia > Ciência e tecnologia	Meio ambiente > Educação ambiental > Educação para o consumo	Economia > Trabalho > Educação financeira > Educação fiscal
Multiculturalismo > Diversidade cultural > Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras	Cidadania e civismo > Vida familiar e social > Educação para o trânsito > Educação em direitos humanos > Direitos da criança e do adolescente > Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso	Saúde > Saúde > Educação alimentar e nutricional

Fonte: Livro Didático, p.XVI (2020).

O livro aborda os **Fundamentos Teórico-Metodológicos** que direcionam o fazer docente conforme a intencionalidade da edição, explicando que o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve partir da realidade dos estudantes, valorizando seus conhecimentos prévios e estimulando a busca por novas informações para resolver problemas do cotidiano. O professor deve atuar como mediador, incentivando a postura ativa e crítica dos alunos.

A proposta metodológica da coleção busca desenvolver competências e habilidades integrando diferentes áreas do conhecimento e enfatizando o contexto sociocultural, a história da Ciência e a experimentação prática. Assim, a aprendizagem ocorre quando os estudantes internalizam conceitos de forma significativa e reflexiva. A experimentação entra como ação fundamental para tornar as aulas dinâmicas e desenvolver o método científico. A coleção também adota a perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), destacando a relação entre ciência, tecnologia e seus impactos sociais e ambientais.

Há destaque para o desenvolvimento do **pensamento computacional** e a correção de defasagens em matemática e linguagem, trazidas como essenciais. É incentivada a pesquisa segura na internet, utilizando recursos como textos, áudios e vídeos para apoiar a construção crítica do conhecimento e a formação cidadã dos estudantes.

A coleção apresenta alguns pilares **teórico-metodológicos** (Figura 17) para auxiliar o professor na compreensão da proposta e na construção de seu fazer docente.

Figura 17 – Ferramentas, Recursos e Metas.

Ferramentas	Recursos	Metas
» Integração de conhecimentos (Biologia, Química e Física) » Análise de situações » Experimentação » História da Ciência » Cultura digital » Divulgação científica » Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	» Imagens diversas (esquemas, ilustrações e fotografias) » Gêneros textuais diversos (textos de fontes diversas, reportagens, tirinhas, cartuns) » Tabelas » Gráficos » Mapas » Materiais diversos e acessíveis » Recursos audiovisuais (sites, vídeos)	» Desenvolvimento de habilidades e competências » Leitura e interpretação de textos e dados » Cidadania » Protagonismo no processo de ensino-aprendizagem » Desenvolvimento da alfabetização científica » Apropriação do método científico (observação, análise, levantamento e teste de hipóteses) » Argumentação e comunicação científica » Desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e do pensamento computacional » Desenvolvimento do raciocínio linguístico

Fonte: Livro Didático, p. XVIII (2020).

As **Metodologias Ativas** entram no contexto como uma forma de transformar essa realidade, engajando os estudantes e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo. No Suplemento do Professor, são indicadas sugestões como Sala de Aula Invertida, *One minute paper* (Papel de um minuto), Rotação por estações, Seminário, *Jigsaw* (Quebra-cabeça), *Gallery walk* (Caminhada na galeria), *Sorting strips* (Tiras de classificação), *Think-pair-share*, (Pensar-conversar-compartilhar), *Fishbowl* (Aquário), *Quick Writing* (Escrita Rápida), *Turn and talk* (Vire e fale), *Four corners* (Quatro cantos) e *Polling* (Sondagem).

O exemplar encerra a apresentação do livro reforçando que o Ensino Médio busca o desenvolvimento integral dos jovens, priorizando competências de saber e saber fazer, conforme a BNCC. Traz que a **avaliação** deve estar alinhada a esses objetivos, sendo uma prática contínua que auxilia o trabalho do professor e que as avaliações que focam apenas em notas são limitadas, enquanto práticas que valorizam o protagonismo do estudante analisam como ele aprende.

Reitera que a avaliação precisa ser diversificada, com registros constantes, como relatórios e portfólios, que indiquem o progresso ou dificuldades dos alunos. Nesse contexto, destacam-se três tipos de avaliação: a diagnóstica, que identifica conhecimentos prévios e necessidades; a formativa, que acompanha o processo de aprendizagem e orienta intervenções; e a somativa, que verifica o alcance dos objetivos ao final de um período. Assim, a avaliação torna-se uma prática ativa, reflexiva e integrada ao ensino-aprendizagem se somada ao planejamento de instrumentos avaliativos diversificados.

4 RESULTADOS

Nesta seção ocorreu a exposição e a análise dos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa inferidos mediante exercícios de interpretação incidentes sobre as Resoluções e os materiais didáticos mencionados nas seções precedentes desta dissertação. Estima-se que os exercícios interpretativos efetuados consistiram em procedimentos necessários para a constituição de subsídios para a implementação de um comitê de ética na Educação Básica favorecendo a formação de estudantes para a pesquisa em ciência.

Ao optar pela seleção das Resoluções CNS 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22

como base para a realização de análises dos demais documentos, decidimos por selecionar os aspectos éticos que, em nossa interpretação, sustentariam maior consistência com a pesquisa realizada na Educação Básica. Na busca de subsídios que nos amparem na implantação de um CEP, coube indagar: quais são os pré-requisitos éticos e científicos para que um estudante do Ensino Médio possa ser considerado letrado e preparado para participar de discussões que envolvam os cuidados na pesquisa com seres humanos?

Nesta demanda, o Quadro 5 apresenta um inventário dos tópicos inseridos nas Resoluções que foram considerados relevantes para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Quadro 5 – Tópicos das Resoluções CNS considerados para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Tópicos	Resoluções onde estão presentes
I - Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – implicações	196/1996, 466/2012
II - Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – Exigências	196/1996, 466/2012
III - Consentimento livre e esclarecido	196/1996, 466/2012, 510/2016
IV - Riscos e Benefícios	196/1996, 466/2012, 510/2016
V - Princípios Éticos	510/2016
VI - Delineamento do Estudo	674/2022
VII - Tipificação	674/2022
VIII - Dos fatores de modulação	674/2022

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Durante o levantamento não foram constatadas evidências textuais sobre a possibilidade do uso dessas resoluções no contexto educacional. Todas as versões consultadas são documentos oficiais, escritos de forma técnica e com linguagem direcionada ao contexto das pesquisas com seres humanos na área da saúde ou social e para pesquisas no Ensino Superior.

4.1 Normas e preceitos

No levantamento, para as resoluções 196 e sua complementação 466, selecionamos os tópicos Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos -

implicações; Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – exigências; Consentimento livre e esclarecido; Riscos e Benefícios;

O tópico "**Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos - implicações**", no artigo III.1, item d), da resolução 196/96, discute *a relevância social da pesquisa, destacando que ela deve trazer vantagens significativas para os sujeitos envolvidos e minimizar os ônus para os sujeitos vulneráveis*. Este ponto garante que os interesses de todos os participantes sejam igualmente considerados, sem perder o foco na destinação sócio humanitária da pesquisa, pautada pelos princípios de justiça e equidade. A resolução 466/12, que complementa a 196/96, mantém a ênfase na relevância social da pesquisa, reforçando a necessidade de garantir a igual consideração dos interesses envolvidos e a destinação sócio humanitária dos estudos.

A relação entre essas resoluções evidencia uma continuidade e um aprofundamento dos princípios éticos na pesquisa científica, especialmente no que diz respeito à proteção de grupos vulneráveis e à promoção do bem-estar coletivo. Ao longo do tempo, as resoluções reforçam que, ao realizar pesquisas, os benefícios devem ser substanciais para os participantes, especialmente para aqueles em situações de vulnerabilidade, assegurando que a pesquisa não apenas avance o conhecimento, mas também respeite e promova os direitos dos indivíduos envolvidos.

Ensinar os estudantes a reconhecerem a importância de uma pesquisa ética, que minimize danos e promova o bem-estar de todos os envolvidos, prepara-os para se tornarem cidadãos críticos e responsáveis e permite que os alunos percebam o papel social da ciência e sua capacidade de gerar mudanças positivas na sociedade, estimulando uma visão crítica e reflexiva sobre as práticas científicas.

Em III.3 da 196, o tópico **Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – exigências**, traz no item a) *consentimento livre e esclarecido dos indivíduos-alvo e a proteção a grupos vulneráveis e aos legalmente incapazes (autonomia)*. Neste sentido, *a pesquisa envolvendo seres humanos deverá sempre tratá-los em sua dignidade, respeitá-los em sua autonomia e defendê-los em sua vulnerabilidade*; O item a) da 466, *apresenta a importância do respeito ao participante da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio de manifestação expressa, livre e esclarecida*.

Ensinar os estudantes a compreender a importância do consentimento livre e

esclarecido e do respeito à dignidade e autonomia é fundamental para a construção de uma sociedade mais justa e ética. Ao abordar esses temas, os alunos não apenas se preparam para um possível envolvimento em pesquisas no futuro, mas também aprendem a importância do respeito ao outro em diversas situações da vida cotidiana.

Entender o conceito de autonomia, por exemplo, permite que os estudantes desenvolvam uma maior capacidade de tomar decisões informadas sobre suas próprias vidas, seja em relação à sua saúde, seja no âmbito acadêmico ou em suas relações pessoais.

Na 196, o item e) *obedecer a metodologia adequada. Se houver necessidade de distribuição aleatória dos sujeitos da pesquisa em grupos experimentais e de controle, assegurar que, a priori, não seja possível estabelecer as vantagens de um procedimento sobre outro através de revisão de literatura, métodos observacionais ou métodos que não envolvam seres humanos; conversa com dois itens da 466, sendo eles e) utilizar os métodos adequados para responder às questões estudadas, especificando-os, seja a pesquisa qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa; e f) se houver necessidade de distribuição aleatória dos participantes da pesquisa em grupos experimentais e de controle, assegurar que, a priori, não seja possível estabelecer as vantagens de um procedimento sobre outro, mediante revisão de literatura, métodos observacionais ou métodos que não envolvam seres humanos;*

Para os alunos da educação básica, entender a importância de métodos na pesquisa significa compreender que o conhecimento científico não é apenas uma questão de opiniões ou suposições, mas sim de processos rigorosos e bem fundamentados. Ao aprenderem sobre métodos de pesquisa, os estudantes começam a perceber como as conclusões científicas são alcançadas de maneira objetiva e imparcial. Isso estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, ao fazer com que eles reconheçam a importância de coletar e analisar dados de forma estruturada e ética, o que também os ajudará mais adiante como pesquisadores no ensino superior.

O item da 196, l) *respeitar sempre os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, bem como os hábitos e costumes quando as pesquisas envolverem comunidades; com apenas atualizações textuais, é idêntico ao item k) respeitar sempre os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, como também os hábitos e costumes, quando as pesquisas envolverem comunidades;*

Esse princípio, de respeitar as características sociais e culturais de cada sujeito ou grupo envolvido na pesquisa, exige um olhar mais atento por parte dos

pesquisadores. Não se trata apenas de um cumprimento de normas éticas formais, mas de uma postura que reconhece a pluralidade de realidades e experiências vividas pelos indivíduos e pelas comunidades.

Para estudantes, este item pode ensinar a olhar para o outro de maneira respeitosa e empática, reconhecendo e valorizando a diversidade de experiências humanas, formando cidadãos mais sensíveis e preparados para interagir em uma sociedade plural.

No item 196, m) *garantir que as pesquisas em comunidades, sempre que possível, traduzir-se-ão em benefícios cujos efeitos continuem a se fazer sentir após sua conclusão. O projeto deve analisar as necessidades de cada um dos membros da comunidade e analisar as diferenças presentes entre eles, explicitando como será assegurado o respeito às mesmas*; a 466 propõe o item l) *garantir que as pesquisas em comunidades, sempre que possível, traduzir-se-ão em benefícios cujos efeitos continuem a se fazer sentir após sua conclusão*. Quando, no interesse da comunidade, houver benefício real em incentivar ou estimular mudanças de costumes ou comportamentos, o protocolo de pesquisa deve incluir, sempre que possível, disposições para comunicar tal benefício às pessoas e/ou comunidades;

Esse princípio está alinhado com a ideia de que a pesquisa científica não deve ser vista apenas como uma busca de conhecimento para fins acadêmicos, mas também como uma ferramenta de transformação social e de melhoria das condições de vida das comunidades. A pesquisa, ao respeitar os valores, culturas e características sociais dos participantes, também deve buscar gerar resultados que sejam aplicáveis e benéficos no contexto local.

Ao trazer para o contexto da educação básica, é possível levar os jovens a entenderem que o conceito de pesquisa não é apenas sobre aprender conceitos teóricos, mas também sobre como a pesquisa pode ser usada para resolver problemas reais, melhorar condições sociais e promover o bem-estar coletivo.

Na 196 traz o item o) *comunicar às autoridades sanitárias os resultados da pesquisa, sempre que os mesmos puderem contribuir para a melhoria das condições de saúde da coletividade, preservando, porém, a imagem e assegurando que os sujeitos da pesquisa não sejam estigmatizados ou percam a autoestima*; A 466 apresenta o item m) *comunicar às autoridades competentes, bem como aos órgãos legitimados pelo Controle Social, os resultados e/ou achados da pesquisa, sempre que estes puderem contribuir para a melhoria das condições de vida da coletividade*,

preservando, porém, a imagem e assegurando que os participantes da pesquisa não sejam estigmatizados;

Esses princípios garantem que os achados da pesquisa não apenas avancem o conhecimento, mas também possam ser aplicados de forma prática para o benefício da sociedade. Ambas as resoluções ressaltam a necessidade de proteger a imagem e a autoestima dos participantes, assegurando que os sujeitos da pesquisa não sejam estigmatizados ou prejudicados pela divulgação dos resultados. Ao ter contato com esse preceito, o estudante desperta para a preocupação com o respeito à imagem e autoestima dos participantes, princípio que ensina os alunos a valorizar a ética, a justiça e o respeito pelos outros, independentemente de sua condição social ou participação em estudos científicos.

O tópico **Consentimento livre e esclarecido**, compõe o corpo das resoluções 196 (capítulo IV), 466 (capítulo IV) e 510 (capítulo III).

A 196 traz o item a) *a justificativa, os objetivos e os procedimentos que serão utilizados na pesquisa; acrescido pela 466 com o item b) prestar informações em linguagem clara e acessível, utilizando-se das estratégias mais apropriadas à cultura, faixa etária, condição socioeconômica e autonomia dos convidados a participar da pesquisa; e complementado pela 510 no Art. 5: O processo de comunicação do consentimento e do assentimento livre e esclarecido pode ser realizado por meio de sua expressão oral, escrita, língua de sinais ou de outras formas que se mostrem adequadas, devendo ser consideradas as características individuais, sociais, econômicas e culturais da pessoa ou grupo de pessoas participante da pesquisa e as abordagens metodológicas aplicadas.*

Os textos destacam que o processo de comunicação do consentimento e assentimento livre e esclarecido deve ser conduzido de forma acessível e apropriada, utilizando meios de expressão como oral, escrita, língua de sinais, ou outras formas que sejam adequadas às condições dos participantes da pesquisa. Isso implica em considerar não apenas as características individuais, mas também os aspectos sociais, econômicos e culturais dos sujeitos ou grupos envolvidos, garantindo que esteja ao alcance de todos, de acordo com seu contexto específico.

Para os alunos, há destaque para a importância da qualidade da comunicação, habilidade que não está restrita à pesquisa, mas a qualquer situação do cotidiano. Saber se comunicar de maneira clara, acessível e respeitosa, levando em conta as

diferenças individuais e contextuais, é uma habilidade essencial para a vida em sociedade.

O tópico **Riscos e Benefícios**, compõe o corpo das resoluções 196 (capítulo V), 466 (capítulo V) e 510 (artigos 19 e 20).

Em 196 temos o item a) *oferecerem elevada possibilidade de gerar conhecimento para entender, prevenir ou aliviar um problema que afete o bem-estar dos sujeitos da pesquisa e de outros indivíduos*; na 466, o item a) *o risco se justifique pelo benefício esperado*; e 510 com Art. 19. O pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim de evitar dano ou atenuar seus efeitos; e Art. 20. onde *O pesquisador deverá adotar todas as medidas cabíveis para proteger o participante quando criança, adolescente, ou qualquer pessoa cuja autonomia esteja reduzida ou que esteja sujeita a relação de autoridade ou dependência que caracterize situação de limitação da autonomia, reconhecendo sua situação peculiar de vulnerabilidade, independentemente do nível de risco da pesquisa.*

A pesquisa deve proporcionar uma grande possibilidade de gerar conhecimento que ajude a entender, prevenir ou aliviar problemas. Qualquer risco envolvido para os participantes precisa ser justificado por um benefício significativo. Para isso, é necessário realizar uma análise cuidadosa dos procedimentos da pesquisa e implementar estratégias eficazes para mitigar riscos e garantir a proteção dos participantes. Além disso, é essencial adotar medidas de proteção específicas para indivíduos em situações de vulnerabilidade, como crianças, adolescentes ou pessoas com autonomia reduzida, seja por questões de idade ou por estarem em uma relação de autoridade ou dependência.

Para os alunos da educação básica, entender esses conceitos é fundamental porque os ajuda a reconhecer a importância de proteger os direitos das pessoas em qualquer situação, avaliar as consequências de suas escolhas e respeitar as diferenças e vulnerabilidades dos outros.

O tópico **"Princípios Éticos"**, a partir da resolução 510, Capítulo 2, Art. 3º. I- *reconhecimento da liberdade e autonomia de todos os envolvidos no processo de pesquisa, inclusive da liberdade científica e acadêmica*; assegura que tanto os pesquisadores quanto os participantes da pesquisa, sejam eles indivíduos ou grupos, tenham o direito de decidir livremente sobre sua participação e os rumos da

investigação, sem pressões externas ou limitações indevidas. Além disso, a liberdade científica e acadêmica implica que os pesquisadores possam explorar suas questões de interesse sem restrições políticas ou dogmáticas, promovendo o avanço do conhecimento de maneira plural e crítica.

Ao conectar este preceito com o artigo IV, *que fala sobre o empenho na ampliação e consolidação da democracia por meio da socialização da produção de conhecimento resultante da pesquisa, inclusive em formato acessível ao grupo ou população que foi pesquisada*; visando garantir que os resultados da pesquisa não sejam apenas voltados para uma elite acadêmica ou científica, mas que sejam compartilhados com as comunidades que contribuíram para essa produção.

Nessa perspectiva temos o reconhecimento da autonomia e liberdade dos envolvidos no processo de pesquisa. Se, por um lado, os pesquisadores têm liberdade para desenvolver seus estudos de maneira independente, por outro, é indispensável que o conhecimento gerado seja socializado de maneira que beneficie amplamente a sociedade, sem distorções ou meias palavras, e respeite a liberdade dos grupos e populações que foram objeto de estudo. Respeito este que se estende ao artigo VII - *garantia da confidencialidade das informações, da privacidade dos participantes e da proteção de sua identidade, inclusive do uso de sua imagem e voz*; e no artigo VIII - *garantia da não utilização, por parte do pesquisador, das informações obtidas em pesquisa em prejuízo dos seus participantes*.

Na era das tecnologias e redes sociais, os preceitos são conteúdos necessários no contexto da educação básica, refletindo sobre os limites éticos e respeito ao espaço e preservação da identidade dos indivíduos com quem convivemos.

Tal premissa é reforçada no artigo IX - *compromisso de todos os envolvidos na pesquisa de não criar, manter ou ampliar as situações de risco ou vulnerabilidade para indivíduos e coletividades, nem acentuar o estigma, o preconceito ou a discriminação*; que reitera que os riscos não cabem apenas ao processo de pesquisa, mas ao antes, durante e depois da pesquisa, que incorpora ideias para a preservação do pesquisado.

Ao assumir o comando de uma pesquisa, o pesquisador se responsabiliza e prevê os possíveis danos, previstos no artigo X - *compromisso de propiciar assistência a eventuais danos materiais e imateriais, decorrentes da participação na pesquisa, conforme o caso sempre e enquanto necessário*.

A Resolução 674, em seu Capítulo III, Art. 3º, esclarece as categorias de pesquisa de acordo com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CNS), oferecendo uma classificação que visa guiar os pesquisadores no planejamento e condução de seus estudos, **do Delineamento da Pesquisa**.

O Item I - *Estudos que visam descrever ou compreender fenômenos que aconteceram ou acontecem no cotidiano do participante de pesquisa*, é focado na observação ou compreensão, onde o pesquisador busca entender como determinado evento ou processo se manifesta na vida dos indivíduos ou grupos, sem a intenção de alterar ou manipular essas condições.

Item II - *Estudos que visam verificar o efeito de produto ou técnica em investigação, deliberadamente aplicado no participante em virtude da pesquisa, de forma prospectiva, com grupo controle ou não*. Este tipo de estudo envolve a aplicação de intervenções deliberadas sobre os participantes, com o objetivo de observar os efeitos de uma técnica, produto ou tratamento em investigação, seja com prescrição de medicamentos ou placebos, num caráter mais experimental, com ou sem a utilização de um grupo controle.

A classificação mencionada serve como um ponto de partida fundamental e aciona todos os preceitos éticos discutidos até aqui. Conforme descrito pela Resolução 674, ela auxilia os pesquisadores a compreenderem os diferentes tipos de risco e intervenção envolvidos, oferecendo uma base para orientar suas práticas em direção a uma pesquisa que respeite os direitos dos participantes. Isso nota-se mais detalhadamente, no tópico **Tipificação**, com os artigos 7º, 8º e 9º da Resolução 674 que classificam as pesquisas de acordo com a intervenção no corpo humano.

Art. 7º - Pesquisa tipo A: visam descrever ou compreender fenômenos que aconteceram ou acontecem no cotidiano, não havendo intervenção no corpo humano.

Art. 8º - Pesquisa tipo B: As pesquisas tipo B visam descrever ou compreender fenômenos que acontecem no cotidiano, havendo intervenção física no corpo humano.

Art. 9º - Pesquisa tipo C: As pesquisas tipo C visam verificar o efeito de produto ou técnica em investigação, deliberadamente aplicado no participante em virtude da pesquisa, de forma prospectiva, com grupo controle ou não.

Capítulo VI, Art.10, **Dos fatores de modulação**: II - Características dos métodos da pesquisa: b) pesquisa com manipulação genética; c) *a pesquisa envolve a interação de participantes de pesquisa ou da comunidade com organismos*

geneticamente modificados ou organismos de alto risco coletivo; e) a pesquisa tem por objetivo: avaliar um fármaco, medicamento; f) a pesquisa realiza a avaliação ou análise de alimentos; g) estudos que visam avaliar, exclusivamente, o processo de ensino-aprendizagem; h) pesquisa-ação ou a que envolva: protagonismo do participante;

Ao apresentar essa tipificação em sala de aula, temos a oportunidade de experimentar e refletir sobre como diferentes tipos de pesquisa exigem abordagens, processos e cuidados distintos. Isso permite uma compreensão mais profunda de que a natureza da pesquisa define não apenas as metodologias a serem utilizadas, mas também os princípios éticos a serem seguidos, estimulando os alunos a adotar uma postura crítica e consciente em relação às especificidades de cada estudo.

Durante a comparação dos preceitos éticos extraídos das resoluções, foi possível estabelecer algumas relações com o contexto educacional. No entanto, esse processo exigiu um nível elevado de abstração, análise crítica e interpretação conceitual que, na prática cotidiana, nem todo profissional da educação terá tempo hábil ou habilidade técnica para desenvolver de forma aprofundada.

4.2 O componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) na BNCC e a dimensão ética

A área de Ciências da Natureza no Ensino Médio abrange muito mais do que apenas o aprendizado dos conceitos teóricos. Nessa linha de pensamento, a BNCC para o componente curricular de CNT, ao integrar os conhecimentos de Biologia, Física e Química, estabelece competências e habilidades que ampliam e sistematizam as aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Isso inclui não apenas os conhecimentos conceituais da área, mas também a contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses saberes, bem como os processos e práticas de investigação e as linguagens específicas das Ciências da Natureza.

Ao conectar as diretrizes da BNCC com os preceitos éticos das resoluções, percebe-se a necessidade de que a educação em Ciências da Natureza não apenas transmita conhecimentos teóricos e técnicos, mas também desenvolva nos estudantes uma compreensão profunda dos aspectos éticos envolvidos na pesquisa científica. Isso inclui o respeito à diversidade cultural, a promoção de práticas sustentáveis e a responsabilidade social no uso e na divulgação do conhecimento científico.

Para avaliar em que medida as competências e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias incorporam aspectos éticos, e como elas comunicam de forma clara ao educador a intenção de promover o letramento científico e a visão ética científica, decidimos analisar as potencialidades e limitações desse currículo.

Descrevemos, a seguir, possíveis vinculações entre análises das Resoluções CNS nº 196/96, 466/2012, 510/2016 e 674/22 e o alcance das competências específicas do componente curricular CNT, considerando em que extensão tais vinculações poderiam se constituir em condições necessárias para a implantação de um comitê de ética em pesquisa em unidade escolar da Educação Básica.

Quanto às resoluções analisadas, cumpre destacar um conjunto de capítulos que preconizam modos de proceder e de interagir na execução da pesquisa científica que objetivam preservar referenciais da bioética (autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade), como também garantir a promoção da qualidade digna de vida a partir do respeito aos direitos civis, sociais, culturais, e a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

De modo mais específico, aplicamos o inventário de preceitos éticos, oriundo de análises comparativas e complementares das quatro resoluções CNS selecionadas para nesta pesquisa, relacionando-os com cada bloco de habilidades, na identificação de elementos de conduta ética presentes ou não nas competências de CNT.

Temos, portanto, o resultado da articulação entre os dois referenciais de análise desta pesquisa: as resoluções e as competências dispostas na BNCC para a área de CNT.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio é organizada em três unidades temáticas: matéria e energia, vida e evolução, e terra e universo. Cada unidade temática representa uma grande área de conhecimento e colabora com o desenvolvimento de uma competência do currículo de CNT em específico. Cada competência abarca o trabalho com um conjunto de habilidades.

A Competência 1 encontra-se vinculada com a unidade temática Matéria e Energia, sendo delimitada pelo conjunto de sete habilidades (EM13CNT101 a EM13CNT107).

A Tabela XX expõe a vinculação proposta entre cada uma das habilidades relacionadas com a Competência 1 e os tópicos das Resoluções consideradas a partir dos quais são propostos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Tabela 1 – Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 1 da BNCC – Ensino Médio – componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Habilidade	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
EM13CNT101								
EM13CNT102								
EM13CNT103								
EM13CNT104								
EM13CNT105								
EM13CNT106								
EM13CNT107								

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Seguem descrições e análises detalhando as vinculações expostas na Tabela 1.

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: A análise de transformações naturais e produtivas precisa considerar as implicações sociais e ambientais que podem afetar diretamente seres humanos e o meio ambiente.

Riscos e Benefícios: O estudante deve ponderar os benefícios e riscos de intervenções produtivas e tecnológicas, promovendo escolhas que priorizem o desenvolvimento sustentável e o bem-estar coletivo.

Princípios Éticos: Ao prever comportamentos de sistemas, o compromisso ético com a preservação da vida e dos recursos naturais é essencial.

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando

também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Delineamento do Estudo: A construção e avaliação de protótipos exigem um delineamento claro e ético, assegurando que métodos usados respeitem o meio ambiente e as comunidades locais.

Consentimento Livre e Esclarecido (em casos de testes em comunidades ou uso de dados de seres humanos): Se envolver testes com usuários ou coleta de dados humanos, deve haver consentimento livre, com plena informação sobre riscos.

Riscos e Benefícios: Avaliar se a implementação de novas tecnologias térmicas traz mais benefícios que riscos sociais e ambientais.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

Riscos e Benefícios: Uso consciente de radiações implica analisar seus riscos (à saúde, ao ambiente) e benefícios potenciais, como na medicina ou geração de energia.

Consentimento Livre e Esclarecido: Quando se utiliza radiação em humanos (por exemplo, exames médicos), é fundamental garantir que o paciente tenha informações claras sobre os riscos.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Investigações ou uso de tecnologias com radiações devem atender às exigências de proteção à saúde humana.

(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

Riscos e Benefícios: Reflexão sobre os riscos toxicológicos e impactos ambientais de produtos químicos usados no cotidiano.

Tipificação: A categorização adequada de materiais (seguro, tóxico, reativo) é essencial para práticas responsáveis e éticas no seu descarte e uso.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Incentiva uma postura crítica ao utilizar materiais que possam causar danos ambientais ou sociais.

(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

Princípios Éticos: Preservar os ciclos naturais é um dever ético, respeitando a vida em todas as suas formas e garantindo a sustentabilidade.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: A intervenção humana nos ciclos naturais (ex.: poluição, aquecimento global) deve ser avaliada criticamente considerando implicações para as gerações futuras.

Dos Fatores de Modulação: Avaliar como fatores humanos modulam o equilíbrio natural e, assim, a saúde coletiva.

(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

Delineamento do Estudo: Estudos e soluções propostas devem considerar delineamentos que minimizem impactos socioambientais e que sejam sustentáveis.

Riscos e Benefícios: Avaliar quais fontes de energia geram menos riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Propostas energéticas devem respeitar os direitos humanos, a inclusão social e as necessidades locais e globais.

(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Pesquisas e criações envolvendo dispositivos devem atender a normas éticas, assegurando a segurança do usuário e do ambiente.

Consentimento Livre e Esclarecido: Se envolver testes com usuários humanos, o consentimento informado é necessário.

Tipificação: Entender e classificar dispositivos quanto à segurança, eficiência e impactos ambientais é uma atitude ética necessária.

Riscos e Benefícios: Avaliar riscos (ex.: eletricidade, poluição eletrônica) versus benefícios da utilização dos dispositivos.

A Competência 2 faz referência à unidade temática Vida e Evolução, sendo tal competência expressa por um conjunto de nove habilidades (EM13CNT201 a EM13CNT209).

Seguem descrições e análises detalhando as vinculações expostas na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 2 da BNCC – Ensino Médio – componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Habilidade	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
EM13CNT201								
EM13CNT202								
EM13CNT203								
EM13CNT204								
EM13CNT205								
EM13CNT206								
EM13CNT207								
EM13CNT208								
EM13CNT209								

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Respeitar as diferentes cosmovisões históricas e culturais, aplicando critérios éticos na comparação com teorias científicas.

Tipificação: Classificar teorias de forma ética, sem preconceito ou discriminação cultural.

Princípios Éticos: Garantir respeito à diversidade de ideias e crenças ao abordar modelos históricos.

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização.

Delineamento do Estudo: Estudos sobre vida devem ser planejados para não causar danos aos organismos.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Entender as implicações do uso de organismos vivos em experimentos.

Consentimento Livre e Esclarecido: Se envolver comunidades humanas ou povos tradicionais, o consentimento é essencial.

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas e seus impactos.

Riscos e Benefícios: Avaliar impactos ambientais das intervenções, considerando os danos e benefícios.

Princípios Éticos: Priorizar o respeito à vida e à integridade dos ecossistemas.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Intervenções devem ser planejadas de forma ética, respeitando legislações ambientais.

(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões sobre movimentos de objetos no Sistema Solar e no Universo.

Delineamento do Estudo: As previsões e modelagens devem ser feitas com rigor ético para não gerar desinformação.

Dos fatores de modulação: Considerar corretamente as variáveis que afetam as previsões astronômicas de forma ética e científica.

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões considerando probabilidade e incerteza.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Resultados devem ser apresentados com transparência quanto às incertezas.

Consentimento Livre e Esclarecido: Se envolver dados humanos, a participação deve ser consentida e informada.

Princípios Éticos: Evitar manipulação de dados para forçar conclusões.

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade.

Princípios Éticos: Proteger a vida em todas as formas, respeitando a biodiversidade.

Riscos e Benefícios: Avaliar impactos de práticas humanas no equilíbrio dos ecossistemas.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Pesquisas em biodiversidade devem seguir protocolos que minimizem danos aos ambientes naturais.

(EM13CNT207) Identificar vulnerabilidades e desenvolver ações de prevenção e promoção da saúde e bem-estar dos jovens.

Consentimento Livre e Esclarecido: Toda ação com jovens deve garantir consentimento informado.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Ações devem respeitar a autonomia, a privacidade e a dignidade dos indivíduos.

Riscos e Benefícios: Avaliar cuidadosamente os riscos de intervenções nas esferas física, mental e social.

(EM13CNT208) Aplicar princípios da evolução biológica para analisar a história humana e respeitar a diversidade cultural.

Princípios Éticos: Promover o respeito e a valorização da diversidade étnica e cultural.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Pesquisas históricas e genéticas sobre populações humanas devem ser conduzidas com respeito às comunidades envolvidas.

Consentimento Livre e Esclarecido: Em estudos genéticos ou antropológicos, é obrigatório garantir o consentimento dos participantes ou comunidades.

(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar e a origem dos elementos químicos no Universo.

Delineamento do Estudo: Pesquisas astrofísicas devem ser conduzidas com rigor metodológico e responsabilidade na divulgação dos resultados.

Dos fatores de modulação: Considerar de forma ética os fatores que influenciam os processos astronômicos ao comunicar dados ao público.

Princípios Éticos: Evitar a distorção ou sensacionalismo de informações sobre o Universo.

A Competência 3, por sua vez, refere-se à unidade temática Terra e Universo, estando constituída por um conjunto de dez habilidades (EM13CNT301 a EM13CNT310).

Seguem descrições e análises detalhando as vinculações expostas na Tabela 3.

Tabela 3. Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com a Competência 3 da BNCC – Ensino Médio – Componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Habilidade	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
EM13CNT301								
EM13CNT302								
EM13CNT303								
EM13CNT304								
EM13CNT305								
EM13CNT306								
EM13CNT307								
EM13CNT308								
EM13CNT309								
EM13CNT310								

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Planejar experimentos e coleta de dados de maneira ética e segura.

Delineamento do Estudo: As hipóteses e previsões devem ser formuladas respeitando princípios de honestidade e transparência científica.

Consentimento Livre e Esclarecido: Em experimentos com seres vivos ou seres humanos, é necessário consentimento informado.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Comunicação científica deve prezar pela veracidade, clareza e acessibilidade da informação.

Princípios Éticos: Evitar *fake news* e distorções de dados.

Consentimento Livre e Esclarecido: Caso haja divulgação de informações envolvendo sujeitos da pesquisa, deve haver autorização prévia.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: A seleção de fontes deve ser crítica e ética, valorizando informações confiáveis e cientificamente embasadas.

Princípios Éticos: Respeitar os direitos autorais e o crédito das fontes.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neuro tecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Considerar os direitos humanos, a dignidade da pessoa e o meio ambiente nas análises.

Princípios Éticos: Respeitar a pluralidade de opiniões de forma responsável.

Riscos e Benefícios: Avaliar impactos sociais, biológicos e ambientais das tecnologias debatidas.

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.

Princípios Éticos: Combater o uso da ciência para justificar discriminações.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: Analisar criticamente a aplicação da ciência na sociedade, defendendo os direitos humanos e a justiça social.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

Riscos e Benefícios: Avaliar os riscos para promover comportamentos seguros e sustentáveis.

Delineamento do Estudo: Simulações de risco devem seguir protocolos éticos para proteção da vida e do meio ambiente.

Princípios Éticos: Garantir a segurança como valor prioritário.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Avaliar impactos ambientais e sociais dos materiais utilizados.

Riscos e Benefícios: Escolher materiais que reduzam danos ambientais e riscos à saúde humana.

Princípios Éticos: Priorizar a sustentabilidade e o bem-estar coletivo.

(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Aspectos éticos da pesquisa – exigências: Avaliar tecnologias considerando segurança, acessibilidade e impactos ambientais.

Consentimento Livre e Esclarecido: Caso envolva testes com usuários, o consentimento é obrigatório.

Riscos e Benefícios: Avaliar efeitos positivos e negativos dos equipamentos sobre a sociedade e o meio ambiente.

(EM13CNT309): Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Aspectos éticos da pesquisa – implicações: A pesquisa deve considerar os impactos sociais e ambientais, focando em alternativas sustentáveis para recursos não renováveis.

Riscos e Benefícios: A avaliação ética deve ponderar os benefícios e riscos das novas tecnologias, considerando seu impacto ambiental e econômico.

Princípios Éticos: As pesquisas sobre novas tecnologias devem priorizar a sustentabilidade e o bem-estar coletivo, equilibrando desenvolvimento e preservação ambiental.

Delineamento do Estudo: Estudos e comparações devem levar em conta as implicações socioambientais e econômicas, orientando práticas sustentáveis.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – implicações: A pesquisa deve considerar os impactos sociais e ambientais dos serviços básicos, focando nas necessidades das comunidades e no bem-estar coletivo.

Riscos e Benefícios: A avaliação de programas deve equilibrar benefícios e riscos, garantindo que as melhorias nos serviços tragam benefícios reais para a saúde e qualidade de vida.

Princípios Éticos: Os programas de infraestrutura devem ser guiados por princípios éticos como equidade e justiça, garantindo acesso igualitário aos serviços, especialmente nas áreas mais vulneráveis.

Concluindo a apresentação da vinculação entre os aspectos éticos e as habilidades da BNCC, apresentamos a seguir, na Tabela 4, dados quantitativos que indicam a frequência com que cada tópico ético se relaciona com as competências analisadas.

Tabela 4. Síntese do mapeamento das vinculações entre os tópicos das Resoluções e as habilidades relacionadas com as três competências da BNCC – Ensino Médio – Componente curricular CNT para a proposição de preceitos de comportamentos éticos em pesquisa.

Habilidade	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
EM13CNT101								
EM13CNT102								
EM13CNT103								
EM13CNT104								
EM13CNT105								
EM13CNT106								
EM13CNT107								
EM13CNT201								
EM13CNT202								
EM13CNT203								
EM13CNT204								
EM13CNT205								
EM13CNT206								
EM13CNT207								

EM13CNT208								
EM13CNT209								
EM13CNT301								
EM13CNT302								
EM13CNT303								
EM13CNT304								
EM13CNT305								
EM13CNT306								
EM13CNT307								
EM13CNT308								
EM13CNT309								
EM13CNT310								
TOTAL	11	11	10	15	15	9	3	3

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

COMPETÊNCIA 1
COMPETÊNCIA 2
COMPETÊNCIA 3

A tabela 4 apresenta ao longo da análise, os tópicos que mais se destacaram foram Riscos e Benefícios (IV) e Princípios Éticos (V), que apareceram 15 vezes. Em seguida, surgiram os tópicos Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – implicações (I), exigências (II), observados 11 vezes, e Consentimento livre e esclarecido (III), que aparece 10 vezes. O tópico Delineamento do Estudo (VI) também foi relevante, embora em menor grau, sendo notado 9 vezes. Já os tópicos Tipificação (VII) e Fatores de Modulação (VIII) foram os menos evidentes na análise, com apenas 3 ocorrências.

A análise da articulação entre as competências e seus conjuntos de habilidades revela que, embora existam ações que orientem o educador a considerar a ética científica em seu trabalho, não há uma referência direta ou explícita que informe ao docente que, ao planejar uma aula baseada em determinada habilidade, ele deverá, intencionalmente, promover aspectos específicos da ética na ciência. Essa constatação emergiu da leitura atenta e da complementação dos conhecimentos trazidos pelas resoluções do CNS, fundamentais para estabelecer uma visão ampliada da dimensão ética na educação em CNT.

Essa lacuna na comunicação pode resultar em uma abordagem menos consciente e deliberada da ética científica nas práticas pedagógicas. Sem uma orientação clara, há o risco de que os educadores abordem a ética de forma superficial ou incidental, em vez de integrá-la como um componente essencial e sistemático do ensino de Ciências da Natureza. Sem o aprofundamento, podemos trabalhar CNT apenas no campo do conceito, distantes do letramento científico que almejamos.

Ainda que algumas habilidades da BNCC sugiram implicitamente valores éticos, como justiça e respeito no contexto da educação científica, a efetiva promoção da ética depende da adoção de estratégias pedagógicas que extrapolem o texto normativo. Para que a ética na ciência seja de fato abordada, é necessário que os educadores integrem essas questões de forma intencional, criando oportunidades para que os estudantes não apenas compreendam a diversidade científica, mas também pratiquem a ciência de maneira ética e responsável.

Nesse contexto, ao se analisar a implementação de um Comitê de Ética na Educação Básica, torna-se evidente que não basta que o aluno apenas conheça as determinações das resoluções do CNS. Mais do que isso, é fundamental proporcionar situações de reflexão que mobilizem diferentes áreas do conhecimento e estimulem múltiplas sinapses cognitivas. A reflexão ética deve ser ancorada nas resoluções formais, mas também flexibilizada, respeitando a sensibilidade e a capacidade de julgamento ético de cada jovem envolvido na realização ou análise de pesquisas científicas.

Como afirmam Santos (2017, p. 101) e Canivez (1991):

A tomada de decisão em uma sociedade democrática pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade. Para isso o cidadão precisa desenvolver a capacidade de julgar a fim de poder participar do debate público. A faculdade de julgar relaciona-se a dois tipos de juízos, o crítico e o político. O primeiro refere-se ao julgamento daquilo que é universal, como o julgamento das leis e dos princípios universais dos direitos humanos. O segundo refere-se ao julgamento para a tomada de decisão frente a uma situação particular.

Ao conectar os preceitos éticos com os conceitos de alfabetização e letramento científico, percebe-se que ambos devem contribuir para a formação de alunos com uma compreensão crítica da pesquisa científica. Enquanto a alfabetização científica envolve a capacidade de entender e aplicar conhecimentos científicos básicos,

incluindo os processos e métodos de pesquisa, o letramento científico vai além, capacitando os estudantes a refletirem criticamente sobre os impactos sociais da ciência e as implicações éticas dos resultados.

Isso implica a capacidade de conduzir ou avaliar pesquisas de forma analítica, responsável e consciente de seus efeitos na sociedade, preparando os alunos para se tornarem cidadãos informados e pesquisadores éticos, atentos à importância de respeitar todas as etapas e diretrizes éticas envolvidas em qualquer investigação científica. Nesse sentido, Bertold (2020) defende que o letramento é resultado de uma educação inclusiva, que torna o conhecimento acessível a todos, contestando a ideia, presente em discursos sociais e escolares, de que o letramento seria uma habilidade cognitiva inata ou um dom.

A alfabetização e o letramento científicos, assim, incorporam de maneira intrínseca os preceitos de consentimento livre e esclarecido, bem como a avaliação de riscos e benefícios, exigindo habilidades de comunicação, sobretudo quanto à qualidade dessa comunicação. O objetivo da educação científica, portanto, não é apenas fornecer respostas prontas, mas estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de julgamento ético, permitindo que os alunos questionem, analisem e reflitam criticamente sobre os conceitos apresentados. Como destacam Santos e Schnetzler (1997), a educação para a cidadania deve capacitar os estudantes a identificar, por si mesmos, aquilo que é inaceitável, sem oferecer soluções definitivas, promovendo, assim, uma postura crítica e reflexiva.

O objetivo deste trabalho é compreender como os preceitos éticos estabelecidos nas resoluções que tratam da pesquisa com seres humanos se relacionam com a alfabetização científica e o letramento científico na educação básica. Contudo, essa relação demanda uma interpretação cuidadosa e a transposição desses conceitos para a prática pedagógica efetiva.

Santos (2001) enfatiza a importância de compreender o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, destacando a necessidade de promover a compreensão pública desses temas. Para o autor, ao falarmos de alfabetização científica e letramento científico, referimo-nos, respectivamente, à aquisição do conhecimento científico específico e ao uso crítico e socialmente responsável desse conhecimento.

Assim, a análise realizada a partir das competências e habilidades de CNT deixa evidente que o currículo traz um potencial positivo para o letramento de jovens capazes de olhar para pesquisas científicas de forma mais ampla e de participar como

membros de CEPs dentro de instituições de ensino à qual pertencem. Ao abordar pesquisas científicas que envolvem seres humanos, os alunos podem ser convidados a analisar cenários em que os benefícios para os participantes são questionáveis ou em que os riscos se sobrepõem aos benefícios. Essas discussões oferecem uma oportunidade para que os jovens do Ensino Médio reflitam sobre como as questões éticas permeiam a prática científica e sua relação com o bem-estar social. Vivenciando esses dilemas de forma ativa, os alunos desenvolvem habilidades de letramento científico, sendo capazes de compreender não apenas os conteúdos científicos, mas também a função social da ciência e a responsabilidade dos cientistas na promoção do bem coletivo.

Nesse contexto, a qualidade das habilidades comunicativas revela-se essencial. É por meio delas que os estudantes conseguem interpretar, fazer inferências, redigir documentos de consulta pública, além de comunicar questões éticas e científicas com clareza e precisão. A capacidade de expressar, de maneira articulada, as implicações éticas e sociais de uma pesquisa permite aos estudantes participar ativamente de debates públicos, elaborar propostas e questionar resultados de estudos de forma fundamentada. No entanto, essa competência comunicativa, crucial para a formação ética e científica, não está explicitamente prevista nos preceitos éticos, exigindo, portanto, uma interpretação pedagógica cuidadosa.

A alfabetização científica, tal como a alfabetização na linguagem, deve ser iniciada nos primeiros anos do ensino fundamental, com ênfase no desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre CTS. Para isso, é fundamental levantar as crenças e valores dos professores sobre CTS e oferecer formação contínua que os capacite a entender melhor o seu papel. Esse trabalho integrado assegura que os educadores estejam preparados não apenas para transmitir conhecimento científico, mas também para fomentar a reflexão crítica sobre o papel da ciência e da ética no contexto social.

Amaral, Xavier e Maciel (2009, p. 102) destacam que uma abordagem eficaz entre Ciência, Tecnologia e Sociedade requer compreender a ciência como uma atividade humana, situada em contextos históricos e socioeconômicos. Assim, o ensino científico não pode ser neutro; ele deve contextualizar as descobertas no ambiente cultural e histórico em que ocorrem.

Ao relacionar esses conceitos com os Princípios Éticos do CNS, percebe-se que a alfabetização científica possibilita aos cidadãos compreender e utilizar o conhecimento científico para tomar decisões informadas, especialmente no campo da

saúde. Bem comunicada, a ciência fortalece a liberdade de escolha dos indivíduos, permitindo a participação ativa nas decisões que afetam suas vidas.

A resolução que trata das modalidades de pesquisa e suas exigências éticas pressupõe que tanto pesquisadores quanto participantes possuam compreensão crítica sobre ciência e ética. No entanto, essa compreensão nem sempre é evidente, uma vez que a resolução não explicita a necessidade de conhecimentos críticos prévios. Para integrar plenamente os conceitos de alfabetização e letramento científicos, seria necessário um esforço mais claro nas diretrizes, garantindo que educadores e alunos reconheçam suas responsabilidades nesse processo.

De acordo com Santos (2001), a definição do enfoque curricular é fundamental: se o objetivo for formar novos cientistas, prioriza-se o ensino dos princípios e teorias científicas; se o propósito for a formação cidadã, o currículo deve incluir a função social da ciência e o desenvolvimento de atitudes e valores éticos. Para o autor:

[...] a ciência não é uma atividade neutra, pois seu desenvolvimento está profundamente entrelaçado com aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Assim, a prática científica não se limita aos cientistas, mas tem implicações significativas para toda a sociedade. Não sendo a ciência uma prática restrita aos cientistas, faz-se indispensável a participação da sociedade em questões que envolvem a tomada de decisão em aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. (Santos, 2001, p. 96)

Dessa forma, a educação básica não visa formar cientistas de maneira direta, assim como outras áreas do conhecimento não se comprometem exclusivamente com a formação profissional, embora possam contribuir para tal. O objetivo é proporcionar aos estudantes a oportunidade de conhecer, investigar, contestar, descobrir, compreender e aplicar seus conhecimentos no mundo.

Profissionais da educação que trabalham com a formação docente e a elaboração de materiais didáticos devem refletir sobre quais conhecimentos priorizar, considerando o contexto histórico e social na abordagem de temas científicos. É necessário selecionar conteúdos e metodologias que ajudem os alunos a construir significados críticos e reflexivos sobre a ciência.

Ao estruturar um currículo de ciências com vistas à formação cidadã, é insuficiente oferecer apenas informações atualizadas sobre questões sócio científicas ou guiar a tomada de decisão por meio de sequências de ações programadas. Um currículo baseado apenas na transmissão de conceitos não promove a cidadania nem

desenvolve a capacidade de decisão crítica na sociedade. A educação científica deve focar no desenvolvimento de pessoas para a ação social responsável, comprometidas com a construção de atitudes e valores éticos.

Para Santos (2001), embora a informação científica seja imprescindível, ela não basta para além da alfabetização de fatos científicos. O letramento científico e tecnológico necessário aos cidadãos é aquele que os prepara para mudanças de atitude pessoal e para o questionamento crítico dos rumos do desenvolvimento científico e tecnológico.

Nesse sentido, os indicadores de alfabetização científica e letramento científico são fundamentais para orientar os professores quanto às distinções e inter-relações entre o conhecimento científico e sua aplicação social. Eles ajudam a formar estudantes críticos e reflexivos, capazes de reconhecer a importância do conhecimento científico na sociedade. Entretanto, esses indicadores não abordam diretamente os conceitos éticos necessários à formação de um pesquisador.

A formação de pesquisadores exige mais do que a aquisição de conhecimento técnico-científico; é indispensável o desenvolvimento de uma consciência ética que guie a prática científica.

4.3 O Livro Didático e as dimensões éticas

Iniciamos a análise pela Unidade 1 do Livro Didático (Figura 18) e por alguns boxes que a compõem. Na introdução à unidade *Ciências da Natureza*, identificamos elementos que dialogam com princípios éticos presentes nas resoluções analisadas e selecionados para este estudo, tais como tipificação, aspectos éticos da pesquisa – exigências, delineamento do estudo, consentimento livre e esclarecido, princípios éticos e implicações éticas ao abordar a evolução histórica da ciência.

Figura 18 – Orientações, sugestões e respostas para cada Unidade.

ORIENTAÇÕES, SUGESTÕES E RESPOSTAS PARA CADA UNIDADE

Neste tópico do **Suplemento para o professor**, serão apresentados os objetivos das unidades, bem como as justificativas da pertinência do trabalho com os temas dessas unidades e os conteúdos apresentados ao longo dos capítulos. Para os conteúdos trabalhados em cada capítulo, serão apresentados ao professor comentários e sugestões de atividade e de materiais complementares às informações apresentadas no **Livro do estudante**, assim como estratégias de avaliação e de metodologias ativas. Além disso, serão propostas sugestões de como o professor pode abordar e trabalhar o conteúdo das páginas de abertura das unidades. Dessa maneira, esse tópico fornece subsídios para o professor ministrar sua aula.



UNIDADE 1
Ciências da Natureza

Nessa unidade, são abordados conteúdos relacionados ao desenvolvimento da Ciência ao longo do tempo, apresentando as explicações místicas e mitológicas dos fenômenos naturais e ressaltando suas diferenças em relação às explicações científicas, baseadas em observações, formulação e testes de hipóteses e investigações. Além disso, será abordado o método científico, destacando sua importância e como ele pode ser aplicado. Outro papel significativo dessa unidade é mostrar aos estudantes que a Ciência é uma construção humana contínua, passível de alterações. Os estudantes também perceberão a importância da mulher no desenvolvimento científico, conhecendo a contribuição de muitas cientistas. Todas essas abordagens favorecem o trabalho com os componentes curriculares **Biologia, Química e Física**.

Objetivos da unidade

- Valorizar as explicações mitológicas desenvolvidas por diferentes povos ao longo do tempo e reconhecer sua importância.
- Analisar como são realizadas as investigações científicas.
- Diferenciar as investigações científicas e as explicações mitológicas.
- Aplicar etapas do método científico em atividades práticas de investigação científica.
- Reconhecer que o conhecimento científico é uma construção humana contínua, que ocorre com a participação de diversas pessoas, passível de mudanças.
- Valorizar a participação da mulher no desenvolvimento científico.

Justificativas

O tema dessa unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes para que os estudantes reconheçam a importância dos conhecimentos científicos a fim de compreender os fenômenos naturais ocorridos em nosso cotidiano, resolver problemas e se posicionar de forma crítica e consciente diante de questões relevantes da sociedade. A análise de algumas teorias propostas ao longo do tempo sobre aspectos importantes da evolução do conhecimento científico favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT201**.

Os estudantes também conhecerão e analisarão como são realizadas as investigações científicas, com destaque às etapas do método científico, abordagem que contribui para desenvolver as habilidades **EM13CNT201** e **EM13CNT301**.

Durante a análise do desenvolvimento do conhecimento científico, os estudantes conhecerão importantes contribuições científicas femininas, incentivando-os a derrubar paradigmas e preconceitos que afastam as mulheres da Ciência, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT305**.

A partir dos temas abordados na unidade, os estudantes são incentivados a desenvolver a comunicação científica com o auxílio de diferentes meios, incluindo as tecnologias digitais, estratégia que contribui para desenvolver a habilidade **EM13CNT302**.

A reflexão sobre esses temas incentiva a valorização do conhecimento histórico construído ao longo do tempo por diferentes culturas, bem como dá subsídios para a elaboração de argumentos e a tomada de decisões responsáveis, contemplando as competências gerais e específicas de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** propostas pela BNCC, que serão destacadas nas orientações página a página.

Abertura da unidade Páginas 12 e 13

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas de abertura da unidade contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois, por meio da apresentação dos trabalhos da física polonesa Marie Curie (1867-1934), incentiva os estudantes a valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre os mundos físico, social e cultural para entender e explicar a realidade e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Incentive-os a complementar as informações sobre o trabalho de Marie Curie fazendo uma pesquisa em grupo.
- Se achar conveniente, realize essa atividade com base na estratégia *gallery walk*. Veja mais orientações na página **XXII**. Para isso, peça a cada grupo que faça um cartaz contendo, resumidamente, as informações pesquisadas e cole esses cartazes em diferentes locais

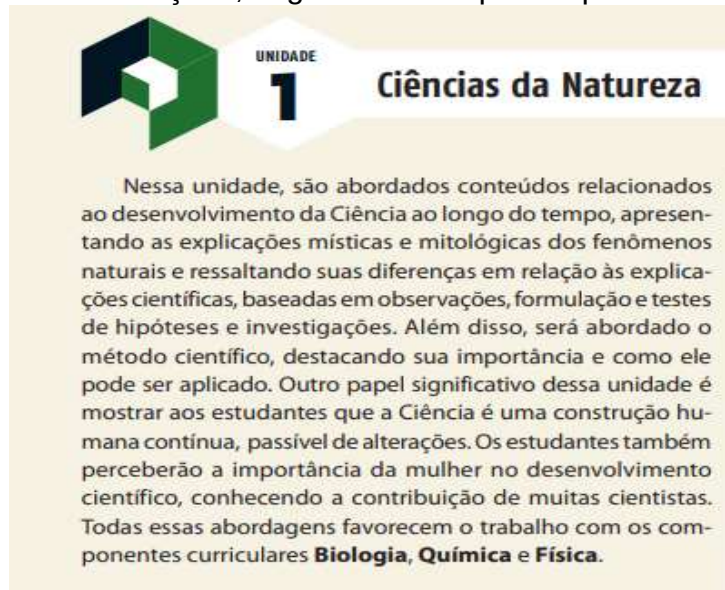
XXXII

Fonte: Livro Didático, p. 34 (2020).

O trecho (Figura 19) se relaciona com as habilidades EM13CNT201, EM13CNT301, EM13CNT305 e EM13CNT302 ao tratar das diferenças entre explicações místicas e científicas e a importância do método científico. O texto

contribui para uma formação científica pautada em evidências e no rigor investigativo, fundamentos essenciais para uma prática ética.

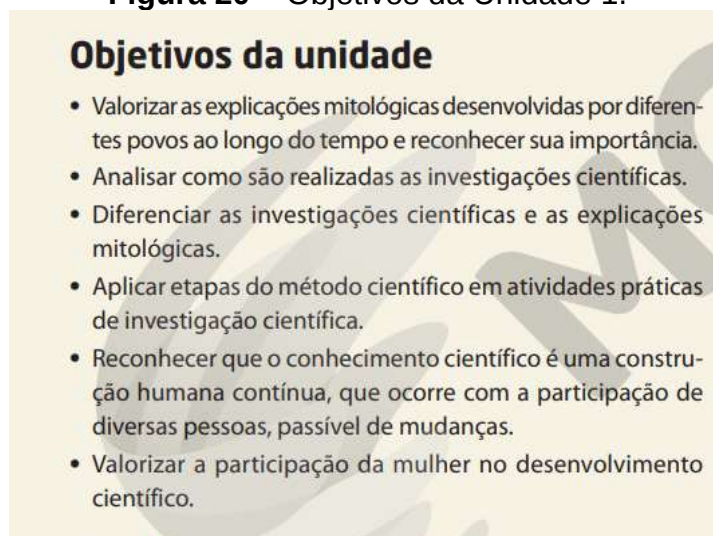
Figura 19 – Orientações, sugestões e respostas para cada Unidade.



Fonte: Livro Didático, p.35 (2020).

Além disso, o trecho (Figura 19) dialoga com esses princípios ao enfatizar a relevância da pluralidade de perspectivas e da inclusão, como demonstrado pela valorização das contribuições das mulheres na ciência. Essa abordagem promove a equidade e reflete o princípio de valorização da diversidade nos processos científicos. Ao integrar os componentes curriculares de Biologia, Química e Física, o texto reforça a interdisciplinaridade como elemento fundamental para o desenvolvimento de uma visão ética e crítica sobre a construção do conhecimento.

Figura 20 – Objetivos da Unidade 1.

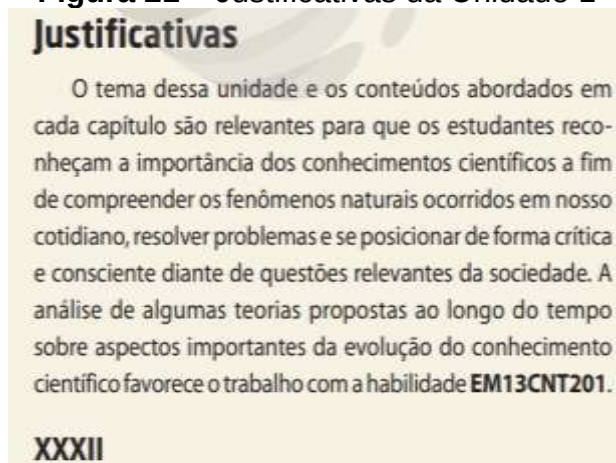


Fonte: Livro Didático, p.35 (2020).

Quando focamos nos objetivos da unidade (Figura 20), percebemos que há orientações para o desenvolvimento de diversos aspectos éticos a serem vivenciados com os estudantes. Um exemplo é a aplicação do método científico em práticas investigativas, que reflete o compromisso com a transparência e a replicabilidade, pilares éticos fundamentais. Ao reconhecer a ciência como uma construção coletiva e contínua, os objetivos promovem a humildade científica, a abertura à revisão e a colaboração.

Ao abordar o objetivo de “analisar como são realizadas as investigações científicas”, é possível estabelecer uma relação com a Resolução CNS nº 674/22, que apresenta diretrizes sobre as tipificações na pesquisa científica e sobre as etapas necessárias (delineamento), para o desenvolvimento de uma pesquisa mais segura, incluindo a submissão ao sistema CEP/CONEP.¹

¹ O Sistema CEP/Conep tem como objetivo principal a proteção dos direitos e o bem-estar dos participantes dessas pesquisas, estabelecendo diretrizes para que as pesquisas sejam conduzidas de forma ética e responsável. A tipificação da pesquisa e os fatores de modulação permitem que o processo de aprovação leve em consideração as especificidades de cada estudo, ajustando os critérios de avaliação conforme o risco e a natureza da pesquisa.

Figura 21 – Justificativas da Unidade 1

Fonte: Livro Didático, p.35 (2020).

A justificativa apresentada (Figura 21) propõe o trabalho com o letramento científico ao reconhecer a evolução do conhecimento científico, por meio da análise de teorias propostas ao longo do tempo, permitindo que os alunos entendam a ciência como uma construção histórica, contínua e passível de mudanças, promovendo uma visão crítica e reflexiva.

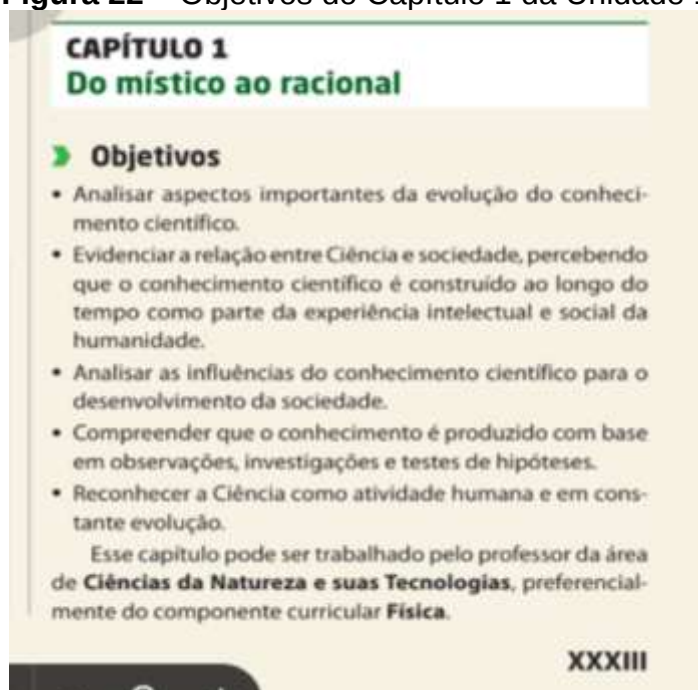
O alinhamento com a habilidade EM13CNT201 “Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente”, reforça o foco no letramento científico e nos Aspectos éticos da pesquisa – exigências ao incentivar os estudantes a utilizarem conhecimentos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para analisar fenômenos, propor soluções e tomar decisões fundamentadas. Essa abordagem promove não apenas o entendimento conceitual, mas também a capacidade de aplicar o método científico, interpretar dados e compreender o impacto das ciências no contexto social e ambiental.

Conforme pesquisa (INCT-CPCT, 2024), ao tratar da relação entre confiança, prestígio e apoio, destacou que os professores continuam sendo a principal referência dos jovens quando se trata de fontes de informação, sendo citados por 41% dos entrevistados. Eles ocupam o primeiro lugar, seguidos por médicos (39%) e cientistas de universidades e institutos públicos (33%), repetindo a mesma ordem verificada em 2019. Esse dado evidencia a importância central do professor no processo de construção do conhecimento, reafirmando que sua formação e seu repertório são

fundamentais para o planejamento de aulas mais profundas, críticas e conectadas com a realidade dos estudantes.

Além disso, os cientistas de instituições públicas, além de estarem entre os mais confiáveis, foram os menos citados como fontes pouco confiáveis — ao contrário dos políticos, que continuam liderando essa categoria e entendidos como menos confiáveis. Também se observou uma queda significativa no número de jovens que afirmam não confiar em nenhuma fonte de informação: de 12% em 2019 para apenas 2% em 2024.

Figura 22 – Objetivos do Capítulo 1 da Unidade 1.



Fonte: Livro Didático, p. 35 (2020).

Os objetivos propostos no Capítulo 1 desta mesma unidade (Figura 22), estão alinhados com preceitos éticos que tratam da ética em pesquisa e da proteção dos direitos humanos. Esse entendimento também se conecta às resoluções éticas, pois o conhecimento científico deve ser produzido com respeito aos direitos dos indivíduos e à dignidade humana, conforme estabelecido na Resolução 466/12, que enfatiza a necessidade do Consentimento Livre e Esclarecido e a proteção dos participantes contra possíveis danos. A relação entre ciência e sociedade, mencionada nos objetivos, é fundamental para que os alunos compreendam o impacto das descobertas científicas nas condições sociais, culturais e ambientais, promovendo uma educação que, além de crítica e reflexiva, respeite a pluralidade e a diversidade de contextos

sociais. Esse princípio está em consonância com a Resolução 510/16, que trata das implicações éticas em pesquisas nas áreas sociais e de saúde.

Ao analisar as influências do conhecimento científico no desenvolvimento da sociedade, o objetivo de refletir sobre como as descobertas científicas contribuem para o avanço da saúde, da tecnologia e da qualidade de vida está em sintonia com a BNCC, que valoriza a aplicação prática do conhecimento científico para o bem-estar coletivo. Esse objetivo também é reforçado pelos Princípios Éticos da pesquisa, que orientam a responsabilidade do cientista em garantir que a ciência seja usada para promover o bem comum, respeitando os direitos e a dignidade humana, e considerando os impactos sociais e ambientais, especialmente à luz do princípio de Riscos e Benefícios.

Ao compreender que o conhecimento é produzido por meio de observações, investigações e testes de hipóteses, os alunos são incentivados a adotar uma postura ética ao aplicar o método científico, conforme as orientações da Resolução 466/12, que exige transparência e ética em todas as etapas da pesquisa envolvendo seres humanos, incluindo o respeito aos direitos dos participantes e à divulgação responsável dos resultados.

Por fim, o objetivo de reconhecer a ciência como uma atividade humana em constante evolução está em consonância com a proposta da BNCC de desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender a ciência como um campo dinâmico, aberto a revisões, debates e transformações contínuas. Essa abordagem está igualmente alinhada com os preceitos éticos das resoluções do CNS, que asseguram que o desenvolvimento científico deve ocorrer com responsabilidade, observando as normas éticas e garantindo que os avanços científicos contribuam para a justiça social e o respeito à diversidade.

Assim, os objetivos propostos não apenas atendem às diretrizes da BNCC, mas também promovem uma formação ética, responsável e crítica, em consonância com os preceitos estabelecidos nas Resoluções 466/12 e 510/16, preparando os estudantes para utilizar o conhecimento científico de forma ética e comprometida com o bem-estar social.

Figura 23 – Abertura Capítulo 1, Unidade 1 – Livro do Estudante.



CAPÍTULO
1

Do místico ao racional



RICARDO FIMOLUTURA/REUTERS

Eclipse parcial do Sol em Porto Alegre, Rio Grande do Sul (2019).

▶ Ciências da Natureza ao longo do tempo

Os eclipses são fenômenos astronômicos que foram observados e registrados por diversos povos. Os Tupi-Guarani, por exemplo, acreditam que a Onça Celeste persegue os irmãos Sol e Lua e, por isso, fazem barulho nas ocasiões dos eclipses solares e lunares, para espantar a Onça, impedindo-a de devorar esses e outros astros e deixar a Terra na escuridão. Os hindus, por outro lado, consideram que os responsáveis pelos eclipses são as entidades Rahu e Ketu. Já alguns filósofos chineses explicavam os eclipses pelo crescimento ou diminuição das “forças” Yin (escuridão) e Yang (luz), apesar de alguns registros mostrarem que os chineses já associavam os eclipses aos movimentos do Sol, da Terra e da Lua.

Atualmente, sabemos que o eclipse solar ocorre quando a Lua se posiciona entre o Sol e a Terra e o eclipse lunar umbra, quando a Lua passa pelo cone de sombra projetado pelo planeta.

Na Grécia antiga, por exemplo, os filósofos estudavam vários elementos ao seu redor e buscavam explicações para os fenômenos naturais. Assim, o conhecimento produzido englobava diversas áreas. Atualmente a área do conhecimento que estuda e descreve os fenômenos naturais que ocorrem no Universo, tanto bióticos quanto abióticos, é denominada Ciências da Natureza. Estas englobam diversas áreas de estudo, entre elas a Química (do latim *chimia* = mistura), a Física (do grego *physis* = natureza) e a Biologia (do grego *bios* = vida e *logia* = estudo).

No entanto, para chegarmos ao conhecimento científico atual, o pensamento e as explicações passaram por diversas modificações. Na Pré-História, período que se estende até por volta de 3500 a.C., os conhecimentos e as técnicas eram desenvolvidos de acordo com a necessidade de sobrevivência da época.

Por exemplo, os povos indígenas brasileiros explicavam o fogo que surge e se apaga rapidamente, normalmente observado em terrenos pantanosos e cemitérios, por meio da lenda do boitatá (ou “serpente de fogo”, do tupi-guarani). Segundo essa lenda, o boitatá protege as matas das pessoas que provocam queimadas.

A explicação científica para tal fenômeno é que a decomposição da matéria orgânica presente nos pântanos e cemitérios libera gases. Estes, na presença do gás oxigênio (O_2) do ar, entram em combustão espontânea, produzindo o chamado fogo-fátuo.

Percebemos, assim, que as explicações mitológica (boitatá) e científica (fogo-fátuo) para um mesmo fenômeno natural (combustão espontânea) dependem do contexto em que o observador se encontra.

1. Qual é a importância de conhecer as origens e a construção do conhecimento científico?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletir sobre a história da humanidade, incluindo a história da Ciência, e compreender como determinado conceito é construído, ou modificado, chegando à sua definição nos dias atuais.

Representação do boitatá conforme lenda dos indígenas da região Norte do Brasil.



ADRIEL CONTINI

Reprodução proibida. Art. 170 do Código Penal e Lei 9.610 de 10 de fevereiro de 1998.

Fonte: Livro Didático - Livro do Estudante, p. 128 (2020)

No *Livro do Estudante* (Figura 23), na abertura do Capítulo 1, é feita a pergunta: “Qual a importância de conhecer as origens e a construção do conhecimento científico?”, junto a um texto que também valoriza os saberes populares. Essa proposta mostra a ciência como algo diverso e em constante mudança, permitindo uma visão mais inclusiva e próxima da realidade dos alunos. Isso fortalece a relação entre ciência, ética e sociedade, destacando a importância de diferentes formas de saber e da responsabilidade na produção do conhecimento. No entanto, para que

essa conexão com os preceitos éticos aconteça de forma clara, é importante que o professor traga essa discussão de maneira intencional para a sala de aula, já que o texto não aborda isso de forma explícita.

Figura 24 – Atividades do Capítulo 1, Unidade 1.

ATIVIDADES Respostas das questões 1 e 3 no Suplemento para o professor.
Registre em seu caderno.

1. O filósofo grego Anaximandro (610 a.C.-547 a.C.) sugeriu, na Antiguidade, que os trovões eram causados pelos ventos e que os raios eram produzidos quando nuvens se dividiam. Antes dessa proposição, raios e trovões eram comumente considerados manifestações místicas, de poderes ocultos.

a) Faça um comparativo entre as explicações dadas aos fenômenos naturais ao longo da Antiguidade. O que você conclui sobre a maneira como os fenômenos eram explicados?

b) Atualmente, qual é a explicação científica para a ocorrência de raios e trovões? Faça uma pesquisa na biblioteca da escola e/ou em sites da internet sobre esses fenômenos naturais para responder a esta questão.

2. (Enem) "Diga aos estudantes que o termo "homem", nesse contexto, refere-se à espécie humana, e não ao indivíduo do gênero masculino."

Pode-se viver sem ciência, pode-se adotar crenças sem querer justificá-las racionalmente, pode-se desprezar as evidências empíricas. No entanto, depois de Platão e Aristóteles, nenhum homem honesto pode ignorar que uma outra atitude intelectual foi experimentada, a de adotar crenças com base em razões e evidências e questionar tudo o mais a fim de descobrir seu sentido último.

Zingano, M. *Platão e Aristóteles: o fascínio da filosofia*. São Paulo: Odyseus, 2002.

Platão e Aristóteles marcaram profundamente a formação do pensamento ocidental. No texto, é ressaltado importante aspecto filosófico de ambos os autores que, em linhas gerais, refere-se à

a) adoção da experiência do senso comum como critério de verdade.

b) incapacidade de a razão confirmar o conhecimento resultante de evidências empíricas.

c) pretensão de a experiência legitimar por si mesma a verdade.

d) defesa de que a honestidade condiciona a possibilidade de se pensar a verdade.

e) compreensão de que a verdade deve ser justificada racionalmente.

Alternativa e.

3. Veja a seguir um trecho da entrevista com o historiador da Ciência, filósofo e físico francês Michel Paty (1938-). A entrevista foi realizada quando Paty visitou o Brasil, em novembro de 2013.

4. a) Espere-se que os estudantes reescrevam o trecho "A mudança do mito para o pensamento racional faz surgir um homem que abandona a explicação mitológica ou sobrenatural e busca uma explicação natural para si e para o mundo".

[...] Em seu trabalho, o senhor já explorou muito as ideias de Einstein e Poincaré a respeito da criatividade, do estilo científico e do papel da invenção na Ciência. Fazendo um paralelo com os dias atuais, qual o papel da criatividade e da invenção na Ciência contemporânea?

Paty - A grande dificuldade para responder a essa pergunta está na forma que a pesquisa científica tomou a partir da segunda metade do século 20. No tipo de Ciência que temos hoje em domínios importantes, a *Big Science*, o trabalho é muito coletivo e as experiências são de alta tecnologia, tanto na Física, na Química e na Astronomia quanto na Biologia e na Neurociência. Há uma enorme mobilização de pesquisadores, instituições, equipamentos e recursos. Parece ser mais difícil perceber aqui uma originalidade de contribuição dos pesquisadores tomados individualmente.

Porém, se olharmos os conhecimentos produzidos por esse tipo de pesquisa, eles não deixam de ter a mesma natureza de quando o trabalho científico era mais individual [...].

GARCIA, M. A ciência criativa. *Ciência Hoje On-line*, Rio de Janeiro, SBPC, 11 dez. 2013. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/a-ciencia-criativa/>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

O que se pode concluir, com base na resposta de Paty, a respeito da diferença entre fazer Ciência atualmente e antes do século XX? Converse com seus colegas e elabore um texto argumentativo com suas conclusões.

4. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões.

[...] A primeira grande crise enfrentada pelo mundo ocidental (legado de gregos e romanos) aconteceu na passagem do pensamento mitológico para o pensamento filosófico entre os gregos. A mudança do mito para o pensamento racional faz surgir um homem que abandona a explicação mitológica ou sobrenatural e busca uma explicação natural para si e seu mundo. [...]

PITTERI, M. B. S. S. As crises do pensamento racional e a ética. *Instituto da Psicanálise Lacaniana*, 12 set. 2012. Disponível em: <<http://www.ipla.com.br/conteudos/trabalhos-cientificos/as-crises-do-pensamento-racional-e-a-etica/>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

a) Reescreva o trecho do texto que trata da diferença entre os pensamentos mitológico e filosófico.

b) Faça uma pesquisa e cite um fenômeno natural que tenha explicações mitológica e científica. Produza um texto com essas informações e o apresente aos colegas.

Fonte: Livro Didático - Livro do Estudante, p.131 (2020).

As atividades analisadas (Figura 24) mostram uma boa relação com os princípios éticos da ciência e contribuem para o desenvolvimento do letramento científico dos alunos. Elas abordam temas como a transição do pensamento mitológico para o pensamento filosófico, a importância da razão e das evidências na ciência, além de discutirem o papel da criatividade e da colaboração na ciência atual.

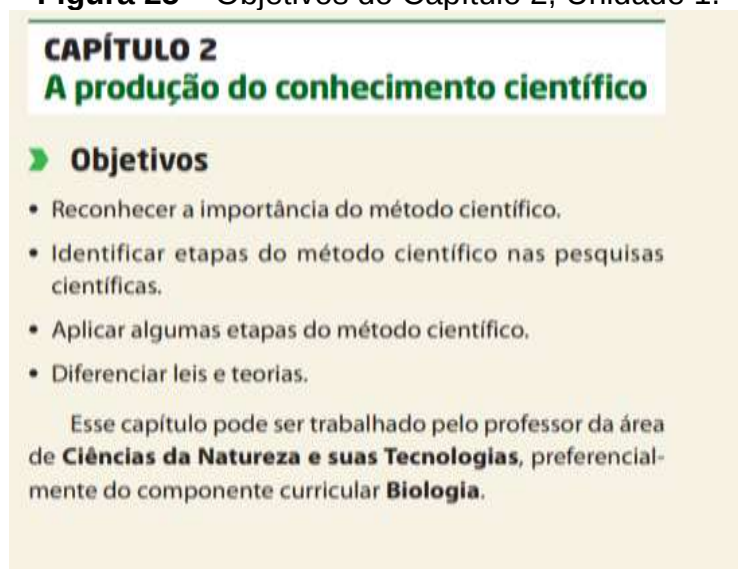
Do ponto de vista ético, as propostas valorizam a racionalidade e a argumentação fundamentada, incentivando os alunos a buscar explicações baseadas em evidências. Essa abordagem está de acordo com a Resolução CNS 466/12 e 510/16. Ao discutir a “Big Science”, por exemplo, os alunos são levados a pensar sobre a responsabilidade coletiva no trabalho científico, um aspecto importante da ética na ciência contemporânea.

Além disso, ao propor a produção de textos argumentativos e a socialização de ideias, as atividades também promovem o engajamento público com a ciência, ajudando na formação de cidadãos críticos e responsáveis.

Quanto ao letramento científico, as atividades ajudam os alunos a entenderem como o conhecimento científico evolui, como é construído e validado, e qual seu papel na sociedade. Ao compararem explicações antigas e atuais sobre fenômenos naturais e refletirem sobre o fazer científico hoje, os estudantes desenvolvem habilidades importantes para compreender e se posicionar frente à ciência.

Apesar disso, as atividades podem ser ainda melhores se incluírem questões mais diretas sobre ética, como: “Quais cuidados éticos são necessários na ciência de hoje?” ou “A criatividade científica precisa de limites éticos?”. Também seria útil relacionar os conteúdos das atividades com resoluções éticas reais e propor debates sobre os impactos sociais da ciência. Outra ideia é propor que os alunos criem seus próprios códigos de ética, como forma prática de refletir sobre esses princípios.

Figura 25 – Objetivos do Capítulo 2, Unidade 1.



Fonte: Livro Didático, p.38 (2020).

O capítulo 2 da Unidade 1 inicia com a apresentação dos objetivos (Figura 25). Reconhecer a importância do método científico, identificar as etapas do método científico nas pesquisas científicas, aplicar algumas etapas desse método e diferenciar leis e teorias estão diretamente relacionados aos preceitos éticos das resoluções da Comissão Nacional de Saúde (CNS). Como já trazido pelos objetivos da unidade 1, reconhecer a importância do método científico e identificar suas etapas é fundamental para garantir que a pesquisa seja conduzida de maneira estruturada, respeitando os princípios éticos da ciência.

No box Acompanhamento da Aprendizagem, propõe uma discussão sobre as etapas práticas para resolver problemas do dia a dia. Como exemplo, pode-se usar o caso de um aparelho elétrico que não funciona. Os estudantes devem ser incentivados a levantar hipóteses, planejar e realizar experimentos, analisar os dados obtidos e, por fim, fazer generalizações com base nos resultados.

Figura 26 – Orientações do box Trocando Ideias do Capítulo 2, Unidade 1.

Orientações

- Organize os estudantes em duplas.
- Oriente-os pra que discutam as atitudes que poderiam adotar para contribuir com a redução dos casos de dengue tanto em sua residência e bairro como também em outras localidades.
- Peça que anotem no caderno os tópicos da discussão.
- Ao final, solicite que cada dupla exponha para os demais sua proposta e depois abra um momento para que os ouvintes questionem ou complementem a proposta dos colegas.
- Aproveite o momento para retomar alguns conteúdos, questionando quem é o agente causador da dengue, como é transmitida e quem é seu vetor.
- Caso julgue interessante, oriente os estudantes na confecção de um panfleto para alertar a população sobre o modo de transmissão da dengue que informe as principais atitudes que todos devem adotar para reduzir o número de casos dessa doença. Ajude-os a fazer e a distribuir os panfletos para os moradores do bairro próximo a escola.

Fonte: Livro Didático, p. 40 (2020).

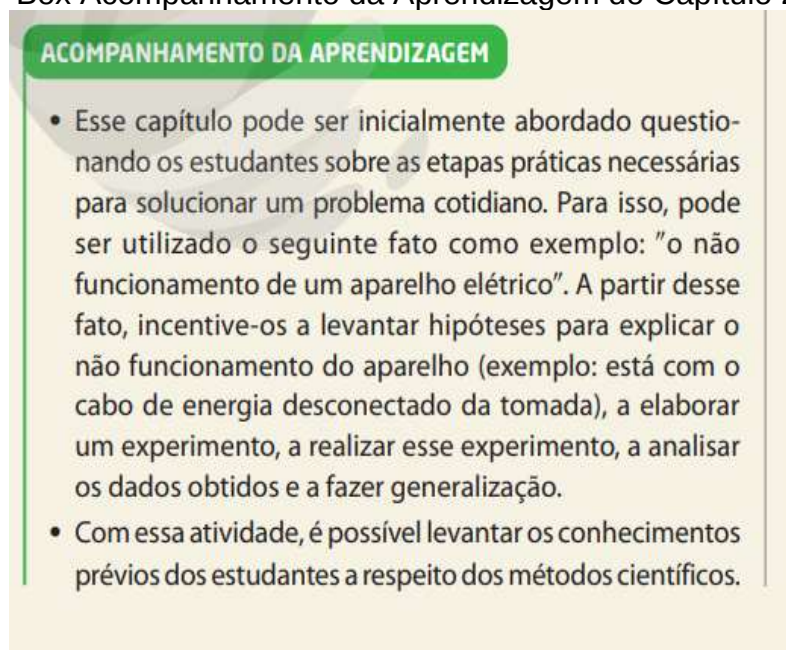
As orientações do box Trocando Ideias (Figura 26), abordam sugestões metodológicas que despertam a habilidade de questionar e elaborar hipóteses para a resolução de questões socioambientais, como traz no tópico: *“Oriente-os pra que discutam as atitudes que poderiam adotar para contribuir com a redução dos casos de dengue tanto em sua residência e bairro como também em outras localidades.”*

Ao refletirmos sobre os estudos e os históricos em ética e pesquisa, é essencial transpor esses conceitos para a área da educação, considerando que a pesquisa sempre envolve a participação de seres humanos, seja como sujeitos do estudo ou como pesquisadores. A ética na pesquisa educacional deve ser vista não apenas como um conjunto de normas, mas como uma prática que respeita a dignidade, a autonomia e os direitos dos envolvidos.

Conforme dados levantados pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e da Tecnologia (INCT-CPCT, 2024), o interesse de jovens entre 15 e 24 anos pela ciência avançou positivamente, influenciado, entre outros fatores, pelos períodos pandêmico e pós-pandêmico, mas ainda demanda políticas inclusivas que se atendem à democratização do conhecimento:

A participação dos jovens brasileiros em atividades científico-culturais é baixa e semelhante ao período da pré-pandemia. O espaço mais visitado por esse público continua sendo as bibliotecas (32%), seguidas pelos parques ambientais (31%). Em 2019, tais espaços foram citados, respectivamente, por 35% e 25% dos entrevistados. Apenas 8% dos jovens brasileiros dizem ter visitado um museu ou centro de ciência no último ano (na primeira onda do estudo, em 2019, esse espaço era mencionado por 6% dos entrevistados). (INCT, 2024, p.12)

Figura 27 – Box Acompanhamento da Aprendizagem do Capítulo 2, Unidade 1.



ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Esse capítulo pode ser inicialmente abordado questionando os estudantes sobre as etapas práticas necessárias para solucionar um problema cotidiano. Para isso, pode ser utilizado o seguinte fato como exemplo: "o não funcionamento de um aparelho elétrico". A partir desse fato, incentive-os a levantar hipóteses para explicar o não funcionamento do aparelho (exemplo: está com o cabo de energia desconectado da tomada), a elaborar um experimento, a realizar esse experimento, a analisar os dados obtidos e a fazer generalização.
- Com essa atividade, é possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos métodos científicos.

Fonte: Livro Didático, p.39 (2020).

Figura 28 – Box Acompanhamento da Aprendizagem – continuação.

Anote as etapas que apresentarem maior dificuldade para serem desenvolvidas e, durante a abordagem do conteúdo, enfatize cada uma delas, sanando possíveis dúvidas.

- Se achar conveniente, proponha aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre outras doenças cujo diagnóstico pode ser confirmado por um exame de sangue. Oriente-os para que pesquisem sobre quais alterações no exame indicam essa doença. Depois, solicite que socializem com os colegas o resultado.
- Enfatize que os métodos científicos são fundamentais para as pesquisas nas Ciências da Natureza. A Ciência baseia-se em fatos e evidências e não busca explicações sobrenaturais para os fenômenos naturais. Assim, é importante mostrar aos estudantes que as bases da Biologia, como a base das demais Ciências, estão alicerçadas em conhecimentos científicos.
- Alguns estudantes podem questionar a validade da Ciência, uma vez que muitos fatos do cotidiano não precisam de explicações científicas, pois são baseados no conhecimento popular. As concepções prévias deles são fundamentais para o desenvolvimento dos conteúdos. Essa é uma oportunidade para desenvolver a **competência geral 9**. Para isso, incentive-os a respeitar e valorizar os conhecimentos de diferentes culturas, exercitando o diálogo e a empatia sem preconceitos. Sobre a relação entre a Ciência e o conhecimento proveniente do senso comum, leia o trecho do texto a seguir para os estudantes, auxiliando-os na sua compreensão.

Fonte: Livro Didático, p.39 (2020).

Ainda no mesmo capítulo, o box “acompanhamento da aprendizagem” na (Figura 27 e 28), traz algumas orientações ao professor sobre como desenvolver os objetivos propostos.

Ao sugerir uma pesquisa sobre doenças que podem ser diagnosticadas por exames de sangue e orientar os alunos a identificarem as alterações que indicam essas doenças, o professor está incentivando os estudantes a aplicarem o método científico na prática. Eles aprendem a buscar informações de fontes confiáveis, analisando dados e apresentando resultados de forma ética, respeitando o processo de investigação científica. Esse exercício é uma forma de mostrar aos estudantes

como o conhecimento científico é construído com base em evidências, e como a ética se insere nesse processo, respeitando a veracidade e a precisão das informações.

Além disso, ao enfatizar que os métodos científicos são fundamentais nas Ciências da Natureza e que a Ciência se baseia em fatos e evidências, o professor está promovendo o entendimento de que a pesquisa científica não depende de explicações sobrenaturais, mas de um processo rigoroso e ético de investigação. Esse é um ponto essencial no letramento científico, pois os estudantes começam a perceber a importância da objetividade e da busca por explicações baseadas em dados verificáveis.

Na pesquisa intitulada "O que os jovens brasileiros pensam sobre C&T", de natureza quantitativa, adotou-se a metodologia Survey para a coleta de dados. Os entrevistados representam uma amostra da população de jovens brasileiros que residem em domicílios urbanos, distribuídos pelo território nacional de acordo com os dados do censo demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE):

Os resultados da onda 2 (2024) indicam que o interesse por ciência e tecnologia é maior entre os jovens que têm escolaridade mais elevada (ensino técnico e superior incompleto/completo), entre os homens, e menor entre os moradores das regiões Sul e Centro-Oeste, destacando-se que o Norte apresenta percentual mais alto de interesse (74%) que as demais regiões. (INCT, 2024, p.13).

Embora os números mostrem um cenário em transformação, na Educação Básica ainda há um contato inicial e insuficiente com as práticas de pesquisa científica, com ênfase nos resultados em detrimento das estratégias utilizadas para produzi-los.

A pesquisa na Educação Básica costuma se restringir à coleta de materiais e informações, sem questionar os procedimentos ou aprofundar os dados gerados. Como consequência, quando a aula de ciências é apenas mais uma ocupação do horário escolar e não consegue colaborar com a construção de sentido, contribui para o desinteresse e desinformação do estudante sobre o potencial do conhecimento científico. Além das questões metodológicas, é fundamental ressaltar a importância da dimensão ética nas práticas científicas.

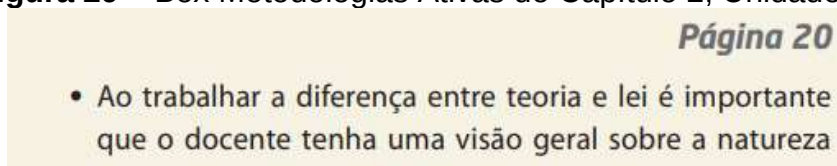
Quando o professor aborda as concepções prévias dos alunos, especialmente no que diz respeito ao conhecimento popular, ele está incentivando uma reflexão sobre como a Ciência se relaciona com outros tipos de saberes, como os adquiridos

pela experiência e pela cultura. A oportunidade de desenvolver a competência de dialogar e respeitar diferentes pontos de vista é uma parte crucial do letramento científico, pois promove o entendimento de que a ciência não é isolada, mas sim uma forma de conhecimento que interage com diversas outras formas de saber.

Porém, essas orientações ajudam o professor, mas não trazem uma fala direta no que diz respeito ao tratamento ético dos conteúdos. Sendo assim, pede que o docente faça uma leitura interpretativa das informações a fim de trabalhar com intencionalidade pedagógica, no caminho do letramento científico, no sentido de uma educação ética, crítica e respeitosa.

A box apresenta um discurso muito claro e bem direcionado, o que poderá contribuir significativamente à prática docente. Porém não há links diretamente estabelecidos com as resoluções ou com o que remete diretamente à ética na pesquisa científica. Dessa forma, o trabalho docente com sentido poderá acontecer, a depender também da capacidade interpretativa e reflexiva do docente.

Figura 29 – Box Metodologias Ativas do Capítulo 2, Unidade 1.



Fonte: Livro Didático, p.41(2020).

Figura 30 – Box Metodologias Ativas – Continuação.

das Ciências, compreendendo suas bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais. Isso favorece a compreensão de como ela é construída. O artigo indicado a seguir apresenta diversas informações a esse respeito, abordando aspectos tidos como consensuais pelos autores, como: a Ciência não é algo acabado, ela está em constante construção; não há um único método científico; a teoria não é uma consequência da observação/experimentação e vice-versa; a Ciência pode ser influenciada pelo contexto histórico, seja político, social ou cultural; os cientistas podem ser influenciados por suas crenças e por outros fatores externos, entre diversas outras informações. Acesse o endereço a seguir e leia o artigo na íntegra. Disponível em: <http://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932>. Acesso em: 10 jun. 2020.

- Ao citar a teoria evolutiva proposta pelos naturalistas ingleses Charles Robert Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) como exemplo, lembre os estudantes de algumas evidências que sustentam a teoria da evolução. Entre elas está a ocorrência de registros fósseis de seres vivos que viveram no passado, diferentes do que observamos hoje. Esses registros, além de revelar características dessas espécies, também podem revelar características do ambiente no qual elas viviam.

Fonte: Livro Didático, p.41 (2020).

O trecho (Figura 29 e 30) aborda a relação entre o conhecimento científico e o senso comum, incentivando a reflexão crítica dos alunos sobre as concepções prévias. Esse tipo de reflexão está em sintonia com a Resolução CNS 510/2016, que reconhece a diversidade cultural e o respeito às diferentes formas de conhecimento no contexto de pesquisa. A ênfase na empatia, no diálogo e na valorização de diversos saberes é um aspecto que está alinhado com os princípios éticos de inclusão e respeito, estabelecidos pela resolução, ao garantir que todos os envolvidos na pesquisa sejam tratados com dignidade e respeito, independentemente de suas origens ou conhecimentos prévios.

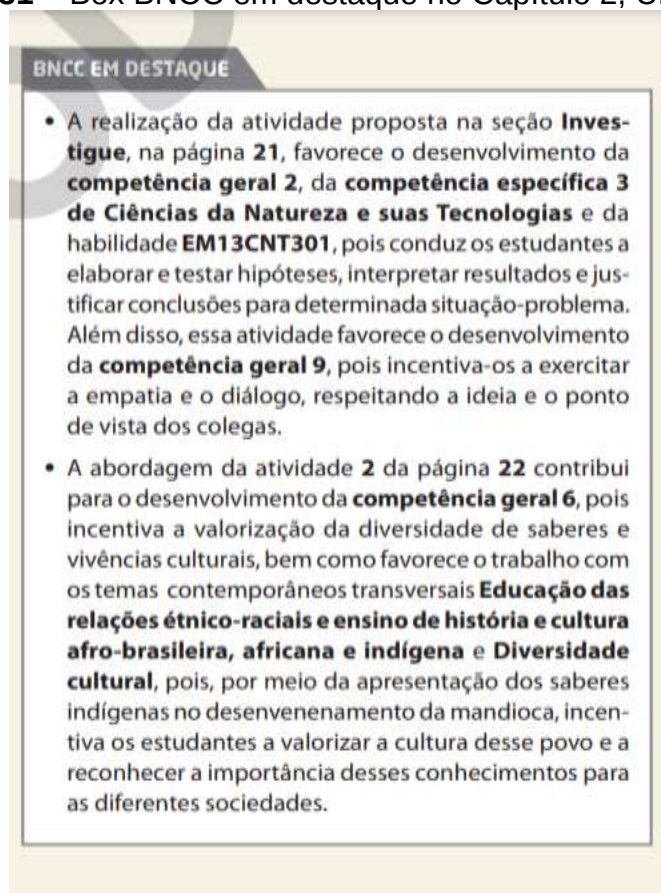
A exemplo, embora dados do Instituto Butantã mostrem as contribuições positivas da ciência para a descoberta da vacina que colaborou para o controle da pandemia de Covid-19, contemporânea à pesquisa realizada pelo INCT-CPCT (2024), muitos estudantes desconhecem as normas éticas que regulamentam a pesquisa com seres vivos. Os jovens entrevistados acreditam haver mais benefícios provenientes

da ciência do que riscos para a humanidade. Entre os entrevistados 67% afirmam que a ciência traz muitos benefícios e 15% muitos riscos sendo que a proporção entre as duas ondas (2019 e 2024) é similar. (INCT-CPCT, 2024, p.23).

Por outro lado, quando são questionados [...] quanto ao poder e a responsabilidade dos cientistas, 74% acreditam que “[...] por causa do conhecimento, os cientistas têm poderes que os tornam perigosos” e metade concorda (totalmente ou parcialmente) que os mesmos são responsáveis pelo mau uso que outras pessoas fazem de suas descobertas. O resultado para essas duas frases é similar ao da onda anterior (2019). (INCT-CPCT, 2024, p.26), os números mostram que o jovem valoriza as conquistas da ciência e emite uma ideia tácita de ética relacionada à postura do cientista, mesmo desconhecendo os documentos que regulamentam a pesquisa científica com seres humanos.

Outra possibilidade de formar para o letramento científico, mas que também depende do quanto o professor irá compreender que o papel do ensino da ciência não está condicionado apenas aos conhecimentos conceituais. O fazer docente precisa saber articular os conteúdos e realizar a interdisciplinaridade a fim de potencializar o conhecimento científico, entendendo que as pesquisas nem sempre serão iguais e que o pesquisador conhecedor das ciências humanas poderá desenvolver pesquisas mais completas, complexas e respeitosas.

Figura 31 – Box BNCC em destaque no Capítulo 2, Unidade 1.



Fonte: Livro Didático, p.42 (2020).

Conforme orientações didáticas (Figura 31), considerando as resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16, o professor deve garantir que atividades como as descritas no texto sejam conduzidas com ética e respeito aos direitos dos estudantes. A resolução 466 enfatiza a necessidade de garantir a autonomia e o **consentimento livre e esclarecido**, especialmente em atividades que envolvem experimentação e pesquisa, o que se aplica à elaboração e teste de hipóteses propostas na atividade da página 21. A resolução 510, por sua vez, ressalta a importância de valorizar a diversidade de saberes, como destacado na atividade da página 22, relacionada à cultura indígena no contexto da mandioca. O professor deve, assim, promover um ambiente de aprendizagem inclusivo, respeitando a diversidade cultural e incentivando a empatia, diálogo e o respeito aos diferentes pontos de vista, de acordo com os preceitos das resoluções.

Ao analisar as atividades das páginas 21 e 22 do Livro do Estudante, buscamos verificar se cumprem o que as orientações didáticas trazem.

Figura 32 – Box Investigue, capítulo 2, Unidade 1.

INVESTIGUE

Respostas e orientações no
Suplemento para o professor.

O que há dentro da caixa?

Contextualização

As mudanças são ótimas oportunidades de separarmos alguns itens para serem doados. Essa foi a ideia de um jovem ao se mudar com sua família para outra cidade. Após separar diversos itens para doação, o jovem acondicionou-os em caixas de papelão. Em seguida, lacrou-as com fita adesiva.

Após juntar as caixas lacradas com os itens para doação ao restante da mudança, ele se lembrou que a coleção de livros de Astronomia que estava em uma das caixas para doação havia sido emprestada de um amigo. Por isso, ele precisava encontrá-la e retirá-la das doações. O jovem sabia que os livros ficavam em um encarte da coleção, o qual media 40 cm de altura, 30 cm de comprimento e 20 cm de largura.

As caixas de papelão utilizadas para embalar a mudança e os itens para doação eram de três tamanhos. Veja ao lado.

- Considerando que o jovem não quer abrir as caixas, como ele poderia proceder para localizar a coleção de livros?
- Em qual das caixas está essa coleção, sabendo que ela foi acomodada por completo no interior de uma caixa? Justifique sua resposta.

Orientações

Junte-se a um colega e desenvolvam um roteiro para solucionar a situação-problema enfrentada pelo jovem, testando as hipóteses levantadas. Para elaborar esse roteiro, contemplem as questões sugeridas a seguir e outras informações que considerarem pertinentes para a investigação.

- Quais aspectos da situação-problema devem ser considerados durante essa investigação?
- O tamanho das caixas e as dimensões da coleção de livros interferem na investigação?
- Que materiais devemos providenciar para investigar essa situação-problema na prática?
- Que outros objetos cabem nas caixas de papelão?
- A posição da coleção de livros dentro da caixa de papelão interfere na investigação? Por quê?

Executem a atividade propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante a realização da investigação, registrando detalhadamente todas as etapas em seus cadernos.

Análise e divulgação dos dados

Ao chegarem às conclusões da investigação, organizem as respostas e as explicações aos questionamentos sugeridos, informando se as hipóteses levantadas inicialmente foram aceitas ou refutadas e incluindo informações referentes aos questionamentos a seguir.

- Alguma das hipóteses foi aceita? Qual(is) delas?
- Organize um fluxograma semelhante aos da página 19, destacando todas as etapas aplicadas ao longo da investigação.
- Compare sua investigação com a dos demais colegas, identificando semelhanças e diferenças, como em relação às hipóteses, às etapas executadas e às conclusões.
- "O método científico pode ser aplicado em situações cotidianas, e não apenas em estudos científicos."

- Você concorda com essa afirmação? Argumente com base na atividade realizada e nos conteúdos estudados no capítulo.
- Reunindo a turma, façam um vídeo informativo à população sobre como a Ciência auxilia na solução de problemas cotidianos e como o método científico pode ser uma importante ferramenta para evitar a disseminação de informações equivocadas, como as *fake news*.



Varal solidário no município de Maricá, Rio de Janeiro (2018). Os varais ou cabides solidários são locais em que são disponibilizadas peças de vestuário doadas para serem retiradas e usadas por aqueles que necessitem.

Caixa	Dimensões (altura; comprimento; largura)
1	30 cm; 40 cm; 30 cm
2	10 cm; 30 cm; 20 cm
3	100 cm; 100 cm; 100 cm

Ao relacionar as orientações didáticas com o livro do estudante (Figura 32), identificamos e estabelecemos conexões claras com os diversos preceitos éticos presentes nas atividades propostas. No entanto, vale destacar que a forma como essas atividades serão conduzidas pode ser tanto consciente quanto não, dependendo do repertório do professor. Este, ao aplicar as atividades, pode optar por uma abordagem mais conteudista, focando apenas na execução das etapas, ou, alternativamente, pode aprofundar a discussão, trazendo problematizações e reflexões de maneira intencional. Isso porque o professor nem sempre está munido de repertório suficiente para conduzir os alunos a uma compreensão mais ampla, crítica e eticamente reflexiva dos conteúdos e das questões éticas envolvidas. Destaca-se a necessidade de repertórios profissionais docentes que tornem o professor apto para promover discussões significativas sobre as implicações das investigações científicas, valorizar a diversidade cultural e a reflexão sobre o uso responsável do conhecimento pelos estudantes, ou seja, para proporcionar, intencionalmente e de modo fundamentado em preceitos éticos, abordagens didáticas dos objetos de conhecimento preconizados de modo mais complexo.

Durante a pesquisa citada (INCT, 2024), os jovens foram questionados sobre as plataformas, aplicativos e ambientes mais utilizados para acessar conteúdos de C&T nos últimos 30 dias:

Entre uma lista previamente fornecida, que reúne os mais usuais, destaca-se o buscador Google, utilizado por 87% dos entrevistados. O Instagram, rede que vem crescendo no Brasil em número de usuários, aparece em segundo lugar (80%), seguida pelo YouTube (77%) e pelo Whatsapp (72%). Além disso, percebe-se que o Chat GPT, citado por 22% dos entrevistados, é uma ferramenta não só conhecida, mas também utilizada por esse público para se informar sobre o tema. (INCT, 2024, p.14-15)

Esses dados não são surpreendentes, considerando que diversas pesquisas já apontam para uma geração altamente conectada às redes, em busca de informações acessíveis e de fácil compreensão. Contudo, esses resultados nos fazem refletir sobre o modelo educacional atual e as práticas pedagógicas no ensino de ciências, que muitas vezes não dialogam com a linguagem dessa nova geração de estudantes.

Além das barreiras de acesso às fontes de informações confiáveis, o tempo e o espaço também atuam como fatores limitantes na promoção da ciência entre os jovens:

O cruzamento desses dados com a região de moradia traz informações relevantes. A resposta “não tive tempo” é mais comum nas regiões Sudeste e Sul. Já nas demais regiões (Norte, Nordeste e Centro-Oeste), o principal motivo para não ter visitado museus ou espaços de ciência é eles não existirem na região, o que indica claramente aos governantes, gestores e instituições de pesquisa desses estados a necessidade de atuar nessa direção. (INCT, 2024, p.19).

No entanto, a pesquisa do Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT, 2024), que investiga as percepções dos jovens brasileiros sobre ciência e tecnologia, revela importantes lacunas no conhecimento ético e nos processos científicos entre os estudantes. Essas deficiências ressaltam a necessidade de uma educação mais profunda e integrada.

Ainda que tais buscas também colaborem para aguçar a atenção do indivíduo para diversas áreas de interesse científico, esses acessos limitam à busca de informações, sem explorar o campo da prática científica ou as questões relacionadas à produção de conhecimento com respeito e responsabilidade. Em outras palavras, o aprofundamento na área e o desenvolvimento da percepção crítica, essenciais para a formação cidadã dos jovens em relação à ciência, raramente ocorrerão sem uma intervenção pedagógica intencional que crie espaços para que tais experiências aconteçam.

Ao realizar a atividade de investigação, os alunos exercitam o desenvolvimento de competências, como o pensamento crítico e a empatia, promovendo uma reflexão ética sobre as conclusões da pesquisa, como sugerido nas questões 1 e 3. A proposta de organizar um fluxograma, por exemplo, reflete o princípio da clareza e da sistematização de etapas, respeitando a transparência e a responsabilidade nos processos de investigação científica, conforme recomendado pela resolução 466.

Além disso, o convite para que os alunos comparem suas investigações com as dos colegas e discutam as semelhanças e diferenças, também está em sintonia com a promoção do respeito aos pontos de vista diversos (competência geral 9), como preconizado nas resoluções. O debate sobre a aplicabilidade do método científico em situações cotidianas, como proposto na questão 4a, exige uma análise crítica e fundamentada, respeitando o princípio da autonomia e reflexão pessoal dos alunos, conforme as resoluções 466 e 510. Com a criação de um vídeo informativo para combater a disseminação de fake news, os alunos irão abordar como a ciência pode ajudar a resolver problemas cotidianos, refletindo a conscientização sobre o uso ético

da informação, alinhando-se às diretrizes de responsabilidade social e ética na educação.

Figura 33 – Atividades do Capítulo 2, Unidade 1.

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas no Suplemento para o professor.

1. A polícia científica é uma unidade policial especializada em investigar cenas de crimes e inclui diferentes profissionais, como os peritos criminais. Esses profissionais são os responsáveis, por exemplo, por analisar cenas de crime, esclarecer fatos e coletar informações e vestígios.



DANILO VOITURARI/ESPALHAR AT O CENÁRIO DO CRIME

Identificação de impressão digital em objeto de cena de crime. Nessa imagem, o perito observa a impressão digital revelada em um objeto após a aplicação da técnica do cianoacrilato fumegante, que torna a impressão digital fluorescente e visível em luz ultravioleta.

a) Podemos afirmar que os peritos criminais fazem uso de métodos científicos em suas investigações? Argumente sua resposta.

b) Qual é a importância social desse tipo de investigação?

2. Leia o texto a seguir.

.....

[...] o desvenenamento é um procedimento fundamental para as pessoas que vivem e queiram sobreviver na floresta tropical amazônica, tendo em vista que muitas plantas de lá produzem veneno em virtude de seu metabolismo secundário. [...]. Quem quer sobreviver na floresta tropical precisa saber como neutralizar ou afastar essas substâncias tóxicas produzidas pelas próprias plantas. O domínio da arte do desvenenamento é o que possibilita aos habitantes da Amazônia não morrerem de fome.

[...] A ingestão de 200 a 500 gramas de tubérculo fresco já seria letal: Contudo, esta planta [mandioca] é o alimento básico de quase todos os grupos indígenas das terras baixas da América do Sul. E bem mais: atualmente, a mandioca é o alimento básico de mais de 400 milhões de pessoas nos trópicos.

[...] Entre os povos indígenas da Amazônia são utilizados vários processos com finalidade de desintoxicar a planta para consumi-la sem o perigo de envenenamento [...]. Este procedimento transforma um tubérculo altamente tóxico em uma farinha torrada muito nutritiva, que consiste quase totalmente em amido, além de outros subprodutos.

[...] Inicialmente, a raiz da planta é colocada durante a noite ou por alguns dias em um riacho, até

que começa uma fermentação ácida. [...] Após a exposição à água, as cascas dos tubérculos devem ser removidas [...].

Após serem descascadas, as mandiocas são raladas, transformando-se em uma farinha grossa e úmida.

[...] Para a continuação do procedimento de desvenenamento da mandioca, usa-se a famosa prensa tipiti – instrumento produzido pelos indígenas que se assemelha a uma mangueira.

[...] A farinha de mandioca prensada com o tipiti, ainda úmida, geralmente é colocada em uma canoa, o maior recipiente à disposição. Na sequência, seca-se a farinha em grandes assadeiras sobre o fogo, sendo ela constantemente remexida, [...] o que faz com que escape o resto do ácido cianídrico.

A farinha obtida pode ser conservada durante meses, e, para a ocasião do consumo, é tostada e tem um ótimo gosto. Come-se a farinha de mandioca em toda a Amazônia, acompanhada de peixe, carne ou hortaliças.

[...]

SOENTGEN, J.; HILBERT, K. A química dos povos indígenas da América do Sul. *Química Nova*, São Paulo, v. 39, n. 9, nov. 2016, p. 1145-1146. Disponível em: <https://www.scielo.br/quimica/pdf/quimica_09161600090114141f50>. Acesso em: 22 abr. 2020.

.....



CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS

Tipiti em casa de farinha na comunidade ribeirinha Cabeceira do Amorim, em Santarém, Pará (2017). No interior do tipiti, a massa de mandioca é comprimida, possibilitando a extração do líquido e a secagem parcial da massa.

a) O processo de desvenenamento da mandioca, ou seja, de remoção das toxinas, é um exemplo de conhecimento popular ou científico? Justifique.

b) De acordo com o texto, qual é a importância desse conhecimento para os povos indígenas?

c) Qual é a importância do conhecimento popular para o desenvolvimento da sociedade?

d) Como seria o desenvolvimento de um processo de remoção de toxinas elaborado por meio da aplicação do método científico?

Fonte: Livro Didático, p.22 (2020).

O material apresenta ao aluno (Figura 33 e 34) a importância do método científico por meio da análise de duas situações distintas, porém complementares. A primeira ilustra o conhecimento científico acadêmico, representado pelo trabalho de

um perito criminal, que aplica métodos rigorosos de investigação na análise de cenas de crime e coleta de vestígios, utilizando técnicas científicas, como a revelação de impressões digitais. A segunda situação aborda um método científico ligado ao conhecimento popular, exemplificado pela prática do desvenenamento, tradicionalmente utilizada pelos povos indígenas da Amazônia. Embora não seja formalmente reconhecida como ciência acadêmica, essa prática também se fundamenta em observações sistemáticas, experimentação e resultados concretos, sendo transmitida oralmente de geração em geração.

Essas duas abordagens dialogam diretamente com o desenvolvimento de competências científicas nos alunos. Ao compará-las, os estudantes são incentivados a refletir sobre a diversidade de formas de conhecimento e a perceber que, apesar de suas origens distintas, ambas seguem princípios do método científico. A atividade propicia a valorização de saberes tanto populares quanto acadêmicos, em consonância com a competência geral 6 da BNCC, que enfatiza a valorização da diversidade de saberes e práticas culturais.

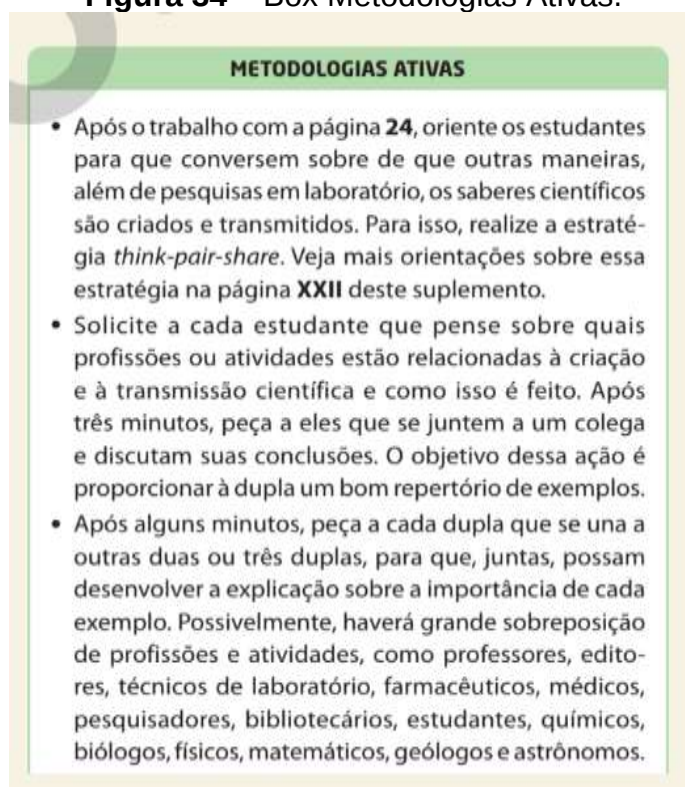
Santos (2001) reforça a importância da compreensão dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, destacando a necessidade de promover a compreensão pública da ciência, objetivo alinhado ao propósito da educação básica de formar cidadãos críticos. Para o autor, a alfabetização científica refere-se ao domínio dos conteúdos próprios da ciência, enquanto o letramento científico diz respeito à capacidade de aplicar esse conhecimento em contextos sociais, considerando sua função na vida em sociedade.

Nesse sentido, ao abordar pesquisas científicas envolvendo seres humanos, os alunos podem ser estimulados a analisar situações em que os benefícios aos participantes são incertos ou quando os riscos superam os benefícios. Esse tipo de discussão oferece aos estudantes do Ensino Médio a oportunidade de refletir sobre os dilemas éticos presentes na prática científica e sua relação com o bem-estar coletivo. Ao vivenciarem esses dilemas de forma ativa, os alunos desenvolvem habilidades de letramento científico, compreendendo não apenas os conteúdos científicos, mas também a função social da ciência e a responsabilidade dos cientistas.

Nesse contexto, as habilidades comunicativas tornam-se fundamentais. São elas que permitem aos alunos interpretar textos, fazer inferências, redigir e aplicar documentos de consulta pública, além de comunicar, de forma clara e precisa,

questões éticas e científicas. A capacidade de expressar, de maneira articulada, as implicações éticas e sociais de uma pesquisa possibilita a participação ativa em discussões públicas, a elaboração de propostas e a análise crítica de estudos científicos. No entanto, é importante destacar que essa competência comunicativa, essencial para a formação ética e científica, não está explicitamente prevista nos preceitos normativos, exigindo do professor uma leitura pedagógica cuidadosa tanto das resoluções éticas quanto dos conceitos de alfabetização e letramento científicos.

Figura 34 – Box Metodologias Ativas.



METODOLOGIAS ATIVAS

- Após o trabalho com a página **24**, oriente os estudantes para que conversem sobre de que outras maneiras, além de pesquisas em laboratório, os saberes científicos são criados e transmitidos. Para isso, realize a estratégia *think-pair-share*. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.
- Solicite a cada estudante que pense sobre quais profissões ou atividades estão relacionadas à criação e à transmissão científica e como isso é feito. Após três minutos, peça a eles que se juntem a um colega e discutam suas conclusões. O objetivo dessa ação é proporcionar à dupla um bom repertório de exemplos.
- Após alguns minutos, peça a cada dupla que se una a outras duas ou três duplas, para que, juntas, possam desenvolver a explicação sobre a importância de cada exemplo. Possivelmente, haverá grande sobreposição de profissões e atividades, como professores, editores, técnicos de laboratório, farmacêuticos, médicos, pesquisadores, bibliotecários, estudantes, químicos, biólogos, físicos, matemáticos, geólogos e astrônomos.

Fonte: Livro Didático, p.135 (2020).

A alfabetização científica, assim como a alfabetização nas áreas de linguagem, deve começar nos primeiros anos do ensino fundamental, mas com uma abordagem focada no conhecimento e compreensão dos alunos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para isso, é fundamental que o processo inicie com o levantamento das crenças e valores dos professores sobre CTS, ao mesmo tempo em que se oferece formação contínua para que os educadores compreendam melhor o papel que desempenham. Esse trabalho, realizado de forma integrada, garante que os professores estejam preparados não apenas para transmitir o conhecimento científico, mas também para estimular uma reflexão crítica nos alunos sobre o papel

da ciência e da ética no contexto social.

Santos (2001) destaca a importância de compreender o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, ressaltando a necessidade de promover uma compreensão pública desses temas. Ele define alfabetização científica como o processo de aprender os conceitos e métodos científicos, enquanto o letramento científico é a habilidade de usar esse conhecimento de forma crítica e responsável no cotidiano.

Relacionando esses conceitos com os **Princípios Éticos** do CNS, vemos que a alfabetização científica permite que os cidadãos compreendam e utilizem o conhecimento científico para tomar decisões informadas, especialmente no contexto da saúde. Sendo bem comunicada, a ciência fortalece a liberdade de escolha dos indivíduos, permitindo a participação ativa dos jovens nas decisões que afetam suas vidas.

Amaral, Xavier e Maciel (2009, p. 102) explicam que uma associação eficaz entre Ciência, Tecnologia e Sociedade requer abordar a ciência como uma atividade humana, inserida em contextos históricos, destacando os cenários socioeconômicos e culturais em que as descobertas científicas ocorreram ou estão ocorrendo.

Neste aspecto, de modo mais específico e devidamente salientado neste estudo, a Resolução 674 de 2022, ao tratar das modalidades de pesquisa e suas exigências éticas, pressupõe que pesquisadores e participantes tenham compreensão crítica sobre ciência e ética. No entanto, os educadores podem supor isso, mas nem sempre é claro para eles, já que a resolução não especifica explicitamente a necessidade de um conhecimento crítico. Para integrar plenamente os conceitos de alfabetização e letramento científicos seria necessário um esforço mais claro nas diretrizes, garantindo que todos, especialmente os educadores, compreendam suas responsabilidades nesse processo.

5 CONCLUSÕES

A relevância social desta dissertação se justifica pela necessidade de aprimorar a formação ética dos estudantes da Educação Básica, especialmente no que se refere à ética na pesquisa científica. A limitação do contato dos alunos com a dimensão ética da produção científica é um fator crítico que tem gerado, ao longo do tempo, lacunas no entendimento dos estudantes sobre o impacto da ciência na sociedade. A ausência de uma abordagem sistemática e integrada da ética nas práticas de pesquisa no Ensino Médio compromete a formação integral dos alunos, limitando sua capacidade de lidar com os dilemas éticos que emergem da ciência e da pesquisa científica. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo constituir subsídios que favoreçam a implementação de um comitê de ética em pesquisa no Ensino Médio, com a finalidade de fomentar conhecimentos que contribuam para a formação ética dos estudantes em ciência e pesquisa, no contexto da alfabetização e do letramento científico.

A presente dissertação teve como ponto de partida a experiência prática na gestão pedagógica de uma escola de Ensino Médio da rede privada, a qual integrou, em sua grade curricular, um componente voltado à iniciação científica. A necessidade de submeter as produções discentes a um CEP revelou uma lacuna institucional: a ausência de espaços que acolham e orientem pesquisas oriundas da Educação Básica. Essa constatação motivou a elaboração de um percurso investigativo que iniciou durante o MBA em Gestão Escolar, com a realização de uma revisão sistemática sobre a presença e o papel dos CEPs em instituições educacionais brasileiras. Essa fase preliminar indicou a inexistência de estudos focados na implementação de comitês de ética na Educação Básica, evidenciando que, muitas vezes, a pesquisa escolar ocorre sem a devida reflexão ética.

Ao ingressar no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, essa investigação foi aprofundada com o objetivo de analisar os subsídios para a implementação de um Comitê de Ética em Pesquisa na Educação Básica, tendo como referência as diretrizes da BNCC, exemplos de livros didáticos aprovados no PNLD e as Resoluções nº 196/96, 466/12, 510/16 e 674/22 do CNS. A pesquisa, de natureza qualitativa e documental, foi estruturada em duas etapas principais. A Etapa 1 consistiu na análise das resoluções do CNS, a fim de identificar os preceitos e fundamentos éticos que orientam a pesquisa científica com seres humanos no Brasil.

A Etapa 2 confrontou esses preceitos com os documentos curriculares da Educação Básica, mais especificamente com as competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, conforme a BNCC, e com as orientações didáticas de um livro didático selecionado.

As resoluções analisadas oferecem normas claras para garantir a proteção e o respeito aos direitos dos participantes de pesquisa, sendo fundamentais para nortear comportamentos éticos na investigação científica. Em contraste, a BNCC, embora enfatize o desenvolvimento de habilidades analíticas, avaliativas e expressivas, trata os aspectos éticos de forma genérica, sem detalhar diretrizes que ajudem os docentes a promover uma formação científica também ética. A análise revelou que, enquanto as resoluções do CNS servem como bases normativas sólidas, as competências da BNCC carecem de profundidade no que diz respeito à ética na ciência. Essa lacuna evidencia a necessidade de integrar de forma mais sistemática e, principalmente, intencional, os temas éticos ao currículo escolar, o que abre caminho para a criação de um Comitê de Ética em Pesquisa na Educação Básica com um enfoque formativo. Esse comitê não deve se limitar à avaliação de projetos submetidos, mas também fomentar uma cultura ética entre docentes e discentes, fortalecendo a formação crítica e responsável.

A análise do livro didático selecionado mostrou que, embora o material promova uma visão de ciência como campo dinâmico e diverso, aproximando-a da realidade dos alunos, os conceitos éticos não são abordados explicitamente, tampouco, intencionalmente. As análises de conteúdos expressos em seções como Introdução, Objetivos, Justificativas e capítulos de uma obra selecionada, evidenciaram a nítida necessidade de uma atuação planejada do professor, que deve contextualizar as atividades e promover intencionalmente reflexões éticas a partir dos conteúdos trabalhados. As propostas didáticas do livro possibilitam o desenvolvimento do letramento científico, permitindo aos estudantes compreender como o conhecimento é construído, validado e aplicado. Contudo, a questão ética no processo científico é tratada de forma superficial e pouco aprofundada. Atividades que envolvem a comparação de diferentes explicações sobre fenômenos naturais e reflexões sobre o papel atual da ciência são oportunidades valiosas para promover a compreensão crítica da ciência e de seus limites éticos, mas poderiam ser mais bem exploradas com proposições mais explícitas e, em especial, com referências explícitas aos preceitos de comportamentos éticos extraídos das resoluções analisadas.

Nesse contexto, propõe-se que as práticas pedagógicas incorporem atividades que estimulem a reflexão sobre os princípios éticos da ciência, como o respeito à dignidade humana, a integridade na produção de dados e a responsabilidade social da pesquisa com destaque para as análises da vinculação dos preceitos de comportamentos éticos nas atividades de produção e de socialização do conhecimento científico. Tais atividades devem contribuir, tanto para o engajamento dos alunos, quanto para a construção de uma postura crítica frente à ciência e suas implicações. Verificou-se, ainda, que a pesquisa escolar na Educação Básica frequentemente se limita à coleta de dados, com pouca ênfase na problematização dos métodos ou na análise crítica dos resultados. Essa superficialidade compromete e certamente restringe o desenvolvimento do pensamento científico e ético, afastando os alunos do interesse ampliado e genuíno pelo conhecimento, no sentido do letramento. A ausência de uma abordagem ética também limita e dificulta a compreensão do papel social da ciência na medida em que ignora dimensões amplamente salientadas em resoluções sobre o comportamento ético em ciência, em etapa de fundamental importância no processo de formação científica dos estudantes.

Entretanto, quando o professor valoriza os saberes prévios e o conhecimento popular dos alunos, promove um importante diálogo entre diferentes formas de conhecimento. Esse intercâmbio é fundamental para o letramento científico, pois ensina que a ciência não opera isoladamente, mas interage com saberes culturais, sociais e históricos. Essa compreensão é essencial para formar cidadãos críticos e responsáveis. Apesar disso, os documentos curriculares e os materiais didáticos ainda não contemplam de forma clara o tratamento ético das práticas científicas. Isso reforça o papel indispensável do professor, que precisa atuar de forma proativa e interpretativa para integrar os princípios éticos às práticas de ensino. Essa intencionalidade deve fazer parte de uma proposta pedagógica comprometida com a formação ética e científica dos estudantes.

Durante a pesquisa, foram destacados e extraídos das resoluções do CNS consideradas, em termos interpretativos, oito preceitos de comportamentos éticos em pesquisa para orientar a análise das práticas de pesquisa envolvendo seres humanos. Esses tópicos abordam diferentes aspectos da ética científica, ou, mais precisamente, do comportar-se eticamente no fazer e no atuar científico. Ao longo da análise, os preceitos de comportamentos éticos com maior incidência nas habilidades preconizadas na BNCC para o componente CNT no Ensino Médio foram Riscos e

Benefícios (IV) e Princípios Éticos (V). Em seguida, surgiram os preceitos Aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos – implicações (I), exigências (II) e Consentimento livre e esclarecido (III). O preceito Delineamento do Estudo (VI) também foi relevante, embora com menor incidência. Já os preceitos Tipificação (VII) e Fatores de Modulação (VIII) sustentaram menor incidência dentre os demais, sugerindo a necessidade de um maior aprofundamento e visibilidade desses aspectos nos materiais pedagógicos e curriculares, a fim de garantir uma abordagem ética mais completa e equilibrada nas práticas de ensino de ciência.

Conclui-se, a partir do problema de pesquisa proposto, que a implantação de um Comitê de Ética em Pesquisa na Educação Básica é não apenas possível, mas necessária, desde que estruturado com um viés formativo. Esse comitê deve ir além da função de avaliação de submissões, atuando como espaço de formação contínua, reflexão e orientação ética. Para isso, é fundamental que a formação docente seja fortalecida, promovendo práticas pedagógicas que incorporem deliberadamente a ética científica ao cotidiano escolar. Essa proposta representa um passo relevante para consolidar uma educação científica que prepare os alunos para interagir de forma crítica, ética e responsável com a ciência e suas múltiplas dimensões.

Cabe ressaltar, como dados resultantes das investigações para a proposição de subsídios para a implantação de comitês de ética em pesquisa no Ensino Médio, a insuficiência de dois aspectos destacados nas análises efetuadas: (1) da compreensão literal das habilidades preconizadas para as diferentes competências da CNT no Ensino Médio; e (2) da derivação de práticas de ensino exclusivamente comprometidas com aprendizagens que definem a alfabetização científica.

Em complemento às insuficiências mencionadas no parágrafo anterior, os principais resultados explicitados neste estudo convergiram em advogar que a inclusão intencional dos preceitos de comportamentos éticos em pesquisa científica deve se constituir em elemento obrigatório ou dimensão imprescindível nas práticas de letramento científico. Em outros termos, apresenta-se como subsídio notório para a implantação de comitês de ética no Ensino Médio, que as habilidades preconizadas na BNCC, tanto quanto as orientações expressas em materiais didáticos e nas atividades de ensino, salientem de modo planejado e intencional, a relevância da observância dos preceitos de comportamentos éticos na pesquisa, derivados das resoluções do CNS, na análise dos conteúdos historicamente dispostos como objetos de conhecimento nas matrizes curriculares, assim como na consideração e nas

análises de diferentes propostas de investigação científica gestadas no contexto do Ensino Médio, com prioridade para perspectiva de formação acadêmica dos estudantes no contexto de diferentes unidades escolares.

Cumpre reconhecer como limitação e como algo externo ao escopo desta pesquisa, a impossibilidade de aplicação de estudos de caso na Educação Básica que permitissem observar, na prática, o desenvolvimento de repertórios profissionais docentes com nítida e intencional inserção dos preceitos de comportamentos éticos na pesquisa científica nas práticas de ensino das habilidades preconizadas pela BNCC. Tal limitação admite ser interpretada como uma documentação para pesquisas futuras comprometidas com a investigação de condições relevantes (necessárias e suficientes) para viabilizar medidas de aprendizagem da acepção expandida de letramento científico exposta neste estudo e que se apresenta como subsídio imprescindível para a constituição de comitês de ética em pesquisa no Ensino Médio.

6 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Disponível em: <https://abnt.org.br/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

BARBOSA, C.A., VERSAS, R. M. 2016. **Comitê de Ética em Pesquisa:** Estado da Arte. Congresso Ibero-Americano. 2: 1070-1079.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Edições 70, Lisboa, Portugal. 2002.

BERTOLDI, A. **Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual?** Espaço Aberto, v. 25 e250036, 17p., 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782020250036>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. 1994. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora.

BOSCO, Z. F. A. **2012 produção de conhecimento e análise de relações de poder no campo científico:** o Comitê de Ética em Pesquisa na Saúde Pública. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução n.º 466, de 12 de dezembro de 2012.** Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução n.º 510, de 7 de abril de 2016.** Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Educação e Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018.** Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ministério da Educação, Brasília, DF, Brasil, 2018a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acesso em: 06 jun. 2024.

Brasil. Ministério da Educação e Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº4/2010.** Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. 2010. Ministério da Educação, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_10.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

Brasil. Ministério da Educação e Conselho Nacional de Educação. **Resolução Nº XXI/2018.** Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 2018. Ministério da Educação, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=98291-texto-referencia-consulta-publica&category_slug=outubro-2018-pdf-1&Itemid=30192. Acesso em: 29 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Ministério da Educação, Brasília, DF, Brasil. 2018

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Manual operacional para comitês de ética em pesquisa**. Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil. 2002.

BROOKS, R.; TE RIELE, K.; MAGUIRE, M. **Ética e pesquisa em educação**. Tradução de Bridon, Janete. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2017.

CARVALHO, M. A. de F.; MENDONÇA, R. H.(orgs.). **Práticas de leitura e Brasília** : Ministério da Educação, 2006.

CELLARD, A. **A análise documental**. In: J. Poupart, et al. (Orgs.). A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos (p. 295-316). Petrópolis: Vozes, 2008.

Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde. **Manual operacional para comitês de ética em pesquisa**. 4. ed. rev. atual. Editora do Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil. 2007.

Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 196/1996**. Trata das diretrizes e normas regulamentadoras da pesquisa envolvendo seres humanos. 2020. Editora do Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/resolucoes/23_out_versao_final_196_ENCEP2012.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

CUNHA, R. B. **Os trabalhos sobre alfabetização e letramento científico: o diálogo com os estudos da linguagem na apropriação de conceitos por pesquisadores do ensino de ciências**. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 67., 2015, São Carlos. Anais. Disponível em: Acesso em: 18 jan. 2018.

CUNHA, R.B. **O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências**. Ciência & Educação, Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DAVI NETO, P.; FARE, M. D. L.; SILVA, D. S. **Ética, autonomia e pesquisa em educação: questionamentos à regulação brasileira da conduta dos pesquisadores**. Rev. Bras. Educ. [online]. 2020, vol.25, e250013. Epub 28-Mar-2020. ISSN 1809-449X. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782020250013>.

DE OLIVEIRA, M. L. C. **Comitê de Ética em Pesquisa no Brasil: um estudo das representações sociais**. Universa, Brasília, DF, Brasil. 2004.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 12. Ed. Cortez, São Paulo, SP, Brasil. 2006.

FLICK, U. 2009. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Trad. Joice Elias Costa. 3. ed., Porto Alegre: Artmed.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra, São Paulo, SP, Brasil. 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**. 5a. edição. Paz e Terra. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1987.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. edição. São Paulo: Atlas Editora, 2016.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. p. 67-80. In: Minayo, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Vozes, Petrópolis, RJ, Brasil. 1997.

GONTIJO, P. A. M. **Capacitação de membros de comitês de ética em pesquisa do município de Belo Horizonte, Minas Gerais, a partir do e-learning TRREE**. Tese de Doutorado em Infectologia e Medicina Tropical. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. Belo Horizonte. MG. Brasil. 2017.

HARAYAMA, R. M. **Do ponto de vista do sujeito da pesquisa: evento e cultura material em um comitê de ética em pesquisa**. Dissertação de Mestrado em Antropologia. Universidade de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Belo Horizonte. MG. Brasil. 2011.

HARDY E., BENTO S.F., OSIS MJD, H. E.M. **Comitês de ética em pesquisa: adequação à 19**. Resolução nº 196/96. Ver. Assoc Med Bras 2004;50(4):457-62

INCT- CPCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e da Tecnologia. **O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia?** Rio de Janeiro: Fiocruz/COC, 2024. Disponível em: <https://inct-cpct.fiocruz.br/2024/05/17/esta-disponivel-o-resumo-executivo-da-survey-o-que-os-jovens-brasileiros-pensam-da-ciencia-e-da-tecnologia/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

JÁCOME, M. DE Q. D. **Análise dos comitês de ética em pesquisa no Brasil: percepção de seus coordenadores e membros**. Tese de Doutorado em Bioética. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Brasil. 2013.

JUNGES, J. R. Ética na pesquisa com humanos a partir da nova resolução n. 466/12. PICHLER, NA; GIACOMINI, ACVV. **Ética em pesquisa com animais e humanos: bem-estar e dignidade**. Passo Fundo: Universidade Federal de Passo Fundo, p. 91-110, 2014.

KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. **Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterizações**. Revista de Investigaciones, UNAD, Bogotá/Colômbia, vol. 14, n. 2. p. 55-73, 2015. Disponível em: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-de-investigaciones-unad/article/view/1455/1771>. Acesso em 01 jun. 2024.

LA TAILLE, Y. de. **Vergonha, a ferida moral**. Vozes, Petrópolis, RJ, Brasil. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722010000500009. Acesso em: 17 set. 2020.

LA TAILLE, YVES de. Moral e Ética: uma leitura psicológica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, n.26, v. spe, p. 105-114. 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. EPU, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2018.

MAGALHÃES, P. A. **Organização e funcionamento dos comitês de ética em pesquisa do município de Belo Horizonte, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado em Enfermagem e Saúde. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Enfermagem. Belo Horizonte. MG. Brasil. 2013.

MAINARDES, J. **A ética na pesquisa em educação: panorama e desafios pós-Resolução CNS nº 510/2016**. Educação, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 150 -173, jan./abr. 2017a. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2017.2.26878>

MELLO, A. G. de. Deficiência, incapacidade e vulnerabilidade: do capacitismo ou a preeminência capacitista e biomédica do Comitê de Ética em Pesquisa da UFSC. **Ciência & Saúde Coletiva**, n. 21, v.10, p. 3265-3276. 2016.

Nóvoa, A. (1991). **As ciências da Educação e os processos de mudança**. In A. Nóvoa, B. P. Campos, J. P. Ponte & E. B. Santos (Eds.), *Ciências da Educação e mudança* (pp. 17-67). Porto: SPCE.

PAIVA, P. A.; COSTA, S. DE M.; DIAS, O. V.; LOPES, V. S. V. B. V.; SOUTO, D. G. B.; SILVA, D. L. da. The experience of the research ethics committee at a public university in the state of Minas Gerais, Brazil. **Revista Bioética**, n.23, v.1, p. 169-177, 2015.

SANT'ANNA RAMOS VOSGERAU, D., PAULIN ROMANOWSKI, J. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, n. 14, v.41, p. 165-189, 2014.

SANTOS, L. Da competência no fazer à responsabilização no agir: ética e pesquisa em Ciências Humanas. **Práxis Educativa (Brasil)**, v. 12, n. 1, jan.-abr., 2017, p. 244-256. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR, Brasil, 2017.

SANTOS, R.; AULER, D. **Práticas educativas CTS: Busca de uma participação social para além da avaliação da Ciência-Tecnologia na sociedade**. Ciência e Educação, vol. 25, no. 2, p. 485-503, 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HnMjwkVyzZHjZ3jGLcr5HLz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso 03 junho 2024.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Porto Alegre: UNIJUI, 2003. ISBN: 978-85-7429-889-4. Acesso em: 26 ago. 2024.

SCHMIDT, M.L.S. Utopia, teoria e ação: leitura das propostas grupais na abordagem centrada na pessoa. **Psicol. cienc. prof. [online]**. n.31, v. 3, p. 628-639, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932011000300014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 16 nov. 2020.

SILVA BARBOSA, A., SILVA DE OLIVEIRA BOERY, R., ROGER FERRARI, M. 2012. Importância Atribuída ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). **Revista de Bioética y Derecho**, n. 0, v.26, p. 31-43

SOARES, M. A reinvenção da alfabetização. **Presença pedagógica**, v. 9, n. 52, p. 15-21, 2003.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**. 7. ed. 1. reimp. São Paulo: Contexto, 2017b.

SOARES, M. **Alfabetização e letramento**: caderno do professor. Belo Horizonte: Ceale/FaE/UFMG, 2005. 64 p. - (Coleção Alfabetização e Letramento) ISBN: 85-99372-03-3

SOARES, M. Alfabetização: a 'ressignificação' do conceito. "Alfabetização e Cidadania". **Revista de Educação de Jovens e Adultos**. RaaB, n. 16, jul. p. 10-11, 2003.

SOARES, M. **Letramento**: um tema em três gêneros. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017a.

SOARES, M.; BATISTA, A. A. G. **Alfabetização e letramento**: caderno do professor. Belo Horizonte: Ceale/FAE-UFMG, 2005. E-book. 64 p. (Alfabetização e Letramento). ISBN 8599372041.

SPIANDORELLO, W. P. O papel do comitê de ética em pesquisa na avaliação de testes estatísticos. *Revista Bioética*, n. 22, v.3, p. 471-481, 2014.

UFMG. **Comitê de ética em pesquisa – COEP**. 2021. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. MG. Brasil. Disponível em: <https://www.ufmg.br/bioetica/coep/tale/>. Acesso em: 17 set. 2020.

VÁSQUEZ, A. S. **Ética**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2010.

WEIS, L.; MINATO, E.; FAGUNDES, R.; DI NAPOLI, R.; SILVA, C.; DE CAMPOS VELHO, M.; DAL LAGO, L. O comitê de ética em pesquisa na Universidade Federal de Santa Maria: um breve histórico. **Clinical & Biomedical Research**, n.31, v.3, p.372-376, 2011.