

COLÉGIO PEDRO II
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

RENAN MORGADO MONTEIRO

BIOÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Rio de Janeiro

2023



RENAN MORGADO MONTEIRO

BIOÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em 27 de outubro de 2023, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientador(a): Dr. Guilherme de Rezende Dias.

Rio de Janeiro

2023

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

M775 Monteiro, Renan Morgado

Bioética em livros didáticos do ensino médio / Renan Morgado
Monteiro. - Rio de Janeiro, 2023.

105 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de
Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação,
Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Guilherme de Rezende Dias.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Bioética. 3. Livro
didático. 4. Análise de conteúdo. I. Dias, Guilherme de Rezende. II.
Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB-7: 5692.

RENAN MORGADO MONTEIRO

BIOÉTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em 27 de outubro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme de Rezende Dias
Colégio Pedro II
Orientador

Profª. Dra. Christiane Coelho Santos.
Colégio Pedro II

Prof. Me. Leonardo Santos Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2023

Dedico esse trabalho a todos que podem ser auxiliados por essa pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador pelo esforço e dedicação no processo de confecção desse trabalho. Agradeço à banca pela análise crítica e justa. Agradeço a todos do curso de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia do Colégio Pedro II, alunos, professores e colaboradores, pelo trabalho aplicado, experiências trocadas e ensinamentos propostos. Agradeço aos meus pais, por dedicarem suas vidas à educação de seu filho, sem a qual não seria possível chegar neste ponto. Agradeço em especial à minha esposa, por me criticar, corrigir e lembrar que a Ciência só se faz com esforço e dedicação de muitos. Seu amor pela Ciência e pela Educação é fonte de inspiração.

“Paulo sabia bem que por conta própria a educação não muda o mundo. A educação muda as pessoas. As pessoas mudam o mundo”
(BRANDÃO, 2008)

RESUMO

MONTEIRO, Renan Morgado. **Bioética em livros didáticos do Ensino Médio**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2023.

A educação tem como um de seus objetivos formar o estudante para exercer sua cidadania. Para isso, o ensino deve estimular o pensamento crítico e reflexivo, fazendo com que o educando seja capaz de usar os conhecimentos adquiridos na escola para tomar decisões e atuar na sociedade. Hoje, tecnologias como manipulação gênica, transgênicos e agrotóxicos fazem parte do dia a dia dos estudantes e são abordados em sala de aula. No entanto, isso frequentemente é feito de forma acrítica; os estudantes aprendem aspectos técnicos dessas tecnologias, mas não são estimulados a pensar em como elas podem impactar a natureza e a sociedade. Seria o livro didático uma ferramenta útil para superar essa lacuna, permitindo que os alunos busquem uma perspectiva crítica sobre o avanço do conhecimento? Este trabalho buscou responder a essa pergunta analisando os livros de Biologia mais usados nas escolas públicas federais brasileiras em 2022: a coleção Moderna Plus. Através da metodologia de análise de conteúdo de Bardin, verificamos se os livros estimulam a construção de pensamento crítico a respeito do desenvolvimento tecnológico e suas questões éticas. Concluímos que a coleção não contribui satisfatoriamente para o desenvolvimento de uma postura crítica sobre os avanços tecnológicos e seus potenciais impactos. Apesar de possuírem trechos que abordam a bioética, esse assunto é pouco recorrente nos livros e os questionamentos são pouco elaborados. O trecho a seguir ilustra essa afirmação: “Alguns pesquisadores defendem que as células-tronco de embriões descartados da fertilização in vitro sejam utilizadas em experimentos e em tratamentos médicos. Esse tema ainda desperta muitas polêmicas e esbarra em questões éticas e morais”. Para ir além de relatar a existência de problemas e estimular o pensamento crítico, os livros poderiam trazer relatos de casos reais que envolveram questões bioéticas, demonstrando de que forma essas questões impactaram a vida dos seres humanos e sua vivência em sociedade e com o meio ambiente.

Palavras-chave: bioética; livro didático; análise de conteúdo.

ABSTRACT

MONTEIRO, Renan Morgado. **Bioética em livros didáticos do Ensino Médio**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2023.

One of the aims of education is to train students to exercise their citizenship. To this end, teaching must stimulate critical and reflective thinking so that students can use the knowledge they acquire at school to make decisions and act in society. Today, technologies such as gene manipulation, transgenics, and pesticides are part of students' daily lives and are addressed in the classroom. However, this is often done uncritically; students learn the technical aspects of these technologies but are not encouraged to think about how they can impact nature and society. Could the textbook be a tool for bridging this gap, allowing students to seek a critical perspective on the advancement of knowledge? This study sought to answer this question by analyzing the most widely used biology textbooks in Brazilian public schools in 2022: the Moderna Plus collection. Using Bardin's content analysis methodology, we checked whether the books encourage critical thinking about technological development and its ethical issues. We concluded that the books do not contribute satisfactorily to the development of a critical attitude toward technological advances and their potential impacts. Although some passages deal with bioethics, this subject is not frequent in the books, and the questions are not very elaborate. The following excerpt illustrates this: "Some researchers advocate that stem cells from embryos discarded after in vitro fertilization should be used in experiments and medical treatments. This issue still arouses a lot of controversy and comes up against ethical and moral questions." Besides reporting the existence of problems and stimulating critical thinking, the books could include reports of real cases involving bioethical issues, demonstrating how these issues have impacted the lives of human beings and their experience of society and the environment.

Keywords: bioethics; textbook; content analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Site do Sistema do Material Didático.....	35
Figura 2 – Unidade de Contexto Volume 2, Página 23.....	56
Figura 3 – Unidade de Contexto Volume 3, Página 92.....	57
Figura 4 – Unidade de Contexto Volume 4, Página 119.....	62
Figura 5 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 9.....	65
Figura 6 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 25.....	66
Figura 7 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 125.....	73
Figura 8 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 126.....	75
Figura 9 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 129.....	77
Figura 10 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 130.....	82
Figura 11 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 131.....	84
Figura 12 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 132.....	85
Figura 13 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 133.....	86
Figura 14 – Unidade de Contexto Volume 5, Página 155.....	87
Figura 15 – Gráfico da Relação Percentual U.R. Totais / Volumes.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Livros disponibilizados nas cidades mais populosas do Brasil.....	32
Tabela 2 – Palavras, expressões e siglas utilizadas como unidades de registro.....	36
Tabela 3 - Localização dos quadros relativos à habilidade EM13CNT304.....	49
Tabela 4 - Registro do total de U.R. por volume analisado.....	99
Tabela 5 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 01 da coleção Moderna Plus.....	100
Tabela 6 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 02 da coleção Moderna Plus.....	101
Tabela 7 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 03 da coleção Moderna Plus.....	102
Tabela 8 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 04 da coleção Moderna Plus.....	103
Tabela 9 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 05 da coleção Moderna Plus.....	104
Tabela 10 - Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 06 da coleção Moderna Plus.....	105

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
2.3 Justificativa.....	16
3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	17
3.1 Origem da palavra Bioética.....	17
3.2 Bioética no Mundo.....	18
3.3. Bioética no Brasil.....	21
3.4 Bioética na Educação Brasileira.....	23
3.5 Livros Didáticos.....	28
4 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1 Unidades de contexto relativas à BNCC.....	41
5.2 Volume 1: O Conhecimento Científico.....	50
5.3 Volume 2: Água e Vida.....	54
5.4 Volume 3: Matéria e Energia.....	57
5.5 Volume 4: Humanidade e Ambiente.....	58
5.6 Volume 5: Ciência e Tecnologia.....	65
5.7 Volume 6: Universo e Evolução.....	87
5.8 Análise Geral dos Resultados.....	89
6 CONCLUSÃO.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
APÊNDICE – Tabelas de Quantificação.....	99

1. INTRODUÇÃO

A educação é direito fundamental garantido a todos pela Constituição de 1988, artigo 205. Esse direito é compartilhado entre Estado, família e sociedade em prol do desenvolvimento do educando:

a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988, p. 123)

Em 1996, foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), na qual a educação tem como um de seus objetivos preparar o educando para exercer sua cidadania.

Art. 2º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996, Art 2)

O exercício da cidadania, com noção de direitos e deveres, possibilita a igualdade, respeito e colaboração entre os membros da comunidade. Desta forma, a educação deveria servir de ponte para a formação cidadã dos educandos, tornando-os mais informados, críticos e atuantes na sociedade (GONÇALVES; FIGUEIREDO, 2019).

A Base Nacional Curricular Comum é consoante com a LDB, estipulando aprendizagens essenciais em suas competências para que o estudante brasileiro, através de conhecimento, habilidades, atitudes e valores, possa “resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo de trabalho” (BRASIL, 2018). Em demandas complexas pode-se incluir o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas a seres vivos e a reflexão de que seus processos de criação, testes, aplicação e efeitos podem impactar de variadas formas no cotidiano da sociedade e da natureza.

Pela necessidade de abordar as implicações éticas decorrentes das novas tecnologias aplicadas à vida “biotecnologia” e seus impactos na sociedade do século XXI, a partir da década de 1970 surgem campos de pesquisa como a bioética (REUSING; BAPTISTELLA; SILVA; OLIVEIRA, 2019). A bioética ganha força com os trabalhos de Van Rensselaer Potter e

problematiza o desenvolvimento tecnológico e seu impacto nos seres vivos usando um discurso pautado na responsabilidade do uso de novas tecnologias, como sugerido na seguinte frase, extraída de seu livro *Bioética: Ponte para o Futuro* (2016): “A humanidade necessita urgentemente de uma nova sabedoria que forneça o conhecimento de como usar o conhecimento” (POTTER, 2016).

A confiança cega no desenvolvimento tecnológico é perigosa. Segundo Pinheiro (2005), “nem tudo que se pode fazer (tecnicamente), deve-se fazer (moralmente) [...] Assim, torna-se necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive”. Entende-se que, apesar de todas as benesses que o ser humano tem com o aprimoramento científico-tecnológico, não se pode separar isto de interesses socioeconômicos de uma classe dominada por poucos. A produção tecnológica nos mais variados campos atende a interesses sociais, políticos, militares e econômicos (PINHEIRO, 2005). Essa produção tecnológica é não apenas consequência do conhecimento humano aplicado, mas também fomento para criação de novas tecnologias, como num sistema de retroalimentação de desenvolvimento — tecnologia gerando mais tecnologia. Pensando desta forma, pode-se notar um perigo não só no desconhecimento, mas, principalmente, na falta de questionamento e crítica sobre o conhecimento. Se a máquina de geração de conhecimento e tecnologia não tiver freios éticos e morais, como poder-se-á pará-la quando seus resultados impactarem de forma relevantemente negativa a natureza, o ser humano e a sociedade? Como parar ou desacelerar um sistema cujos produtos geram lucro para uma classe dominante com interesse em manter a “roda girando”, muitas vezes ao custo da alienação e apatia crítica daqueles que mais sofrem as consequências negativas? Quando os opressores se utilizam dos oprimidos para gerar capital, o risco de valores éticos e morais serem negligenciados é grande. As necessidades de poucos suplantam a de muitos. Por isso, entende-se que uma das tarefas da educação é trazer à tona os conflitos ético-sociais, analisando e estimulando a reflexão e o questionamento dos educandos perante a realidade que os cerca e, a partir disto, buscar soluções para a construção de uma sociedade consciente e igualitária.

O papel da educação em auxiliar no desenvolvimento da cidadania nos discentes, tornando-os críticos e atuantes na comunidade, alicerça a discussão bioética no cotidiano de sala de aula. Esse desenvolvimento os permitirá analisar criticamente conflitos éticos relacionados à biotecnologia, frequentemente presentes na realidade do educando e da sociedade em que está inserido.

No Brasil, esse desenvolvimento é frequentemente auxiliado pelos livros didáticos. Desde a formação da Comissão Nacional do Livro Didático (1938), o livro didático é uma importante fonte de informação para os estudantes da educação básica. Através de programas governamentais de análise, compra e distribuição dos livros didáticos, o Estado possibilita que chegue às mãos dos estudantes em todo território nacional um material com acuidade científica e pronto para ser utilizado como instrumento educacional e de formação cidadã. No entanto, para avaliar se o material possibilita o desenvolvimento crítico dos alunos e se as mudanças recentes referentes ao Novo Ensino Médio e à BNCC de 2018 acarretaram modificações significativas nesse material, estudos comparativos são necessários (NILLES; LEITE, 2023). Uma das proposições críticas que pode estar sendo negligenciada no material didático, por exemplo, é a ótica bioética perante as biotecnologias presentes no cotidiano da sociedade em que o discente está inserido.

Este trabalho traz uma análise de conteúdo dos livros didáticos da coleção Moderna Plus Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Editora Moderna). Essa análise foi realizada nos capítulos referentes à Biologia e buscou os questionamentos e reflexões sobre bioética que o material fornece aos estudantes.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1. Objetivo Geral

Analisar os livros didáticos da coleção Moderna Plus (AMABIS et al., 2020) para verificar de que forma os assuntos relativos à Bioética são abordados.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar de que forma os livros didáticos abordam técnicas e tecnologias ligadas aos seres vivos;
- Verificar se o conteúdo dos livros didáticos analisados permite reflexão crítica sobre questões bioéticas ligadas ao avanço científico no campo da Biologia.

2.3. Justificativa

É comum que os professores escutem de seus alunos perguntas como: “Por que eu preciso aprender isso?” Esse questionamento ocorre pois as aulas de Biologia e Ciências geralmente são ministradas de forma puramente conteudista, sem que haja contextualização dos assuntos trabalhados com a vida do estudante. Dessa forma, ele não consegue perceber a importância do conhecimento científico para sua atuação como cidadão.

Uma forma de contornar essa situação é mostrar para o estudante como o avanço do conhecimento científico deu origem a diversas tecnologias utilizadas pela sociedade e como, em contrapartida, muitas vezes, o ser humano não leva em consideração as consequências que essas tecnologias podem trazer aos seres vivos e ao ambiente. Este trabalho justifica-se pois busca compreender de que forma a bioética é abordada em sala e verificar se as implicações das inovações tecnológicas são discutidas junto aos alunos, estimulando o desenvolvimento do posicionamento crítico para que saibam atuar na sociedade.

3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Para melhor contextualização do trabalho, primeiramente, dar-se-á um panorama geral do histórico da bioética no Brasil e no mundo, desde o surgimento da palavra até os dias atuais.

3.1. Origem da palavra Bioética

A palavra bioética, segundo Lopes (2014), tem três origens independentes. A primeira, refere-se a Van Rensselaer Potter, bioquímico e oncologista americano atuante na Faculdade de Medicina da Universidade de Winsconsin. A neologia surge em um artigo intitulado “*Bioethics, the Science of Survival*”, publicado em 1970, na revista *Perspectives in Biology and Medicine* (1970; 14:127-153). Posteriormente, Potter traz maiores reflexões sobre o termo em seu livro “*Bioethics: Bridge to the Future*”, de 1970. Tais publicações refletem as inquietações do autor a respeito do crescimento do conhecimento científico, que não estava sendo acompanhado por reflexões sobre suas consequências e uso responsável. Isso poderia ser resolvido através da junção de conhecimento biológico (bios) e valores humanos (ética):

A humanidade necessita urgentemente de uma nova sabedoria que forneça o ‘conhecimento de como usar o conhecimento’ para a sobrevivência humana e para o melhoramento da qualidade de vida.[...] o conhecimento de como usar o conhecimento para o bem social – poderia ser chamado de conhecimento da sobrevivência,[...] a ciência da sobrevivência deve ser construída sobre a ciência da biologia e ampliada além dos limites tradicionais.[...] A ciência da sobrevivência deve ser mais do que ciência apenas, portanto sugiro o termo *bioética* para enfatizar os dois ingredientes mais importantes na obtenção da nova sabedoria que é tão desesperadamente necessária: conhecimento biológico e valores humanos. (POTTER. *Bioética: Ponte para o Futuro*, 1971, p. 27).

A segunda origem também se dá em 1970, pensada de forma independente, através de uma reflexão a respeito dos termos éticos normativos necessários na Biomedicina, por André Hellegers, obstetra holandês. Essa reflexão contribuiu na criação, em 1971, de um instituto na Universidade de Georgetown, com o objetivo de estudar aspectos religiosos e éticos no avanço das ciências biológicas, desenvolvendo aspectos morais em procedimentos médicos: “*The Joseph and Rose Kennedy Institute for the Study of Human Reproduction and Bioethics*”, atualmente conhecido como *Kennedy Institute of Ethics*. Foi a primeira vez que o termo bioética foi utilizado em um nome de instituição.

Há ainda uma terceira origem do termo bioética, em Hallen an der Saale, Alemanha, proposto por Fritz Jahr, filósofo, educador e pastor protestante, em 1927, num editorial da Revista Kosmos. O artigo original foi traduzido como “Bioética – revendo as relações éticas dos seres humanos com animais e plantas”. Nesse artigo, Fritz propõe o respeito por cada ser vivo como objetivo principal da humanidade, em qualquer momento possível: “*Have respect toward every living being in principle, as if this would be a goal in itself, and, whenever possible, treat it as such!*” (RINCIC; MUZUR, 2011). De acordo com Rincic e Muzur (2011), Fritz teve muito de seus trabalhos negligenciados, e por isso Potter foi considerado por décadas o pai do termo bioética (Hellegers não foi citado por Rincic e Muzur). Não foram encontradas referências de que Potter ou Hellegers tenham tomado conhecimento a respeito dos trabalhos de Fritz; logo, pode-se inferir que o termo bioética foi cunhado de forma independente nos três momentos citados.

3.2. Bioética no Mundo

No final da década de 40, com o terror e medo causado pela Segunda Guerra Mundial ainda impregnado no mundo, deu-se início o Tribunal de Nuremberg, responsável por julgar criminosos de guerra. Esse julgamento trouxe à superfície os terríveis experimentos feitos, principalmente em humanos vulneráveis, durante a Segunda Guerra Mundial, na Alemanha nazista. Foram 23 réus acusados de crimes contra a humanidade, dos quais 20 eram médicos, 16 foram declarados culpados e sete sentenciados à morte (LOPES, 2014).

Esse caso demonstra o que pode acontecer quando os conhecimentos médicos são usados para promover mais conhecimento sem respeitar a dignidade humana. Além disso, deixa clara a necessidade de um olhar mais crítico sobre os experimentos científicos e criação de novas tecnologias, pautado no respeito ao ser humano. Em outras palavras, deixa clara a necessidade do “conhecimento de como usar o conhecimento para o bem social” (POTTER, 2016).

Em agosto de 1947, o Tribunal de Nuremberg divulgou suas sentenças e criou o Código de Nuremberg. Nele, são propostos princípios éticos para a experimentação médica em seres humanos:

- I) a necessidade do consentimento do voluntário;

- II) produção de resultados vantajosos à sociedade que não possam ser ministrados de outra forma sem ser em humanos;
- III) os experimentos devem se basear em resultados prévios em testagem em outros animais;
- IV) condução do experimento deve evitar qualquer dor ou sofrimento físico ou mental, invalidez e morte;
- V) deve ser ministrado por profissionais qualificados;
- VI) risco aceitável deve ser proporcional ao problema que o pesquisador se propõe a resolver;
- VII) o voluntário pode pedir para se retirar do experimento a qualquer momento;
- VIII) o pesquisador deve estar preparado para parar a pesquisa a qualquer momento se os procedimentos necessários causarem qualquer malefício ao voluntário.

Logo no ano seguinte, em dezembro de 1948, foi criada a Declaração Universal dos Direitos do Homem, que expandia o conceito de bioética e da garantia de direito à vida, respeito e igualdade de todos os seres humanos, como pode ser visto pelos seguintes artigos da declaração: “Art. 1º. Todos os homens nascem livres e iguais em dignidade e em direitos. Art. 3º. Todo homem tem direito à vida, à liberdade e a segurança pessoal.” Esses documentos dariam uma falsa ideia de seguridade às determinações éticas relacionadas às pesquisas em seres humanos.

Para ilustrar essa falsa seguridade ética pós Declaração Universal dos Direitos do Homens, pode-se citar o trabalho de Henry Beecher, intitulado “*Ethics and Clinical Research*”, publicado no *The New England Journal of Medicine*, em 1966. Nesse artigo, Beecher cita 22 exemplos de tratativas médicas questionáveis à luz das diretrizes bioéticas propostas à época, principalmente sobre “experimentos em pacientes, não para seu benefício próprio, mas para, pelo menos em teoria, pacientes em geral” (tradução livre). Em conclusão, Beecher aponta a importância de se obter o consentimento do paciente, sem suprimir informações sobre o que será administrado e sobre os riscos da pesquisa, para que a decisão de participar ou não possa ser tomada de maneira clara e honesta.

Em 1964, a Associação Médica Mundial — uma organização independente que agrupa associações médicas de várias nacionalidades, criada com o objetivo de garantir a independência e o trabalho médico no mais alto padrão ético possível — instituiu a Declaração de Helsinki, que teve importância mundial devido à conquista de um consenso sobre os padrões

de ação éticos na relação médico-pesquisador/paciente-voluntário, servindo como guia para experimentação em humanos (DINIZ; CORRÊA, 2001). Essa declaração passou por ajustes ao longo do tempo, mas seu cerne preocupado com ser humano como objeto de estudo permanece.

Na década de 1970, surgiu um outro grande marco da história da Bioética: o relatório criado pela “Comissão Nacional para a Proteção de Sujeitos Humanos na Pesquisa Biomédica e Comportamental” nos Estados Unidos. O Relatório de Belmont, redigido em 1978 e publicado em 1979, estabelece os três princípios éticos para a pesquisa em seres humanos: o **respeito pelas pessoas**, a **beneficência** e a **justiça**.

O **respeito pelas pessoas** implica em duas convicções éticas: i) as pessoas devem ser tratadas como autônomas (indivíduo capaz de deliberar e visualizar objetivos através dessa deliberação); ii) as pessoas que possuem autonomia reduzida (vulneráveis) devem ser protegidas. O relatório expressa claramente a necessidade de consentimento esclarecido por parte do voluntário da pesquisa. A **beneficência**, no relatório, é tratada como a obrigatoriedade das premissas de não prejudicar, maximizar possíveis benefícios e minimizar riscos. Dessa forma, o relatório acrescenta ao sentido da palavra beneficência, de apenas buscar gentileza e caridade, e expressa claramente a necessidade de predizer e evitar riscos na busca pelo aprimoramento científico (muito similar às ideias descritas nos textos de Potter, de 1971). Por fim, a **justiça** denota a necessidade de equidade dos benefícios gerados nas pesquisas (todos devem usufruir) e cuidado na seleção de voluntariado, selecionando-o não pela disponibilidade (pessoa vulnerável, manipulável, de baixo acesso a recursos), mas sim por razões diretamente relacionadas ao problema a ser estudado.

Concomitante à criação do Relatório de Belmont, ocorre a publicação da “*Encyclopedia of Bioethics*”, em 1978, pelo *Kennedy Institute of Ethics*. A enciclopédia, segundo Lopes (2014), é uma coletânea de artigos escritos por vários autores e tornou-se referência na área de bioética. Em sua primeira edição, a bioética foi conceituada como “o estudo sistemático da conduta humana na área das ciências da vida e da atenção à saúde, enquanto essa conduta é examinada à luz de princípios e valores morais”. Houve mais duas edições desta obra, uma em 1995 e outra em 2004, ambas acrescentando novas linhas de valores e questionamentos bioéticos, contribuindo assim na ampliação do pensamento crítico e princípios morais norteadores da vida humana, social e científica (AGUIAR; COSTA, 2020).

Em 1979, ocorre a publicação da primeira edição do livro “*Principals of Biomedical and Ethics*”, por Beauchamp e Childress (2002), que traz a conceituação de bioética

principalista (principalismo), que se baseia em princípios, ou seja, “normas morais centrais, com base nas quais se procede ao julgamento da eticidade de uma ação” (REGO; PALÁCIOS; SIQUEIRA-BATISTA, 2009). Em seu trabalho, Beauchamp e Childress aprimoram os três pilares normativos do Relatório de Belmont. Eles transformam o princípio do **respeito pelas pessoas** em princípio da autonomia, focando na possibilidade de livre escolha e consentimento dos pacientes/voluntários; desdobram o princípio da **beneficência** em beneficência e não-maleficência, vinculando aos profissionais da saúde e pesquisadores a obrigação de não causar nenhum dano intencionalmente, fazer o bem em prol individual ou geral e delimitar prós e contras consequentes de sua prática médica e de pesquisa; e ressignificam o da **justiça**, focando na visão sobre a quem ou a que irão afetar os princípios citados anteriormente, na busca de uma “divisão de benesses” justa perante a sociedade.

3.3. Bioética no Brasil

No Brasil, a temática da bioética chegou com atraso (GARRAFA, 2000): somente em meados da década de 1990 esse tema passa a aparecer em publicações brasileiras. Revistas como “*Bioética*” e “*O Mundo da Saúde*” são exemplos de meios que traziam periodicamente, no país, artigos sobre bioética. Em 1995, foi fundada a **Sociedade Brasileira de Bioética (SBB)**, que realizou até o momento 15 congressos nacionais de bioética nas cidades de São Paulo (1996, 2007 e 2021), Brasília (1998 e 2011), Porto Alegre (2000), Brasília (2002 e 2017), Recife (2004), Foz do Iguaçu (2005), Búzios (2009), Florianópolis (2013), Curitiba (2015), Goiânia (2019) e Vitória (2023). A SBB possui boletins periódicos com divulgação de material sobre o estudo da bioética no mundo (o último é de abril de 2021). Em 1996, foi criada, pelo Conselho Nacional de Saúde, e vinculada ao Ministério da Saúde, a **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)**, que contribuiu para que questões éticas aplicadas na área da saúde fossem tratadas com maior rigor em território nacional. Essa comissão é encarregada de controlar e analisar eticamente protocolos de pesquisas em seres humanos (incluindo áreas temáticas especiais como genética humana, reprodução humana, populações indígenas e pesquisas de cooperação internacional). Além disso, coordena o Sistema CEP/Conep. Esse sistema é formado pela Conep (instância máxima) e pelos CEP (Comitês de Ética em Pesquisa), instâncias regionais que são responsáveis pelos protocolos de pesquisa com complexidade baixa e média, servindo como porta de acesso a todos os projetos de pesquisa que envolvam seres humanos. No site do Conep, observa-se o seguinte trecho:

Para ser ética, a pesquisa precisa:

Respeitar o participante da pesquisa em sua dignidade e autonomia, reconhecendo sua vulnerabilidade, assegurando sua vontade de contribuir e permanecer, ou não, na pesquisa, por intermédio da manifestação expressa, livre e esclarecida; Ponderar entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos; Garantir que danos previsíveis sejam evitados; e Ter relevância social, o que garante a igual consideração dos interesses envolvidos, não perdendo o sentido de sua destinação sócio humanitária.

(CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Conselho Nacional de Saúde: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep/>. Acesso em: 01 set. 2023).

Esse trecho reforça o principalismo biomédico, focado nos princípios bioéticos nas tratativas biomédicas. Essa ideia difere da visão propagada na década de 70, por Potter, mais preocupada com uma bioética voltada não só para o ser humano nem para o individual, mas também para o meio ambiente e para as relações e cuidados que o ser humano deve ter para com ele (bioética global).

Por fim, é importante ressaltar a criação, pela lei nº 11.105, de 24 de março de 2005 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CNTBio). Essa comissão está vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e analisa, media e regula questões referentes a OGMs (organismos geneticamente modificados), como construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte.

3.4. Bioética na Educação Brasileira

Considerando que a bioética envolve a construção de pensamento crítico relativo à sociedade, podemos encontrar respaldo a ela na Lei Nº 9394 (Lei de Diretrizes e Bases), de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Em seu artigo 35, tratando do Ensino Médio, a lei diz o seguinte:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, **incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;**

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, Art. 35. Grifo nosso.)

Esse artigo da LDB se conecta com a ideia de que o ensino deve levar em consideração não só a linguagem a ser ensinada, com a elucidação de termos específicos das disciplinas, mas também a relação do indivíduo como participante da sociedade e da natureza, com capacidade de refletir a respeito dos valores éticos e dilemas morais que surgem no decorrer da história. O ensino deve considerar que o estudante é um cidadão capaz de refletir, por exemplo, sobre como os avanços científicos podem influenciar a forma como as pessoas se alimentam, como se reproduzem e como interagem com o ambiente; em resumo, uma pessoa que busque compreender a ética a respeito dos avanços tecnológicos aplicados à vida — ou seja, bioética.

A bioética hoje tem ênfase no ensino superior, em nível de graduação e pós-graduação (FISCHER, 2017). No entanto, existe também o reconhecimento de que este tema deve ser tratado na educação básica, não necessariamente como uma matéria específica, mas de maneira inter e transdisciplinar, para colaborar na formação completa, consciente e crítica do alunado, estimulando a reflexão e favorecendo o aprimoramento moral (FISCHER, 2017).

A inserção do campo da bioética na educação pode ser justificada ainda pela linha de orientação do relatório de 2010, em publicação para a Unesco, da Comissão Internacional sobre

Educação para o Século XXI, o qual traz os pilares do processo educacional: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver e aprender a ser. Esse relatório demonstra o rompimento com o tradicional “professor somente ensina, aluno somente aprende”, pois mostra que o aprender é uma situação para toda a vida, maior do que a bilateralidade professor-aluno, mas multilateral, onde professor ensina aluno, aluno ensina professor e a vida em convívio social ensina a todos. Pode-se dizer que isso corrobora com os dizeres de Paulo Freire, que critica o que chama de “educação bancária” (ou “depositária”), numa analogia em que o aluno é um simples receptor e depósito de conhecimento da entidade professor, ao invés de um ser pensante e questionador (FREIRE, 1987). Esta abordagem foi incorporada em documentos oficiais da educação brasileira: DCN (Diretrizes Curriculares Nacionais); PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais – ensino básico) e PCN+ (voltada ao Ensino Médio). Apesar da bioética não estar explicitamente citada nesses documentos, pode-se extrair seu caráter interdisciplinar e de reflexão crítica ao ministrar disciplinas transversais relacionadas a direitos humanos e formação cidadã.

Outro documento, este com caráter de lei, que não cita diretamente “bioética”, mas demonstra em seu texto um cuidado implícito com o tema, é a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) do Ensino Médio, “prevista na Constituição de 1988, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, e no Plano Nacional de Educação, de 2014”. Na BNCC do Ensino Médio, objeto focal deste trabalho, a Biologia está incluída na denominada “Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, juntamente com Física e Química. O parágrafo inicial do texto traz o seguinte:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, **bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias**. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 537. Grifo nosso.)

Esse trecho demonstra que o documento possui intenção de tornar o ensino contextualizado e crítico-reflexivo acerca dos assuntos que tangenciam as matérias do Ensino Básico, não só nos objetos relativos à linguagem biológica em si, com conceitos e elaborações de temáticas, mas também no olhar para o mundo corrente, com suas questões socioeconômicas,

políticas, éticas e ambientais. Mostra ainda preocupação sobre como o estudante enxerga, interpreta e transmite suas reflexões e sobre como atua perante essas mesmas questões no decorrer de suas vidas, como externado nos trechos seguintes da BNCC:

[...] formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e **tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes** na identificação e solução de situações-problema. [...] (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 537. Grifo nosso.)

[...] Por fim, e em conformidade com a própria natureza da área no Ensino Médio, a BNCC propõe que **os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das tecnologias**, tanto no que concerne aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual como também em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico. [...] (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 539. Grifo nosso.)

A BNCC nos traz competências específicas e habilidades que todo aluno do ensino médio deve ter ao finalizar este processo. As competências específicas são três:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global.
2. Construir 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 decisões éticas e responsáveis**.
3. Analisar 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). (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 539. Grifo nosso.)

Dentre essas três competências, a segunda e a terceira se destacam por um olhar mais atento à bioética, principalmente quando analisamos suas habilidades propostas. As habilidades de cada uma dessas competências demarcam um norte sobre qual o currículo deve ser ministrado no ensino médio. Apesar de os textos serem um tanto vagos e de cunho geral, como será mostrado adiante, pode-se extrair a possibilidade de tratar a bioética em grande parte do currículo.

Na competência específica 1, pode-se destacar, na seguinte habilidade, a possibilidade de tratar a bioética no uso indiscriminado de agrotóxicos e seus impactos para o ser humano e para o ambiente:

(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos. (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 541).

Na competência específica 2, pode-se destacar, nas seguintes habilidades, a possibilidade de tratar a bioética no que diz respeito ao impacto do ser humano nele próprio e no meio ambiente, causado por tecnologias provenientes do acúmulo de conhecimento sobre a realidade e o uso irrestrito desse conhecimento:

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

(EM13CNT206) Justificar 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. (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 543).

Na competência específica 3, pode-se destacar, nas seguintes habilidades, a possibilidade de tratar a bioética no que diz respeito ao uso de tecnologias relacionadas à engenharia genética (transgênicos na agricultura, clonagem, uso de células-tronco, manipulação gênica de animais), aos movimentos anticientíficos e à maneira como os temas relacionados às Ciências da Natureza são divulgados ao conhecimento do público. Destaca-se também a possibilidade de questionar o uso de conhecimentos científicos como justificativa de ações negativas às sociedades e aos direitos individuais e coletivos de seus cidadãos (darwinismo social e eugenia, por exemplo):

(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.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, 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, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, 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 para promover a equidade e o respeito à diversidade. (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 545).

O texto de elaboração da competência específica 3 fala ainda sobre a preocupação com a informação que é acessada pelos estudantes, relacionando a geração de informação e conhecimento pela humanidade, os meios pelos quais esse conhecimento é acessado e a necessidade da reflexão e possível atuação perante os dilemas éticos passados, presentes e futuros:

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que os permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade. [...] Na mesma direção, explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade. A compreensão desses processos é essencial para um debate fundamentado sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas e suas implicações éticas, morais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para a humanidade e o planeta. [...] (BRASIL. Ministério da Educação, 2018, p. 544).

Pode-se então, pelo apresentado, se utilizar da BNCC como justificativa para a inserção da temática bioética e seu caráter crítico-reflexivo no ensino médio.

3.5. Livros Didáticos

A bioética pode ser trabalhada em sala de aula a partir de diversos temas. Discussões poderiam ser geradas, por exemplo, a partir dos seguintes questionamentos: quais efeitos colaterais podem ser previstos em uma sociedade na qual a manipulação gênica tem forte atuação em métodos de reprodução humana assistida? Seria esse um mecanismo para a normalização da eugenia, que foi uma das justificativas para a 2ª Guerra Mundial? Qual seria o impacto dessas técnicas para a evolução biológica da humanidade? Como ficaria a variabilidade genética das populações humanas? Existiria a possibilidade de surgimento de novas doenças relativas à baixa variabilidade, ou estaria essa sociedade se tornando mais “imune”?

São questionamentos como esses que o presente trabalho buscou nos livros didáticos desenvolvidos para o programa do Novo Ensino Médio. Esse projeto mudou a LDB de 1996 através da Lei nº 13.415/2017, que alterou o tempo mínimo de permanência do estudante na escola de 800 para 1000 horas anuais, com o prazo para que isto ocorra em toda esfera nacional até o ano de 2022. A base norteadora desta mudança no currículo é a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), que elabora conhecimentos essenciais, habilidades, competências e aprendizagens pretendidas aos estudantes do Brasil, tanto da rede pública quanto da privada. Na BNCC, o tempo de duração do Ensino Médio deve ser de 1800 horas anuais, o que, em relação à Lei do Novo Ensino Médio, acrescenta 800 horas de estudo, que serão preenchidas pelos denominados “itinerários formativos”. Esses itinerários são um conjunto de disciplinas,

projetos, oficinas, núcleos de estudo, dentre outros, que os alunos poderão escolher ao ingressar no Ensino Médio. Eles aprofundam-se em 5 áreas: Matemáticas e suas Tecnologias; Linguagens e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Formação Técnica Profissional – FTP, com autonomia das redes de ensino para escolher quais e como ofertar tais áreas.

Não é objetivo deste trabalho fazer uma crítica a respeito do Novo Ensino Médio e de que forma esse programa pode influenciar a educação do país em si, mas sim promover uma análise sobre o material didático que este programa proporcionou aos estudantes que obtiveram a coleção de livros analisada. Em específico, este trabalho analisa como os livros didáticos abordam a bioética associada a temas relevantes à construção de um estudante crítico perante sua realidade.

A origem do livro didático na Educação Básica brasileira se dá com a constituição da Comissão Nacional do Livro Didático (1938), durante o período do Estado Novo (NILLES; LEITE, 2023). Desde então, o LD representa porção de grande relevância e importância para a dinâmica de ensino nas escolas brasileiras. Segundo Rosa (2018), “ao longo do tempo sempre houve um LD para todas as áreas de conhecimento, em acordo com o modelo de currículo no formato de disciplinas que ainda vivenciamos na cultura escolar nos dias atuais”. O LD serve de material base para professores prepararem aulas e como fonte de informação teórica para estudantes de todas as séries, validando assim o conhecimento científico nas escolas. São materiais de construção complexa, não só pela acuidade científica, mas também pela quantidade de entidades que influenciam na produção, “tais como o governo e os órgãos oficiais, as instituições de ensino superior, seus autores, suas editoras e, ainda, os coordenadores, professores e alunos que os escolhem, adotam e usam, ressignificando-os durante as atividades escolares.” (GOMES; SELLES; LOPES, 2013).

Atualmente, o governo brasileiro se utiliza do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), antiga Comissão Nacional do Livro Didático, que tem por função:

avaliar e disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e também às instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público (BRASIL. Ministério da Educação. PNLD 2017).

Com a junção das funções de aquisição e distribuição através do Decreto nº 9.099 de 18 de julho de 2017, o PNLD, financiado pelo FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), promove a possibilidade de acesso a todos os estudantes da educação básica pública aos livros didáticos que as escolas participantes do programa julguem mais relevantes ao seu escopo de ensino. Deve-se ressaltar que o FNDE, atualmente, é responsável pela compra e distribuição dos LD às escolas cadastradas pelo censo escolar.

Segundo Rosa (2017), existem problemas no PNLD que devem ser levados em consideração, como: distribuição comprometida; falhas no acesso das secretarias de educação ao sistema para solicitar livros; dificuldades do Governo Federal no processamento dos pedidos (de caráter burocrático e funcional); falhas no repasse de verbas para as instâncias municipais, estaduais e federais e na comunicação entre a União, estados e municípios.

Ainda assim, o PNLD é uma ferramenta de grande valia para assegurar o direito dos estudantes das redes públicas ao LD. De acordo com o site oficial do Governo Federal (www.gov.br), a previsão de distribuição de LD em 2022 (com a referências dos livros aprovados pelo PNLD em 2021) foi de 150 milhões de obras, para o benefício de 30 milhões de estudantes de 140 mil escolas públicas do país. Esses são dados expressivos, demonstrando o esforço do Estado para dar acesso a material didático em todo o país.

Em contraponto, a centralização do PNLD pela União pode trazer generalização e falta de regionalidade ao material fornecido. Devido a isso, os livros didáticos podem falhar ao apresentarem contextos que não fazem parte do cotidiano dos estudantes e professores. Essa falha na representação pode contribuir para uma aprendizagem não significativa, distanciando o aluno de uma análise crítica e autônoma sobre sua própria realidade. Logo, apesar de termos grande acesso a LDs em todo território nacional, auxiliando no trabalho de democratização do conhecimento, pode-se criar um problema de identidade do material.

Segundo Ausubel (AUSUBEL, 1968 apud COSTA JÚNIOR, J. F., 2023), para que ocorra aprendizagem significativa, é necessário que as novas ideias propostas aos alunos encontrem ancoragem nas ideias pré-existentes em sua estrutura cognitiva, para que sejam capazes de tomar o novo conhecimento como relevante, compreendido e contextualizado. Trazendo esse pensamento para o conteúdo do LD, esse poderia se fazer mais significativo ao abordar temas centrais do contexto social do alunado, de forma a exemplificar e ilustrar o conteúdo a ser ensinado, dialogando com o “senso comum” e permitindo que os estudantes interpretem, questionem e construam senso crítico sobre o mundo. Como diz Pereira (2017),

“no processo de pesquisa e no ensino devemos partir (jamais ficar) do conhecimento imediato (senso comum), buscando sua superação, não sua ruptura”.

Tendo em vista que muitos locais não são contemplados com infraestrutura ideal e atualizada em suas escolas (*e.g.* computadores, acesso à internet, laboratórios ou espaços para práticas educativas menos tradicionais), o LD se faz valer como ferramenta ímpar para a educação dos brasileiros (ROSA, 2017). Logo, análises se fazem necessárias para averiguar de que forma essas obras auxiliam e impactam no dia a dia em sala de aula.

4. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho analisou qualitativamente os capítulos referentes à Biologia nos seis volumes da Coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias (AMABIS *et al.*, 2020). Esses foram os livros mais distribuídos do PNLD 2021 nas escolas públicas federais das cidades mais populosas do Brasil (IBGE, 2022), conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Livros disponibilizados nas cidades mais populosas do Brasil

Título	Editora	SÃO PAULO	RIO DE JANEIRO	BRASÍLIA	FORTALEZA	SALVADOR	BELO HORIZONTE	MANAUS	CURITIBA	RECIFE	GOIÂNIA	Somatório
Coleção CIÊNCIAS DA NATUREZA – LOPES & ROSSO	EDITORA MODERNA LTDA	8766	0	0	3359	4752	0	0	0	0	0	16877
CONEXÕES - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS		5960	0	0	0	0	0	1208	0	0	507	7675
Coleção MODERNA PLUS – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS		22802	10085	1500	0	0	0	1304	0	4328	0	40019
Coleção DIÁLOGO – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS		4858	0	555	0	0	0	0	0	0	0	5413
MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA	EDITORA FTD S.A.	16602	534	564	0	0	0	0	0	0	343	18043
Coleção SER PROTAGONISTA CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	EDICOES SM LTDA.	4261	174	1674	0	0	0	0	0	0	0	6109
MATÉRIA, ENERGIA E VIDA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR	EDITORA SCIPIONE	3888	5088	0	0	728	1074	0	0	850	0	11628
Somatório		67137	15881	4293	3359	5480	1074	2512	0	5178	850	105764

Fonte: O autor, 2023.

Relação das coleções de Ciências Naturais e suas Tecnologias disponibilizadas e a quantidade de livros distribuídos pelo PNLD 2021 nas escolas públicas federais das cidades mais populosas do país. Destaca-se a Coleção Moderna Plus, com maior efetivo distribuído, num total de 40.019 livros didáticos.

Constituem a coleção os seguintes volumes:

- Volume 01 – O Conhecimento Científico;
- Volume 02 – Água e Vida;
- Volume 03 – Matéria e Energia;
- Volume 04 – Humanidade e Ambiente;
- Volume 05 – Ciência e Tecnologia;
- Volume 06 – Universo e Evolução.

Em cada volume, foram analisados os seguintes capítulos:

- Volume 01: Capítulos 01 (O Conhecimento científico e as Ciências da Natureza), 05 (Níveis de organização da vida e classificação biológica), 07 (Citologia I: membrana

- celular e citoplasma), 08 (Citologia II: núcleo celular, cromossomos e mitose) e 13 (Reprodução, meiose e embriologia animal);
- Volume 02: Capítulos 01 (Os seres mais simples: vírus, bactérias, arqueas, protoctistas e fungos), 02 (Anatomia e fisiologia das plantas), 04 (Reprodução das plantas e hormônios vegetais) e 05 (Anatomia e fisiologia dos animais);
 - Volume 03: Capítulos 02 (Metabolismo energético), 07 (Fluxo de energia e ciclos da matéria na natureza), 08 (Fisiologia humana: digestão, respiração, circulação do sangue e excreção) e 12 (Integração e controle do corpo humano);
 - Volume 04: Capítulos 01 (Relações ecológicas), 05 (Dinâmica das populações e sucessão ecológica), 09 (Poluição ambiental e reciclagem), 11 (Reprodução humana) e 12 (Sustentabilidade ambiental);
 - Volume 05: Capítulos 01 (As leis da herança), 02 (Bases cromossômicas da herança), 03 (O código genético e a síntese de proteínas), 10 (Genética e biotecnologia na atualidade) e 12 (Nanotecnologia);
 - Volume 06: Capítulos 01 (Origens do Universo, do Sistema Solar e da vida na Terra), 03 (Fundamentos da evolução biológica), 09 (A formação de novas espécies e dos grandes grupos de seres vivos) e 10 (Evolução humana).

A metodologia proposta por Laurence Bardin (2020) foi escolhida como base para a análise dos capítulos dos livros didáticos. A leitura de seu livro *Análise de Conteúdo* (2020), demonstrou que esse método seria eficiente para a separação, organização e interpretação das mensagens propostas por Amabis e colaboradores nos capítulos analisados.

Segundo Bardin (2020), a análise qualitativa “recorre a indicadores não frequenciais suscetíveis de permitir inferências”, como, por exemplo, ausência e presença de determinado parâmetro pré-estabelecido. Ainda de acordo com Bardin (2020), a análise qualitativa se caracteriza pelo “fato da inferência (sempre que é realizada) ser fundada na presença do índice (tema, palavra, personagem, etc.) e não sobre a frequência da sua aparição”, sendo que para a autora, inferências são “variáveis inferidas a partir de variáveis de inferência ao nível da mensagem” — *i.e.*, inferências são as interpretações do significado da mensagem que o autor ou autora quer passar na sua escrita.

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho foi baseada nas etapas da análise de conteúdo exploradas por Bardin (2020), sendo elas:

- Pré-análise;

- Exploração do material;
- Tratamento dos resultados (inferência e interpretação).

A pré-análise teve por objetivo organizar tanto as ideias a respeito do trabalho quanto o material a ser analisado. Essa etapa se dividiu em três momentos propostos por Bardin, que são: i) escolha dos documentos a serem analisados; ii) formulação das hipóteses e iii) objetivos e elaboração de indicadores para fundamentar a interpretação final (pressupostos teóricos).

Como ponto de partida, foi definido o objetivo do trabalho: analisar como a bioética é abordada no Ensino Médio. Em sequência, foi determinado que esta análise seria feita nos livros didáticos propostos ao Novo Ensino Médio de escolas públicas, oferecidos pelo PNLD. O foco seria a temática bioética e sua importância na construção de pensamento crítico dos estudantes a respeito das novas tecnologias e seus impactos na sociedade. Isso foi crucial para que se pudesse, de forma mais clara, buscar o material que seria analisado. A busca foi refinada da seguinte forma:

- Foi definido que, para otimização da análise, os livros deveriam estar disponíveis de forma online;
- Refinou-se então a busca pelos livros didáticos referentes ao itinerário formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias distribuídos em 2022 pelo PNLD nas 10 cidades mais populosas do Brasil, nas escolas públicas federais (a escolha por escolas públicas federais motivou-se pelo montante total de dados a serem analisados, que seria menor, mas representativo). Essa busca foi feita através do site de busca do FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação): <https://www.fnde.gov.br/distribuicaosimadnet/confirmarCancelar>. Nos campos referentes ao refinamento da busca do site, foram utilizadas as opções conforme exemplo a seguir:

Figura 1 – Site do Sistema do Material Didático

SIMAD
Sistema do Material Didático

FNDE

Distribuição
Seleção dos Parâmetros da Consulta

Selecione obrigatoriamente: Ano, Programa, UF, e Município. O nome da Entidade é opcional. Para facilitar a pesquisa, digite código ou parte do nome da Entidade

• Ano Programa: 2022
 • Programa: PNLD
 Esfera: ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA FEDERAL
 Tipo de Entidade: TODOS
 Localização: TODAS
 • UF: RJ
 • Município: RIO DE JANEIRO
 Critério: [+]
 Código:
 Entidade:

Fonte: <https://www.fnde.gov.br/distribuicaoosimadnet/confirmarCancelar>, 2023.

Página do site do FNDE para busca dos materiais didáticos distribuídos no país.

- Após análise e definição da coleção mais distribuída pelas cidades mais populosas do Brasil — a Coleção MODERNA PLUS: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS —, foi feito o download de toda a coleção, que está disponível gratuitamente no site da Editora Moderna: <https://pnld.moderna.com.br/ensino-medio/obras-didaticas-area-de-conhecimento-ciencias-da-natureza/>.

Após escolha da coleção a ser analisada, foram definidas as unidades de registro (Tabela 2):

Tabela 2: Palavras, expressões e siglas utilizadas como unidades de registro:

<ul style="list-style-type: none"> • Bioética • Ética • Éticas • Engenharia Genética • CRISPR* • Endonucleases de restrição • Endonuclease de restrição • Terapia gênica 	<ul style="list-style-type: none"> • Transgênicos • Transgênico • Transgênicas • Transgênica • Clonagem • Clone • Clones • Melhoramento Genético 	<ul style="list-style-type: none"> • OGM** • OGMs*** • Organismo Geneticamente Modificado • Organismos Geneticamente Modificados • Aborto • Abortos • Célula-tronco • Células-tronco
<ul style="list-style-type: none"> • Agrotóxico • Agrotóxicos • Defensivo Agrícola • Defensivos Agrícolas • Pesticida • Pesticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Praguicida • Praguicidas • Fungicida • Fungicidas • Inseticida • Inseticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Eugenia • Eugenista • Darwinismo Social • Manipulação Gênica • Manipulação Genética • Manipulação de Genes

Fonte: O autor, 2023.

* CRISPR - *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (Conjunto de repetições palindrômicas curtas regularmente espaçadas); ** OGM – Organismo Geneticamente Modificado; *** OGMs – Organismos Geneticamente Modificados.

Tais unidades de registro foram idealizadas a partir de leitura sobre bioética e sua relação com questionamentos a respeito de inovações no campo da biotecnologia no século XXI. Para exemplificar, pode-se citar os trabalhos de: Bolsanello e suas reflexões a respeito da repercussão do darwinismo social e eugenia na sociedade e educação brasileira (BOLSANELLO, 1996); Barth, com breve histórico da Engenharia Genética e seus impactos bioéticos na humanidade (BARTH, 2005); Sanches e Souza, trazendo a importância da aproximação da Bioética para a área da Educação (SANCHES; SOUZA, 2008); Garrafa e Pires, sobre a percepção de professores sobre a inserção de Bioética no Ensino Médio (GARRAFA; PIRES, 2011); Paixão Junior e Pereira Junior, em reflexões a respeito do uso de transgênicos e soberania alimentar (PAIXÃO JUNIOR; PEREIRA JUNIOR, 2016); Silva e Maciel, uma aplicação de sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos (SILVA; MACIEL, 2018); e Farias, Junior e Biasoli, relacionando bioeticamente manipulação gênica e eugenia (FARIAS; BORILE JUNIOR; BIASOLI, 2022). Trabalhos como esses auxiliaram na percepção das reflexões a respeito de temas relacionados com as unidades de registros citadas na tabela acima, levando às suas escolhas como palavras-chave para guiar a leitura do material.

Essas unidades de registro, de acordo com Bardin (2020) “são a unidade de significação a codificar e corresponder ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base”. A codificação, segundo Bardin, corresponde a uma transformação dos dados brutos do texto em representação da expressão de seu conteúdo. Isso possibilita a descrição e o esclarecimento a respeito do que está sendo escrito no material analisado. Logo, foram escolhidas unidades de registro de caráter linguístico: palavras-chave. A escolha das palavras-chave foi baseada na pertinência perante a temática escolhida para análise (BARDIN, 2020). Essa temática refere-se à correlação das palavras-chave escolhidas e a resposta de dois questionamentos principais:

- 1) Qual é a aplicabilidade da tecnologia, técnica ou procedimento apresentado no texto do livro em relação ao contexto do estudante?

Aqui, buscou-se saber quais tecnologias ou técnicas são apresentadas nas unidades de contexto demarcadas e de que forma o texto as apresenta, se meramente informativa ou com a preocupação de demonstrar sua presença no cotidiano do estudante.

- 2) Quais os impactos bioéticos socioambientais (ser humano e meio ambiente) que tais tecnologias ou técnicas podem causar?

Aqui, buscou-se o questionamento a respeito da relação das tecnologias e técnicas com a ética envolvida em sua criação, aplicação e resultados.

As palavras-chave tidas como unidades de registro funcionaram para que, a partir delas, se extraísse o contexto no qual elas estavam inseridas. Pela metodologia de Bardin, chama-se de unidade de contexto o trecho extraído do texto analisado que contém as unidades de registro, servindo “de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 2020). Logo, utilizou-se palavras-chave como indicadores de trechos do texto dos livros didáticos para que assim se pudesse extrair o contexto e o sentido do que se lia.

Após esse passo, iniciou-se a exploração do material, a partir de leitura flutuante (um primeiro contato, primeira leitura) para familiarização com o material e busca pelas unidades de registro escolhidas para análise. Como os livros didáticos analisados possuem divisão de capítulos com matérias variando entre Biologia, Física e Química, o foco da leitura se deu nos capítulos voltados para a primeira, pois é o material base utilizado por alunos e professores

nessa disciplina. As unidades de registro foram destacadas no texto e os parágrafos (unidades de contexto) nos quais elas apareciam foram extraídos e separados em documento de Word. Posteriormente, foram analisados o contexto e o sentido em que essas unidades de contexto foram utilizadas.

Para organizar os resultados, as unidades de registro, juntamente com as unidades de contexto, foram dispostas conforme aparecem na continuidade do livro, respeitando a ordem de paginação, da menor para a maior.

Relativo a cada página, foram expostas as palavras-chave (unidades de registro), juntamente com a quantidade de vezes que apareciam. A localização no texto também foi descrita, com a informação do capítulo, tópico, subtópico, sessão ou questão referentes, conforme exemplo a seguir:

- Página 156: Encontradas 06 (seis) referências diretas à unidade de registro **Células-tronco** e 01 (uma) referência à **Ética**. Capítulo 13 - Reprodução, Meiose e Embriologia Animal – em elaboração de sessão intitulada “Atividade em grupo”:

Em seguida, colocou-se o(s) quadro(s) destacado(s) para análise, conforme o exemplo abaixo. Esses quadros separam unidades de contexto que pertencem a parágrafos e diagramação próximas, a fim de facilitar a interpretação da mensagem que os autores se propuseram a passar.

QUADRO 13

Sua primeira tarefa é pesquisar em sites confiáveis da internet sobre tratamentos efetivamente comprovados com a utilização de **células-tronco**. A Sociedade Internacional para a Pesquisa com **Células-Tronco** (ISSCR, na sigla em inglês) mostra-se preocupada com o aumento da oferta de terapias com **células-tronco** antes de se constatar se elas realmente funcionam ou se têm contraindicações (se desejar, consulte o site <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/brasil-vai-ganhar-banco-de-celulas-tronco-cobrindo-90-da-populacao/>>, acesso em: 30 abr. 2020, para iniciar as pesquisas).

Forme um grupo de colegas para discutir e responder às questões a seguir.

a) Segundo as pesquisas que foram feitas por seu grupo, é possível acreditar na perspectiva terapêutica das **células-tronco**?

b) Com relação à maneira de se obter **células-tronco** comentada na introdução do capítulo, qual é a posição **ética** dos membros do grupo sobre o tema? É eticamente correto obter **células-tronco** de embriões gerados por fecundação in vitro e que seriam descartados? Se o tema despertar interesse e divergência de opiniões, considere a possibilidade de agregar todas as pessoas de sua classe no debate e divulgar as discussões em uma mídia social. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Ao analisar as unidades de contexto com os questionamentos que norteiam a análise do conteúdo em mente, pode-se chegar a conclusões mais assertivas sobre como os livros tratam as tecnologias e seus impactos no mundo — *i.e.*, se os livros trazem o contexto social e os impactos que novas tecnologias podem causar à humanidade e ao meio ambiente ou se trazem apenas conceitos e explicações técnicas sem o devido debate. Em outras palavras, analisou-se a mensagem transmitida aos alunos pelos livros didáticos analisados. Essa mensagem é “o material, o ponto de partida e o indicador que possibilita a análise de conteúdo” (BARDIN, 2020). Para essa autora, “a análise de conteúdo fornece informações suplementares ao leitor crítico de uma mensagem para saber mais sobre o texto (sobre o quê e sobre quem, e porque, se poderá centrar a análise de conteúdo)”.

Para que ocorra a passagem de informações entre emissor e receptor através da mensagem, Bardin traz dois níveis de análise:

- O código: indicador capaz de revelar verdades subjacentes;
- A significação: a análise de conteúdo pode realizar-se a partir das significações que a mensagem fornece.

Neste trabalho, utilizou-se as unidades de registro (palavras) para buscar o código a ser decifrado nas unidades de contexto (parágrafos) que continham significação passível de extração. Com isso, pôde-se analisar a mensagem que os livros didáticos passam aos estudantes. Bardin (2020) nos diz que “os códigos contêm, suportam e estruturam esta significação. A própria significação (primária) pode sustentar outras secundárias”. Aqui, interpreta-se como significação primária a mensagem que os autores transmitem em seu texto, seja ela de caráter informativo ou reflexivo. A significação secundária, por sua vez, pode ser explicada como as diferentes interpretações que podem ser obtidas de diferentes leitores (vivências diferentes podem levar a interpretações diferentes).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos textos de apresentação dos volumes da coleção (página 03 em todos), os autores deixam claro que “eliminaram excesso de detalhes” e que “atendendo às diretrizes da BNCC, a quantidade de conteúdos formais foi substancialmente reduzida”. Isso, segundo os autores, se justifica na intenção de “dar prioridade a uma educação científica mais realista e útil para a formação cidadã necessária a todos”. Para superar a redução de conteúdos formais, os autores escrevem que aumentaram atividades individuais e em grupo (sugestões de atividades), “focalizando a participação dos estudantes na pesquisa, na reflexão e na interação com os problemas cruciais que nos atingem”.

Depois da apresentação, os livros passam para a seção “Conheça seu livro” (páginas 04 e 05), na qual demonstram de que forma cada capítulo da obra se estrutura, com breve explicação sobre cada divisão. O texto a seguir foi retirado diretamente dos livros:

- **Abertura:** a abertura apresenta temas relacionados às Ciências da Natureza e indica os assuntos que serão abordados em cada capítulo;
- **Atividade prática:** atividades práticas que buscam abordar aspectos das Ciências da Natureza, como observação, investigação e formulação de hipóteses;
- **Em destaque:** Textos de outras mídias com informações complementares aos assuntos tratados no capítulo;
- **Exercício resolvido:** Exemplos de aplicação da teoria apresentados ao longo do capítulo;
- **Atividade em grupo:** Atividades que estimulam o trabalho em grupo e favorecem o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, argumentação, comunicação etc.;
- **Dialogando com o texto:** Atividades ou informações diretamente relacionadas ao conteúdo que visam acentuar a interatividade entre o estudante e o capítulo;
- **Aplicando conhecimentos:** atividades para verificação e assimilação de conceitos apresentados no capítulo;
- **Produzindo mídias digitais:** Sugestões de como produzir e transmitir informações confiáveis por meio de algumas mídias digitais;
- **Por dentro da BNCC:** A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é um documento que apresenta as aprendizagens essenciais a que todos os estudantes do Brasil devem ter acesso durante a Educação Básica. Esses conhecimentos estão estruturados em competências gerais, específicas e habilidades. Na tabela apresentada nas páginas

iniciais do livro, você pode conhecer as competências e habilidades que estão sendo mobilizados no livro.

Nas páginas 06 e 07, os livros trazem um resumo de como produzir mídia digitais, com enumeração de exemplos e breves passo-a-passos de como produzi-las. As páginas 10, 11 e 12, descrevem as competências gerais, específicas e habilidades da BNCC utilizadas em cada volume.

5.1. Unidades de contexto relativas à BNCC:

Por conterem unidades de registro semelhantes (ética e éticas) e pertencerem a textos que descrevem competências e habilidades da BNCC, as unidades de contexto seguintes foram separadas dos demais quadros analisados. A numeração dos quadros seguiu a ordem na qual foram observadas, seguindo a paginação de cada volume (menor para maior).

- Volume 01: O Conhecimento Científico

- Página 10: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** nas competências da BNCC, referente à Competência Específica 2:

QUADRO 01

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.

- Página 11: Encontradas 04 (quatro) referências diretas à unidade de registro **Ética** nas competências específicas e habilidades da BNCC, referentes às Ciências Humanas e Sociais, Linguagens e suas Tecnologias:

QUADRO 02

EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 03

Competência específica 3: Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

QUADRO 04

EM13CHS304: Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a **ética** socioambiental e o consumo responsável.

QUADRO 05

Competência específica 3: Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, **ética** e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

- Página 12: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** na Competência Específica 7, de Linguagens e suas Tecnologias:

QUADRO 07

Competência específica 7: Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, **éticas** e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva.

- Volume 02: Água e Vida

- Página 10: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** nas competências da BNCC, referente à Competência Específica 2:

QUADRO 16

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.

- Página 11: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Ética** nas competências específicas e habilidades da BNCC, referentes às Ciências Humanas e Sociais, que foram utilizadas neste livro.

QUADRO 17

EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 18

Competência específica 3: Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

QUADRO 19

EM13CHS304: Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a **ética** socioambiental e o consumo responsável.

- Página 12: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** na Competência Específica 7, de Linguagens e suas Tecnologias:

QUADRO 21

Competência específica 7: Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, **éticas** e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva.

- Volume 03: Matéria e Energia

- Página 10: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** nas competências da BNCC, referente à Competência Específica 2:

QUADRO 25

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.

- Página 11: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Ética**, nas competências específicas e habilidades da BNCC, referentes às Ciências Humanas e Sociais, que foram utilizadas neste livro:

QUADRO 27

EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 28

Competência específica 3: Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

- Página 12: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Ética**, em habilidade de Ciências Humanas e Sociais, competências específicas e habilidade de Linguagens e suas Tecnologias descritas na BNCC utilizadas neste livro:

QUADRO 29

EM13CHS304: Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a **ética** socioambiental e o consumo responsável.

QUADRO 30

Competência específica 3: Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, **ética** e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovamos Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

QUADRO 31

EM13LGG305: Mapear e criar, por meio de práticas de linguagem, possibilidades de atuação social, política, artística e cultural para enfrentar desafios contemporâneos, discutindo princípios e objetivos dessa atuação de maneira crítica, criativa, solidária e **ética**.

- Página 12: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas**, em competência específica de Linguagens e suas Tecnologias da BNCC utilizada nesse livro:

QUADRO 32

Competência específica 7: Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, **éticas** e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva.

- Volume 04: Humanidade e Ambiente

- Página 10: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas** nas competências da BNCC, referente à Competência Específica 2:

QUADRO 33

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.

- Página 11: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Ética**, em competência específica da BNCC relativa a Ciências Humanas e Sociais:

QUADRO 35

Competência específica 3: Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

- Página 12: Encontradas 2 (duas) referências diretas à unidade de registro **Ética** em habilidade de Ciências Humanas e Sociais e competência específica de Linguagens e suas Tecnologias descritas na BNCC:

QUADRO 36

EM13CHS304: Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a **ética** socioambiental e o consumo responsável.

QUADRO 37

Competência específica 3: Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, **ética** e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovamos Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

- Página 12: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas**, em competência específica da BNCC relativa à Linguagem e suas Tecnologias utilizada no livro:

QUADRO 38

Competência específica 7: Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, **éticas** e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva.

- Volume 05: Ciência e Tecnologia

- Página 10: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Éticas** e 01 (uma) à unidade de registro **Ética**, nos parâmetros gerais da BNCC, competências gerais e específicas:

QUADRO 49

Este volume aborda aspectos importantes da interação entre as Ciências da Natureza e suas aplicações tecnológicas, passando por assuntos como nanotecnologia, biotecnologia e aplicações do eletromagnetismo. O assunto mobiliza competências e habilidades da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) que possibilitam aos estudantes reconhecer, estimar e analisar diversas tecnologias do cotidiano que têm base científica. Embora as tecnologias não dependam necessariamente das ciências, essa união tem permitido desenvolver tecnologias aplicadas à saúde, ao mercado de trabalho, aos transportes e a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, apenas para citar algumas áreas importantes. Compreender como o conhecimento científico pode originar e implementar tecnologias bem como procedimentos para analisar e prever seus impactos é importante para uma atuação cidadã consciente e responsável, e para fazer escolhas **éticas** relacionadas ao desenvolvimento e à utilização de novos conhecimentos

QUADRO 50

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 51

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.

- Página 11: Encontradas 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Ética**, em habilidade da BNCC, referente às Ciências Humanas e Sociais:

QUADRO 53

EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

- Página 12: Encontrada 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Ética** e 01 (uma) à unidade de registro **Éticas**, em competência específica de Ciências Humanas e Sociais e em competências específicas de Linguagens e suas Tecnologias, referentes à BNCC:

QUADRO 54

Competência específica 3: Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

QUADRO 55

Competência específica 3: Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, **ética** e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

QUADRO 56

Competência específica 7: Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, **éticas** e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva.

- Volume 06: Universo e Evolução

- Página 10: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Ética** e 01 (uma) à unidade de registro **Éticas**, em competência geral (nº 5) e competência específica 2 da BNCC:

QUADRO 88

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 89

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.

- Página 12: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Ética**, em habilidade e competência específica de Ciências Humanas e Sociais e em competência específica de Linguagens e suas Tecnologias da BNCC:

QUADRO 91

EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e **ética** nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

QUADRO 92

Competência específica 3: Contextualizar, analisar e avaliar criticamente as relações das sociedades com a natureza e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de soluções que respeitem e promovam a consciência e a **ética** socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

QUADRO 93

Competência específica 3: Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, **ética** e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.

Todos os volumes da coleção apresentam, nas páginas 10, 11 e 12, as competências e habilidades da BNCC que foram utilizadas como base para a construção dos livros. Existe uma predominância das unidades de registro “ética” e “éticas”, ressaltando a importância que a

BNCC dá para o ensino que leve à promoção de debates e à construção de um alunado crítico e atuante na sociedade. Porém, como será discutido posteriormente, a presença do texto das competências e habilidades nos livros, por si só, não contribui para esse objetivo. É possível que esses textos estejam presentes somente para consulta dos professores, como uma forma dos autores mostrarem em quais aspectos da BNCC os livros didáticos foram baseados. No entanto, os volumes da coleção, como será demonstrado, não possuem em seu conteúdo a preocupação com o desenvolvimento crítico contextualizado dos discentes, não contemplando satisfatoriamente aos objetivos da BNCC propostos pelas competências e habilidades presentes nos livros.

Ainda sobre adequação à BNCC, pode-se destacar a habilidade EM13CNT304, presente nos seis volumes da coleção, com localização, quantidade e unidade de registro iguais, sendo destacados da seguinte forma:

- Página 11: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Células-tronco**, em habilidade da BNCC de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

QUADROS: 06, 20, 26, 34, 52 e 90.

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.

Tabela 3: Localização dos quadros relativos à habilidade EM13CNT304

VOLUMES	QUADROS EM13CNT304
01 – O CONHECIMENTO CIENTÍFICO	06
02 – ÁGUA E VIDA	20
03 – MATÉRIA E ENERGIA	26
04 – HUMANIDADE E AMBIENTE	34
05 – CIÊNCIA E TECNOLOGIA	52
06 – UNIVERSO E EVOLUÇÃO	90

Fonte: O autor, 2023.

Essa é uma habilidade buscada pela BNCC que converge com o intuito de análise deste trabalho, pois demonstra a necessidade de debate perante as novas tecnologias da área das Ciências da Natureza, suas aplicações e consequências na sociedade. Logo, percebe-se a intenção da BNCC de abordar o campo da bioética (mesmo sem citá-la diretamente) com os alunos e fazer desta uma matéria de discussão.

Abaixo, as unidades de registro, juntamente com as unidades de contexto, foram dispostas conforme aparecem na continuidade do livro, respeitando a ordem de paginação da menor para a maior.

5.2. Volume 01: O Conhecimento Científico

Ao analisar o volume 01 (O Conhecimento Científico) da coleção Moderna Plus, foram encontradas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes:

- Página 94: Encontradas 06 (seis) referências diretas à unidade de registro **Clonagem** e 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clone**. Capítulo 08 – Citologia (II): Núcleo Celular, Cromossomos e Mitose - em elaboração do texto introdutório do capítulo e em legenda da fotografia presente nesta página:

QUADRO 08

Fotografia do cientista escocês Ian Wilmut ao lado da ovelha Dolly, o primeiro mamífero a ser clonado a partir do núcleo celular de um animal adulto. Em 2001, cientistas e técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) anunciaram a **clonagem** de Vitória, uma bezerra obtida a partir do núcleo de um embrião bovino da raça Simental.

Essa é a legenda da foto de abertura do capítulo. A referência é unicamente informativa a respeito da clonagem de uma ovelha no Brasil, em 2001. Não possui caráter de questionamento sobre uso da técnica nem consequências.

QUADRO 09

O que antes era enredo de obras de ficção científica ocorreu em meados da década de 1990: a partir das informações genéticas contidas em um único núcleo celular, cientistas conseguiram trazer à luz uma ovelha idêntica à que cedeu o núcleo. A experiência desencadeou uma onda de reações mundiais, algumas delas temendo que o procedimento utilizado, chamado **clonagem**, também pudesse ser aplicado em seres humanos. Quais seriam os argumentos a favor ou contra a **clonagem** humana? Teria ela sido realizada às escondidas, como já foi anunciado?

Você é contra ou a favor da **clonagem** de seres humanos?

QUADRO 10

O primeiro experimento bem-sucedido de **clonagem** de um mamífero foi realizado pelo Dr. Ian Wilmut em duas raças de ovelhas. Belinda era uma ovelha de 6 anos de idade pertencente à raça Finnish-Dorset, de cor clara e uniforme. Em um experimento inédito, o núcleo de uma célula da glândula mamária de Belinda foi removido e transplantado para um óvulo previamente anucleado extraído de Fluffy, uma ovelha da raça Scottish Blackface, conhecida como cara-preta. Após um procedimento que envolvia um pequeno choque elétrico, o núcleo de Belinda incorporou-se ao citoplasma do óvulo de Fluffy e iniciou-se o desenvolvimento embrionário.

QUADRO 11

O embrião foi então implantado no útero da ovelha Lassie, também da raça Scottish Blackface, que serviu de “mãe de aluguel” para a gestação. Em 5 de julho de 1996, Lassie deu à luz Dolly, um **clone** de Belinda e, como era esperado, sua cópia exata.

Bastou um único núcleo celular de Belinda, convenientemente introduzido no citoplasma do óvulo de Fluffy, para originar Dolly, tão semelhante a Belinda como se fossem gêmeas idênticas. A **clonagem** da ovelha Dolly comprovou que o núcleo contém todas as instruções necessárias para o desenvolvimento e o metabolismo das células e, conseqüentemente, do organismo.

Nessas unidades de contexto referentes a “clonagem” e “clone”, retiradas da página 94, a mensagem proposta é tanto de explicar brevemente a tecnologia de clonagem quanto de demonstrar que a sociedade se questiona a respeito da tecnologia e sua aplicabilidade. As unidades de contexto do quadro 09 convidam os estudantes a se questionarem a respeito dessa técnica, estimulando a pesquisa de informações sobre o assunto para posterior formação de opinião, levando a um olhar crítico a respeito da situação, inclusive sobre a clonagem específica de seres humanos. O questionamento “você é contra ou a favor da clonagem de seres humanos?” insere diretamente o aluno nesta temática, estimulando-os a pensar a respeito da técnica, da aplicação e de suas conseqüências para a sociedade.

- Página 146 e 147 (aqui, as páginas foram analisadas juntas devido à continuidade do texto): Encontradas 05 (cinco) referências diretas à unidade de registro **Células-tronco** e 01 (uma) referência direta à **Célula-tronco** e 01 (uma) referência direta à **Éticas**. Capítulo 13 – Reprodução, Meiose e Embriologia Animal – em elaboração do texto introdutório ao capítulo:

QUADRO 12

Os estudos de embriogênese e da formação dos tecidos corporais revelaram a existência de células responsáveis pela intensa regeneração celular que ocorre em um indivíduo adulto: as **células-tronco**.

Em 1908 o histologista russo Alexander Maksimov (1874-1928) formulou a hipótese de que todas as células do sangue surgiam por diferenciação de células precursoras, que ele denominou **células-tronco** hematopoiéticas. O termo “**célula-tronco**” foi utilizado por Maksimov para enfatizar a suposta capacidade dessas células de gerar vários tipos celulares, assim como um tronco de uma árvore gera diversos ramos. Em 1963 os pesquisadores canadenses James E. Till (1931-) e Ernest A. McCulloch (1926-2011) demonstraram pioneiramente a existência de **células-tronco** hematopoiéticas na medula óssea de camundongos. Desde então, inúmeras descobertas sugerem que as **células -tronco**, por sua capacidade de gerar diferentes tipos de células do corpo, podem ter grande potencial terapêutico na recuperação de órgãos e de partes corporais doentes.

Alguns pesquisadores defendem que as **células-tronco** de embriões descartados da fertilização in vitro sejam utilizadas em experimentos e em tratamentos médicos. Esse tema ainda desperta muitas polêmicas e esbarra em questões **éticas** e morais.

Nessa unidade de contexto há uma breve explicação sobre o que são células-tronco, seu potencial uso médico e o problema ético atual que envolve o uso de embriões humanos para obtenção das células-tronco. O texto transmite a mensagem de que existem polêmicas sobre o assunto, mas não entra em detalhes sobre o que são essas polêmicas. Tem-se por exemplo, a questão religiosa que pode aparecer em sala de aula no momento que o docente abordar este assunto; para algumas crenças, a vida humana começa já nos primeiros segundos de desenvolvimento do zigoto e, por isso, efetuar estudos que causariam a destruição deste estaria, por consequência, acabando com uma vida. O texto também não traz nenhum questionamento a respeito da eficácia dos possíveis tratamentos que adviriam do uso de células-tronco, nem como estão os estudos nessa área, o que seria por si só um debate muito proveitoso para os alunos, tendo em vista que auxiliaria na compreensão de como funciona a pesquisa em Ciência, sua metodologia, aplicação, benefícios e problemas consequentes das novas práticas. Logo, o livro aborda superficialmente a temática bioética a respeito de técnicas de desenvolvimento de células-tronco, trazendo ao conhecimento do estudante somente a existência do debate.

- Página 156: Encontradas 06 (seis) referências diretas à unidade de registro **Células-tronco** e 01 (uma) referência à **Ética**. Capítulo 13 - Reprodução, Meiose e Embriologia Animal – em elaboração de sessão intitulada “Atividade em grupo”:

QUADRO 13

Sua primeira tarefa é pesquisar em sites confiáveis da internet sobre tratamentos efetivamente comprovados com a utilização de **células-tronco**. A Sociedade Internacional para a Pesquisa com **Células-Tronco** (ISSCR, na sigla em inglês) mostra-se preocupada com o aumento da oferta de terapias com **células-tronco** antes de se constatar se elas realmente funcionam ou se têm contraindicações (se desejar, consulte o site <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/brasil-vai-ganhar-banco-de-celulas-tronco-cobrindo-90-da-populacao/>>, acesso em: 30 abr. 2020, para iniciar as pesquisas).

Forme um grupo de colegas para discutir e responder às questões a seguir.

a) Segundo as pesquisas que foram feitas por seu grupo, é possível acreditar na perspectiva terapêutica das **células-tronco**?

b) Com relação à maneira de se obter **células-tronco** comentada na introdução do capítulo, qual é a posição **ética** dos membros do grupo sobre o tema? É eticamente correto obter **células-tronco** de embriões gerados por fecundação in vitro e que seriam descartados? Se o tema despertar interesse e divergência de opiniões, considere a possibilidade de agregar todas as pessoas de sua classe no debate e divulgar as discussões em uma mídia social. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Esse é um exemplo de atividade muito promissora para a construção de pensamento crítico nos alunos, pois remete à pesquisa de fontes confiáveis a respeito da temática, que por si só já é geradora de reflexões e opiniões divergentes. Além disso, deve-se levar em consideração que o texto diz “sites confiáveis”, e não se pode delegar a função de determinar quais sites são confiáveis somente aos alunos.

A leitura de informação atual, contextualizada e pertinente ao tema levam à apropriação do conhecimento das questões que giram em torno do problema bioético do uso de células-tronco, relacionando a aplicação da técnica com seus questionamentos éticos. Isto leva à reflexão a respeito do tema, ao questionamento perante as questões levantadas e à possibilidade de promoção de debate entre alunos e professores, que favorece a interação social e a formação cidadã crítica.

- Página 158: Na sessão do livro intitulada “Ampliando os conhecimentos” (fontes extras de material para estudo descrita aos alunos), foram encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Células-tronco** nas indicações para o Capítulo 8, e 02 (duas) referências diretas à **Células-tronco** nas indicações para o Capítulo 13:

QUADRO 14

<p>Capítulo 8</p> <p>Impresso</p> <p>Células-tronco: promessas e realidades, de Lygia da Veiga Pereira. São Paulo: Moderna, 2013.</p> <p>Nesse livro são apresentados os diferentes tipos de células-tronco, suas possíveis vantagens e limitações no uso terapêutico, o que já é realidade e o que ainda são promessas das terapias com células-tronco.</p>

QUADRO 15

<p>Capítulo 13</p> <p>Internet</p> <p>Instituto de Pesquisa com Células-tronco</p> <p>O site do Instituto de Pesquisa com Células-tronco reúne diversas informações sobre essa área, podendo ser consultado por quem quiser se manter atualizado sobre o assunto. Também ajuda a ter uma visão sobre avanços da ciência brasileira nesse tema.</p> <p>Disponível em: <http://celulastroncors.org.br/>. Acesso em: mar. 2020.</p>

Tem-se aqui referências de consulta externa para os estudantes a respeito da temática de células-tronco, seus usos, vantagens e limitações. Não se sabe se os alunos terão acesso a tais materiais, mas, se tiverem, eles ajudariam no aprofundamento da temática do uso de células-tronco e seus possíveis questionamentos.

5.3. Volume 02: Água e Vida

Ao analisar o volume 02 (Água e Vida) da coleção Moderna Plus, foram encontradas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes:

- Página 15: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clone**. Capítulo 1 – Os Seres Mais Simples: Vírus, Bactérias, Arqueas, Protoctistas e Fungos; tópico 2 – Bactérias e arqueas, em elaboração do subtópico “A reprodução das bactérias”:

QUADRO 22

As bactérias reproduzem-se assexuadamente por divisão binária, processo em que a célula bacteriana duplica o cromossomo e em seguida divide -se ao meio, formando duas novas bactérias. Certas espécies bacterianas, em condições ideais, dividem-se a cada 20 minutos. Assim, em poucas horas, uma única bactéria pode originar uma população bacteriana composta de milhões de células geneticamente idênticas. Esses indivíduos constituem o que os cientistas denominam **clone**, ou seja, um conjunto de células ou indivíduos geneticamente idênticos que resulta da propagação assexuada de um indivíduo original.

Nesta unidade de contexto, há apenas a descrição da forma de reprodução assexuada feita por bactérias, de maneira geral. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito do tema abordado.

- Página 22: Encontrada 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Engenharia Genética**. Capítulo 1 – Os Seres Mais Simples: Vírus, Bactérias, Arqueas, Protoctistas e Fungos; tópico 5 – Como os seres microscópicos afetam nossa vida, em elaboração do subtópico “A importância das bactérias em nossa vida”:

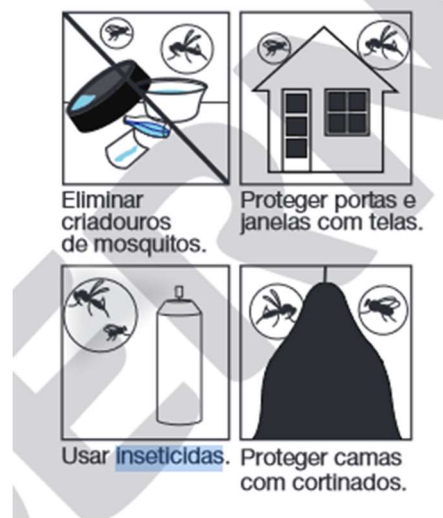
QUADRO 23

O potencial biotecnológico das bactérias aumentou nas últimas décadas em razão do desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, também chamada de **Engenharia Genética**. Essa tecnologia consiste em um conjunto de técnicas que permite modificar geneticamente certas bactérias, fazendo-as produzir substâncias de interesse comercial. Hormônio de crescimento e insulina idênticos aos produzidos em células humanas já são fabricados por bactérias geneticamente transformadas por **Engenharia Genética**.

Nesta unidade de contexto, tem-se a informação de que a humanidade possui técnicas capazes de alterar o DNA de bactérias em benefício próprio. Ela demonstra apenas alguns exemplos de usos positivos para biotecnologia e para o mercado, notável pelo trecho “fazendo-as produzir substâncias de interesse comercial”. O livro poderia aqui incorrer, por exemplo, em reflexões acerca de quem possui acesso a tais tecnologias do DNA recombinante (Engenharia Genética), se os hormônios citados, insulina e hormônio do crescimento (provável referência à somatotropina) são disponibilizados pelo SUS (Sistema Único de Saúde) e quais são os custos para o cidadão que necessita destes medicamentos obtê-los e sobre como a utilização dessas técnicas viabilizou a produção em larga escala destes medicamentos, barateando o custo e aumentando a oferta, permitindo que mais pacientes tivessem acesso. Porém, como pode ser observado no texto, não ocorre abordagem bioética a respeito da técnica nesta unidade de contexto.

- Página 23: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Inseticidas**. Capítulo 1 – Os Seres Mais Simples: Vírus, Bactérias, Arqueas, Protoctistas e Fungos; tópico 5 - Como os seres microscópicos afetam nossa vida; subtópico “Protozoários causadores de doenças”, em figura (nº 16 do capítulo) de representação de métodos profiláticos contra mosquito transmissor da malária:

Figura 2: Unidade de contexto volume 2, página 23



Fonte: AMABIS et al, 2020.

Há uma representação de métodos que visam diminuir o risco de proliferação da malária através da atuação contra o mosquito transmissor. Um dessas medidas seria o uso de inseticidas, que matam o inseto. Por ser apenas uma figura, seria difícil promover qualquer discussão a respeito do uso de inseticidas ou das consequências de acabar com transmissores.

- Página 68: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Inseticidas**. Capítulo 5 – Anatomia e Fisiologia dos Animais; tópico 3 – Sistemas corporais dos animais, em elaboração do quadro “Dialogando com o texto”:

QUADRO 24

Esta atividade propõe uma reflexão sobre a correlação entre a eficiência de **inseticidas** em aerossóis, que liberam microgotículas no ar, e o sistema traqueal de respiração dos insetos. Compare com outros sistemas respiratórios. Escreva um texto objetivo para tratar dessa correlação, justificando sua suposta eficiência.

Atividade proposta para favorecer o conhecimento dos estudantes sobre o sistema respiratório dos insetos e a ação dos inseticidas nestes. Não ocorreu nenhuma tentativa de promover reflexão a respeito da nocividade que pode advir do uso de inseticidas, seja pelas substâncias que os compõem, seja pelo uso indiscriminado em cidades e lavouras, que matam não só o organismo nocivo objetivado, mas também outros que sofrem a ação de inseticidas, como polinizadores, por exemplo, levando risco ao ecossistema local.

5.4. Volume 03: Matéria e Energia

Ao analisar o volume 03 (Matéria e Energia) da coleção Moderna Plus, foram encontradas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes:

- Página 92: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Pesticidas**. Capítulo 7 – Fluxo de Energia e Ciclos da Matéria na Natureza, em elaboração da questão 3 da sessão intitulada “Atividades Finais”:

Figura 3: Unidade de contexto volume 3, página 92

3. (Unesp) Considere a notícia sobre o controle biológico de pragas adotado pela prefeitura de Paris e as pirâmides ecológicas apresentadas logo a seguir.

3. b

Para combater parasitas que têm consumido a vegetação de Paris, a prefeitura distribuiu aos moradores 40.000 larvas de joaninhas, predador natural desses organismos e que pode substituir **pesticidas**. (Veja, 05 abr. 2017. Adaptado.)

A pirâmide de biomassa, a pirâmide de energia e a barra que representa as joaninhas são:

a) I, II e 3.
b) II, II e 3.
c) I, II e 2.
d) II, III e 1.
e) III, III e 2.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: AMABIS et al, 2020.

A unidade de contexto destacada refere-se ao uso de predadores naturais para pragas de vegetação nativa. É uma questão utilizada em vestibular da UNESP, e aqui ressalta-se a relevância que as provas de seleção para universidades públicas têm na construção do currículo do Ensino Médio e do material didático do Brasil. A questão se preocupa com a temática de pirâmides de biomassas (fixação e interpretação do conceito) abordada no capítulo, não levando a discussão para o debate sobre métodos alternativos ao uso de agrotóxicos ou qualquer questionamento bioético.

5.5. Volume 04: Humanidade e Ambiente

Ao analisar o volume 04 (Humanidade e Ambiente) da coleção Moderna Plus, foram encontradas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes:

- Página 109: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Pesticidas** e 01 (uma) à unidade de registro **Agrotóxicos**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem, em elaboração de legenda de imagem introdutória do capítulo:

QUADRO 39

Em grandes plantações é comum a presença de pulverizadores agrícolas, maquinários que fazem aplicação de produtos como **pesticidas** e **agrotóxicos**. Monte Alegre de Minas, MG, 2020.

Esta unidade de contexto reflete caráter unicamente descritivo referente à figura inicial do livro (máquinas em aplicação de substâncias em lavoura).

- Página 109: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Agrotóxicos**, 01 (uma) à unidade de registro **Defensivos Agrícolas** e 01 (uma) unidade de registro **Pesticidas**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem, em elaboração de texto introdutório do capítulo:

QUADRO 40

A demanda cada vez maior por alimentos fez com que a produção agrícola recorresse ao uso de **defensivos agrícolas, agrotóxicos** ou **pesticidas** para evitar a propagação de pragas e doenças na lavoura. A produção em larga escala de muitos produtos agrícolas seria inviável sem esses recursos.

Apesar dos benefícios para a agricultura, os **agrotóxicos** são extremamente nocivos para os seres vivos e os ambientes naturais e podem contaminar e poluir o solo, a água e até mesmo o ar, por isso eles são classificados de acordo com sua toxicidade e devem ser usados por pessoas habilitadas e com controles rigorosos.

Esse potencial destruidor dos **agrotóxicos** é tema de debate e preocupação na nossa sociedade; por isso, cientistas e pesquisadores trabalham para encontrar maneiras mais ecológicas de proteger as lavouras. As novas pesquisas abrangem a modificação genética de produtos agrícolas, como os **transgênicos**, e o uso de controles biológicos, em que espécies de um ambiente são inseridas em outro para combater as espécies que causam danos às plantações.

Nesta unidade de contexto, os autores fazem breve explicação a respeito da necessidade do uso de agrotóxicos, defensivos agrícolas e pesticidas (unidades de registro buscadas) e alertam que o uso de agrotóxicos é nocivo aos seres vivos e ambiente. Trazem ao conhecimento dos alunos que o uso de agrotóxicos é debatido pela sociedade, dando a entender que este debate se faz pela necessidade de uso de agrotóxicos mesmo sendo perigosos. Essa é uma reflexão positiva para os estudantes, mas o texto poderia ser mais claro dizendo que grande parte da comida que está na mesa deles é derivada de insumos passíveis do uso de agrotóxicos. Ao trazer de forma mais explícita o debate para cotidiano do aluno, esse poderia preocupar-se mais com o tema e fazer valer da reflexão sobre como é sua alimentação e se é possível consumir alimentos que não se utilizam de agrotóxicos no seu processo de obtenção.

Mais ainda, o texto poderia, brevemente, discorrer a respeito de problemas associados à superpopulação do mundo, que está diretamente ligada à necessidade cada vez maior de se encontrar meios de produção de alimentos. Poderia ainda falar sobre como, apesar da massiva produção de alimentos no mundo, tem-se ainda grande parte da sociedade humana passando fome. Omitindo isso, os autores perderam a oportunidade de expor a relação problemática de produção *versus* distribuição de alimentos, que levaria o aluno a refletir sobre o que pode ser a causa para isso.

O texto também traz que uma alternativa à diminuição do uso de agrotóxicos é a “modificação genética de produtos agrícolas, como os transgênicos”, mas não dá maiores informações a respeito dessas técnicas e não as problematiza. Isso seria importante, pois existem debates atuais sobre se alimentos transgênicos podem causar malefícios ao ser humano e ao meio ambiente.

- Página 110: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Abortos**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem; tópico 2 – Poluição ambiental, em elaboração do subtópico “Poluição do ar”:

QUADRO 41

A poluição do ar pode provocar alergias, doenças respiratórias, lesões em órgãos internos e doenças mais graves, como o câncer. Estudos recentes mostram que esse tipo de poluição também pode causar crises cardíacas e **abortos** espontâneos.

Essa unidade de contexto tem caráter informativo sobre relação da poluição do ar como causa de variados malefícios aos seres humanos, sendo um deles abortos espontâneos.

- Página 112: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Pesticida**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem; tópico 2 – Poluição ambiental, em elaboração de texto do subtópico “Poluição do solo”:

QUADRO 42

Outra causa de poluição do solo, com consequências muito sérias, é a utilização indiscriminada na lavoura de defensivos e adubos químicos extremamente tóxicos, prejudicando seres humanos, animais e plantas. É clássico o caso do DDT e do BHC, compostos do grupo dos hidrocarbonetos clorados, que hoje estão proibidos, mas foram utilizados durante muito tempo no combate às pragas. Esses produtos, por não serem biodegradáveis, são incorporados às cadeias alimentares e propagados pelos seus elementos constituintes, alcançando, inevitavelmente, o ser humano, que está no final dessas cadeias. É preciso, então, orientar corretamente os agricultores, inclusive com o acompanhamento de técnicos habilitados, para que conheçam o tipo e a quantidade do **pesticida** e do fertilizante a serem utilizados.

Essa unidade de contexto elabora mensagem sobre a causalidade do uso de pesticidas com a poluição do solo, de maneira informativa. Elucida a respeito da problemática da bioacumulação de agrotóxicos não biodegradáveis em animais e plantas, que chegam ao alimento consumido por seres humanos. Sendo assim, o texto promove reflexão a respeito dos malefícios que o uso de agrotóxicos pode trazer ao meio ambiente e à humanidade.

A unidade traz também ao conhecimento dos alunos que pesticidas e outros compostos químicos utilizados para esse fim devem ser manuseados com cuidado e por profissionais habilitados, porém não traz a informação de que muitos trabalhadores sofrem acidentes justamente no manuseio desses produtos, sendo habilitados ou não, deixando de lado a reflexão a respeito das relações de trabalho, muitas vezes abusivas. Essas questões poderiam dialogar com o contexto dos estudantes, principalmente em áreas rurais.

- Página 112: Encontradas 1 (uma) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem; tópico 2 – Poluição ambiental, em elaboração de texto do subtópico “Poluição do solo”:

QUADRO 43

Muitas pesquisas têm sido realizadas visando evitar ou pelo menos diminuir a utilização de defensivos na lavoura. Fala-se muito, por exemplo, em alimentos geneticamente modificados ou **transgênicos**, que são variedades de plantas que tiveram suas características alteradas para resistirem às pragas, dispensando a utilização de produtos químicos. Entretanto, existe muita discussão a respeito da validade desse procedimento, se ele é seguro para a saúde das pessoas, se impacta o meio ambiente, entre outras questões.

Aqui os autores trazem uma breve reflexão a respeito de possíveis problemas no uso de alimentos transgênicos, demonstrando ao aluno a necessidade de informação, reflexão e criticidade perante o tema. O texto não traz nenhuma informação sobre quais problemas poderiam ser causados pelo consumo de transgênicos.

- Página 112: Encontradas 2 (duas) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos**; 01 (uma) à unidade de registro **Defensivos Agrícolas**; 01 (uma) à unidade de registro **Engenharia Genética** e 01 (uma) à unidade de registro **Agrotóxicos**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem; tópico 2 – Poluição ambiental, em elaboração da sessão intitulada “Atividade em grupo”:

QUADRO 44

Na abertura deste capítulo, abordamos maneiras de evitar a utilização de **defensivos agrícolas**. A **engenharia genética**, por exemplo, desenvolveu produtos geneticamente modificados, como a soja e o milho **transgênicos**. Entretanto, há muita oposição, principalmente dos grupos ambientalistas, a esses procedimentos.

Forme um grupo com seus colegas para investigar os pontos positivos e negativos da produção de **transgênicos**. Em seguida, procurem por outras formas de evitar o uso de **agrotóxicos**. Essas alternativas são economicamente viáveis? Depois, debatam com os outros grupos a respeito do tema.

Nessas unidades de contexto, pode-se observar que os autores trazem questionamentos a respeito da aplicação de técnicas referentes à manipulação gênica, em específico nos transgênicos. Eles promovem o incentivo à pesquisa e ao debate, podendo assim levar os estudantes à reflexão e à construção de opinião crítica a respeito do assunto. Por ser uma sugestão de trabalho em grupo, não se aprofunda nos questionamentos. Apenas informa que existe oposição ao uso de transgênicos por grupos ambientalistas. A única pergunta direta é sobre a viabilidade econômica de alimentos que não usam agrotóxicos e nem são transgênicos, possivelmente referindo-se aos alimentos orgânicos.

- Página 119: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Agrotóxicos e 01 (uma)** à unidade de registro **Inseticidas**. Capítulo 09 – Poluição Ambiental e Reciclagem, em questão da sessão intitulada “Atividades finais”:

Figura 4: Unidade de contexto volume 4, página 119:

5. (Mackenzie-SP) Seathl, chefe indígena americano, em seu famoso discurso, discorre a respeito dos sentimentos e dos cuidados que o homem branco deveria ter para com a Terra, à semelhança com os índios, ao se assenhorear das novas regiões. E, ao final, diz:

“Nunca esqueças como era a terra quando dela tomaste posse. Conserva-a para os teus filhos e ama-a como Deus nos ama a todos. Uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus. Nem mesmo o homem branco pode evitar nosso destino comum”.

O discurso adaptado, publicado na revista *Norsk Natur*, Oslo, em 1974, nunca esteve tão atual. O homem, procurando tornar sua vida mais “confortável”, vem destruindo e contaminando tudo ao seu redor, sem se preocupar com os efeitos desastrosos posteriores.

Esses efeitos podem ser causados por

- I. liberação desenfreada de gases estufa;
- II. destruição da camada de ozônio;
- III. uso descontrolado de **agrotóxicos** e **inseticidas**;
- IV. desmatamento e queimadas.

É correto afirmar que contribuem para o agravamento dos problemas as causas citadas em:

- a) I, II e III, apenas.
- b) II e III, apenas.
- c) I e IV, apenas.
- d) I, II, III e IV.
- e) II e IV, apenas.

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Questão de final de capítulo com o intuito de auxiliar o aluno na fixação da matéria. O texto da questão é relevante, pois traz a mensagem de reflexão a respeito do progresso irrestrito da humanidade, sem que essa se preocupe e se insira no contexto ambiental. Mas o texto não se faz necessário para a resolução da questão, já que o comando pode ser “obedecido” sem sua leitura. Deve-se ressaltar que essa é outra questão retirada de prova de vestibular (Mackenzie-SP), demonstrando novamente a relevância dessas provas para a escolha dos temas tratados no Ensino Médio.

- Página 138: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Éticas**. Capítulo 11 – Reprodução Humana; tópico 1 – Gravidez e parto, em elaboração do subtópico “Gêmeos”:

QUADRO 45

Em raríssimos casos, gêmeos monozigóticos podem nascer ligados por uma parte do corpo, sendo conhecidos por xipófagos. Há diversos graus de compartilhamento de tecidos e órgãos entre esse tipo de gêmeos. Em alguns casos, a separação cirúrgica é possível, permitindo a sobrevivência de ambos os gêmeos. Em outros, a cirurgia pode levar à morte de um deles; em outros casos, ainda, a separação é impossível, pois levaria ambos à morte. Essa questão tem sido motivo de grande debate entre médicos e religiosos em virtude das questões **éticas** e morais envolvidas.

Essa unidade de contexto traz à tona que existem questões éticas a respeito do processo de separação de gêmeos xifópagos em casos que levariam à morte de um ou ambos. Pode-se notar, entretanto, que a questão do debate ético denotado se dá na esfera entre médicos e religiosos. O texto esquece de mencionar as prováveis partes mais afetadas nessa questão: familiares e os próprios gêmeos que estão unidos, caso já tenham idade para reflexão de seu estado, como se este fosse um debate puramente entre o que a Ciência diz contra as crenças religiosas dos envolvidos. O livro traz, na página 139, no quadro “Dialogando com o texto”, uma dica de leitura de livro do escritor francês Alexandre Dumas (1802-1870) “Os irmãos corsos”, que conta a história de dois irmãos separados cirurgicamente. Traz ainda o questionamento de como foi a vida deles e o que pensaram a respeito de sua condição. Porém, autores poderiam citar, no corpo de texto do capítulo, alguns casos divulgados na mídia e na literatura em que aconteceram tanto sucessos quanto insucessos. Poderiam trazer o debate gerado a partir desses casos e assim mostrar de forma mais concreta quais as reflexões se dão sobre esta temática.

- Página 145: Encontradas 3 (três) referências diretas à unidade de registro **Ética**. Capítulo 12 – Sustentabilidade Ambiental; tópico 1 – O conceito de sustentabilidade ambiental, em elaboração dos “Princípios para uma sociedade sustentável”, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA):

QUADRO 46

Modificar atitudes e práticas pessoais. “Para adotar a **ética** de se viver sustentavelmente as pessoas precisam reexaminar seus valores e alterar seu comportamento. A sociedade deve promover atitudes que apoiem uma nova **ética** e que desfavoreçam aquelas que não se coadunam com o modo de vida sustentável.”

QUADRO 47

Constituir uma aliança global. Hoje, mais do que antes, a sustentabilidade do planeta depende da confluência das ações de todos os países, de todos os povos. As grandes desigualdades entre ricos e pobres são prejudiciais a todos. “A **ética** do cuidado com a Terra aplica-se em todos os níveis: internacional, nacional e individual. As nações só têm a ganhar com a sustentabilidade mundial e todas estarão ameaçadas caso não consigamos alcançar esse objetivo”.

As unidades de contexto destacadas trazem a ideia de conscientização de que são necessários esforços individuais e coletivos para que a humanidade possa viver no planeta de forma sustentável.

Na página 143, na elaboração do texto introdutório do capítulo 12, lê-se o seguinte: “nos dois últimos séculos, o desenvolvimento da sociedade industrial e o crescimento da população humana têm causado impactos ambientais sem precedentes. Estas são algumas das principais ameaças ao planeta: poluição do ar, da água e do solo; aumento da temperatura global; destruição da camada de ozônio; esgotamento das fontes de energia e de outros recursos naturais; extinção de espécies. Tudo isso se relaciona à explosão populacional humana e aos modelos vigentes de desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico.” Ao ligarmos este parágrafo citado com as unidades de contexto destacadas da página 145, pode-se notar uma mensagem de preocupação com a forma como o desenvolvimento tecnológico das últimas décadas influenciou negativamente a condição de preservação ambiental no mundo, tornando extremamente importante o debate e a criticidade perante novas tecnologias e seus impactos no meio ambiente, a fim de não piorarmos a situação presente. O progresso às custas do meio ambiente não deve ser estimulado, mas sim combatido. Conforme citado nos pressupostos teóricos, Pinheiro (2005) (38) traz: “nem tudo que se pode fazer (tecnicamente), deve-se fazer (moralmente) [...] Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive”.

- Página 149: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Agrotóxicos**, 01 (uma) à unidade de registro **Inseticidas** e 01 (uma) à unidade de registro **Fungicidas**. Capítulo 12 – Sustentabilidade Ambiental; tópico 2 – Poluição e desequilíbrio ambientais, em elaboração do subtópico “Poluição das águas e do solo”:

QUADRO 48

<p>O desenvolvimento acentuado da agricultura também tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), utilizados muitas vezes em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, eventualmente intoxicando o próprio agricultor e sua família e matando diversos seres vivos dos ecossistemas atingidos</p>

Nessa unidade de contexto, os autores abordam a poluição de água e solo e a intoxicação de pessoas pelo uso de agrotóxicos. O texto traz também a relação entre o aumento do desenvolvimento agrícola com o aumento do uso de agrotóxicos, o que é uma informação crítica e relevante. Não elabora maiores reflexões a respeito, como desperdício e má distribuição da produção agrícola, porém contribui para a construção crítica dos estudantes a respeito de como novas tecnologias de desenvolvimento agrícola podem influenciar seres vivos e meio ambiente.

5.6. Volume 05: Ciência e Tecnologia

Ao analisar o volume 05 (Ciência e Tecnologia) da coleção Moderna Plus, foram encontradas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes:

- Página 09: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Melhoramento genético**, 02 (duas) à unidade de registro **Engenharia genética**, 02 (três) à unidade de registro **Clonagem** e 03 (três) à unidade de registro **Transgênicos**, no sumário referente ao capítulo 10 – Genética e biotecnologia na atualidade:

Figura 5: Unidade de contexto volume 5, página 9

CAPÍTULO 10	Genética e biotecnologia na atualidade	122
1.	Melhoramento genético	123
	Problemas decorrentes do melhoramento genético , 123	
	Heterose, ou vigor híbrido, 124	
2.	Engenharia Genética	124
	"Tesouras" moleculares: enzimas de restrição, 125	
3.	Clonagem de DNA e Engenharia Genética	126
	Plasmídios como vetores da clonagem , 126	
	Vírus bacteriófagos como vetores da clonagem de DNA, 126	
	Bactérias como "fábricas" de proteínas humanas, 127	
4.	Misturando genes entre espécies: transgênicos	128
	Como são produzidos os animais transgênicos ?, 129	
	Transgênicos entre animais e plantas, 129	
5.	Desvendando o genoma humano	131
	O Projeto Genoma Humano, 131	
	Atividades finais	132

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Nesta unidade de contexto, vê-se as unidades de registro em uso para nomear os tópicos e subtópicos do capítulo 10.

- Página 25: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 01 – As Leis da Herança, em questão da sessão intitulada “Atividades finais”:

Figura 6: Unidade de contexto volume 5, página 25

16. (Enem-MEC) Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de **clonagem** a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram:
- a) os genótipos e os fenótipos idênticos.
 - b) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
 - c) diferenças nos genótipos e fenótipos.
 - d) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
 - e) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Essa unidade de contexto é uma questão de vestibular (ENEM-MEC) que visa analisar o conhecimento conceitual dos estudantes sobre fenótipo e genótipo.

- Página 27: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Melhoramento genético**, em elaboração do texto introdutório do Capítulo 02 – Bases Cromossômicas da Herança:

QUADRO 57

À medida que o estudo da Genética progride, os conhecimentos vão gradativamente se ampliando. Os avanços, por exemplo, no conhecimento sobre a herança quantitativa, estudada neste capítulo, têm possibilitado promover o que se costuma denominar “**melhoramento genético**”, com desenvolvimento de tecnologias que permitem aumentar e melhorar a produção de alimentos.

Essa unidade de contexto transmite mensagem de que a humanidade se utiliza positivamente do conhecimento sobre Genética, ao passo que aplica tal conhecimento na melhora da produção de alimentos. Sem oferecer contraponto, a mensagem tem caráter informativo.

- Página 122: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Engenharia genética**, 01 (uma) à unidade de registro **Transgênicos**, 01 (uma) à unidade de registro **Clonagem** e 01 (uma) à unidade de registro **Melhoramento genética**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em legenda da ilustração inicial do capítulo e em elaboração do texto de introdução do capítulo:

QUADRO 58

A fotografia ilustra o princípio de funcionamento da tecnologia do DNA recombinante, popularmente chamada de **Engenharia Genética**. Ela reúne um conjunto de técnicas bioquímicas que possibilitam aos cientistas, entre outras coisas, inserir informações genéticas humanas em outros seres vivos, os quais se tornam capazes de produzir substâncias genuinamente humanas.

Essa unidade de contexto refere-se à legenda da ilustração inicial do capítulo 10, em breve explicação sobre o que é a Engenharia genética.

QUADRO 59

Informações genéticas já podem ser “editadas” como se fossem palavras, em um sofisticado editor de texto molecular. Os avanços na Genética têm incorporado ciência no melhoramento de espécies domésticas, praticado há muito tempo pela humanidade. A **Engenharia Genética**, ou tecnologia do DNA recombinante, é uma área muito promissora da Biologia e tem possibilitado utilizar bactérias como microfábricas de substâncias genuinamente humanas. Tecnologias advindas do Projeto Genoma Humano tentam adequar tratamentos de saúde ao genoma que a pessoa apresenta. O que nos reserva o futuro?

Essa unidade de contexto traz a ideia de que a engenharia genética é uma matéria promissora no aprimoramento da humanidade. No entanto, não promove reflexão em quesitos relacionados à bioética de procedimentos ou consequências de aplicação; apenas chama para reflexão a respeito do que seria o futuro da humanidade tendo essas técnicas de edição gênica.

QUADRO 60

Frequentemente jornais, revistas e sites de notícias trazem relatos sobre organismos **transgênicos**, sobre **clonagem** de animais e sobre identificação molecular de pessoas, temas que, há alguns anos, não passavam de ficção científica. Hoje é possível, por exemplo, transferir genes de pessoas para plantas, de modo que vegetais passem a produzir proteínas genuinamente humanas. Com a implantação de genes humanos em vacas e ovelhas, esses animais passam a secretar no leite proteínas humanas de interesse comercial. Genes selecionados são introduzidos em bactérias, cuja alta capacidade reprodutiva as transforma em verdadeiras fábricas de proteínas, que são utilizadas em pesquisa científica e na produção de medicamentos. Alguns genes de porcos têm sido substituídos por genes humanos com o objetivo de gerar linhagens de suínos capazes de fornecer órgãos para transplantes em pessoas, com menor risco de rejeição. Os avanços têm sido fantásticos e muito mais está por vir.

Nessa unidade de contexto, os autores trazem a mensagem do grande avanço tecnocientífico que a humanidade passa, fazendo a correlação entre as novas técnicas de manipulação gênica com o que é visto nas obras de ficção científica. Trazem a ideia de positividade destas novas tecnologias para a humanidade, mas, novamente, não trazem nenhuma reflexão de caráter bioético.

QUADRO 61

Os conhecimentos genéticos desenvolvidos nas primeiras décadas do século passado permitiram o desenvolvimento do **melhoramento genético** de animais e de plantas, com aumento da produtividade agrícola e maior disponibilidade de alimento para as populações. O desenvolvimento da Genética Molecular nas últimas décadas do século XX foi rapidamente aplicado ao desenvolvimento de tecnologias de manipulação do DNA, inaugurando a era da **Engenharia Genética**.

Nessa unidade de contexto, os autores trazem a questão do melhoramento genético em espécies de animais e plantas que tem alto valor para a humanidade, com aumento de produtividade e disponibilidade de alimentação para os seres humanos. No entanto, não traz a reflexão de que, apesar do aumento da produtividade e disponibilidade de alimentos para a humanidade, ainda se tem grande parcela da população mundial passando fome ou em situação de insegurança alimentar. Não traz também nenhuma reflexão de que estas técnicas são utilizadas para benefício único do ser humano, sem questionar se essas novas tecnologias de melhoramento genético poderiam ser usadas, como exemplo, para salvar espécies da extinção, promovendo meios para que essas adaptem-se melhor em seus habitats ou possam prosperar em um novo, com objetivo de preservar a diversidade biológica.

- Página 123: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Manipulação genética**, 01 (uma) à unidade de registro **Melhoramento genético**, 01 (uma) à unidade de registro **Organismos geneticamente modificados**, 01 (uma) à unidade de registro **OGMs** e 01 (uma) à unidade de registro **Éticas**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em elaboração do texto introdutório do capítulo:

QUADRO 62

Neste capítulo apresentamos os princípios da **manipulação genética** executada há séculos por meio de cruzamentos dirigidos entre organismos, o que se convencionou chamar de "**melhoramento genético**", além de princípios empregados em algumas técnicas de manipulação do DNA. Comentamos, também, como os conhecimentos na área de Genética têm gerado novas tecnologias, cuja aplicação tem provocado acirrados debates na sociedade, como é o caso dos **organismos geneticamente modificados**, ou **OGMs**. Essa e outras aplicações do conhecimento genético, como a identificação de pessoas pelo DNA, envolvem discussões **éticas** e políticas; para participar conscientemente delas, é necessário dispor das informações corretas. Acompanhe-nos neste capítulo e descubra como a Genética impacta a sociedade contemporânea.

Essa unidade de contexto traz ao conhecimento dos estudantes que existem debates (segundo os autores, envolvendo discussões éticas e políticas) sobre a aplicação das novas tecnologias de manipulação gênica, como no caso de organismos geneticamente modificados e identificação de pessoas pelo DNA, sendo assim relevante perante a temática de aplicação de novas tecnologias e seus problemas bioéticos intrínsecos. O texto menciona que o estudante será munido de informação a respeito das técnicas, mas não diz o teor dos debates.

- Página 123: Encontradas 04 (quatro) referências diretas à unidade de registro **Melhoramento genético**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 1 – Melhoramento genético, em título e elaboração do tópico do subtópico "Problemas decorrentes do melhoramento genético":

QUADRO 63

1. Melhoramento genético

O **melhoramento genético** consiste em selecionar e aprimorar as qualidades das espécies tendo em vista sua utilização pelos seres humanos. Inicialmente, esse melhoramento era feito apenas de forma intuitiva. Para obter espigas de milho com mais grãos, por exemplo, os agricultores selecionavam para o plantio apenas sementes obtidas de espigas com grande número de grãos. Para aumentar o peso médio das galinhas, empregavam-se como reprodutores os galos e as galinhas maiores e mais pesados.

Problemas decorrentes do **melhoramento genético**

Um dos problemas decorrentes do **melhoramento genético** é a produção de linhagens com pouca variabilidade gênica, ou seja, com poucas diferenças genéticas entre os indivíduos. Isso pode reduzir as chances de essas linhagens se adaptarem a eventuais alterações ambientais. Os antigos agricultores, mesmo antes do desenvolvimento da Genética, já conheciam esse problema.

Esta unidade de contexto é de caráter informativo a respeito de como os seres humanos utilizam técnicas de melhoramento genético desde os tempos antigos, para animais e plantas, mesmo antes do conhecimento genético. Ela traz o problema dessa seleção de características genéticas, a diminuição de variabilidade, como possível problema de adaptabilidade ao ambiente. Faz-se nesta unidade de contexto uma breve referência às consequências em se manipular geneticamente indivíduos, mas não se desenvolve o assunto nem se abre questionamento para reflexão do estudante.

- Página 123: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Manipulação de genes**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 1 – Melhoramento genético, em elaboração da sessão intitulada “Atividade em grupo”:

QUADRO 64

O trigo e o arroz são alimentos tão importantes para a humanidade e não podem estar sujeitos ao clima ou a pragas. Desafios como fungos, secas ou excesso de chuva são uma constante ameaça para essas lavouras. As pesquisas a partir da **manipulação de genes** que definem características adaptativas de uma planta podem melhorar sua adaptação aos sistemas de produção e aos estresses bióticos. Tendo isso em vista, pesquise com um grupo de colegas a seguinte questão: “O melhoramento do trigo, do arroz e de outras espécies tem propiciado aumento da produção e barateamento dos insumos agrícolas e pecuários?”. O grupo deve resumir a pesquisa em um texto de no máximo uma página, se possível apresentando também dados expressos em forma de tabelas, gráficos etc.

Essa unidade de contexto traz uma proposta de trabalho em grupo com o objetivo de estimular os alunos a pesquisarem se o melhoramento genético de alimentos foi positivo economicamente. Não estimula a pesquisarem a respeito das discussões dos possíveis

malefícios que podem causar ao ser humano e ao meio ambiente o uso de OGMs e transgênicos (e.g. acúmulo de substâncias tóxicas no organismo, perda de variabilidade gênica, mudança no ecossistema nos locais de plantio e seus arredores, impacto de monoculturas ao meio ambiente, dentre outros).

- Página 124: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Engenharia genética**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em título e elaboração do tópico 2 – Engenharia Genética:

QUADRO 65

2. Engenharia Genética

Engenharia Genética, ou tecnologia do DNA recombinante, refere-se a um conjunto de técnicas de manipulação do DNA que permitem isolar e multiplicar genes, além de possibilitar transferências de material genético de um indivíduo para outro, mesmo entre espécies distintas. Os principais organismos experimentais que propiciaram o desenvolvimento da **Engenharia Genética** foram as bactérias e os vírus. Graças à sua relativa simplicidade, esses organismos foram e ainda são os materiais biológicos mais adequados aos experimentos que têm melhorado nossa compreensão sobre o mecanismo básico de funcionamento dos genes.

Essa unidade de contexto tem caráter informativo, conceituando o que é Engenharia Genética. Não apresenta questionamentos, debates ou reflexões.

- Página 125: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Clone** e 02 (duas) à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em elaboração do tópico 2 – Engenharia Genética:

QUADRO 66

Em condições ideais, uma bactéria é capaz de se duplicar a cada 30 minutos, ou menos. Em um dia poderia ocorrer, teoricamente, cerca de 48 duplicações. Calculando quantos descendentes haveria no dia seguinte, usando a fórmula 2^n (n é o número de duplicações), chegamos ao resultado de 281.474.976.710.656 novas bactérias. Se não ocorrerem mutações em alguns indivíduos, todos os descendentes de uma única bactéria inicial serão geneticamente idênticos, constituindo o que os cientistas chamam de **clone**. Esse termo (do grego klón, “broto”) se refere a um conjunto de indivíduos originados a partir de um único genitor por meio de reprodução assexuada.

Recentemente, o significado dos termos “**clone**” e “**clonagem**” foi transportado para a vida cotidiana, falando-se em **clonagem** de telefones celulares e de cartões de crédito. No âmbito da Genética Molecular, clonar é realizar uma ou várias cópias de genes ou de células de um organismo. Por extensão, clonar telefones celulares ou cartões de crédito consiste em se apoderar dos códigos únicos utilizados por esses dispositivos. Note como a aplicação de conhecimentos e de tecnologias faz com que as pessoas se apropriem de conceitos antes restritos aos laboratórios de pesquisa.

Essa unidade de contexto tem caráter informativo sobre a reprodução assexuada de bactérias. Os autores também se utilizaram de exemplos do uso de conhecimentos científicos no cotidiano do aluno. Apesar de contextualizar o uso das palavras (nossas unidades de registro), não traz benefícios ao debate bioético.

- Página 125: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Endonucleases de restrição** e 03 (três) à unidade de registro **Endonuclease de restrição**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 2 – Engenharia Genética, em elaboração do subtópico “” Tesouras” moleculares: enzimas de restrição”:

QUADRO 67

No início dos anos 1970 descobriu-se que certas enzimas bacterianas eram capazes de cortar moléculas de DNA em pontos específicos. Essas enzimas, denominadas **endonucleases de restrição**, são consideradas defesas desenvolvidas por bactérias contra vírus bacteriófagos, ao longo de sua evolução.

As **endonucleases de restrição** agem como “tesouras” moleculares, reconhecendo sequências específicas de bases em moléculas de DNA e cortando-as exatamente nesses pontos. Há vários tipos de **endonuclease de restrição**, todas elas altamente específicas: cada uma reconhece e corta o DNA apenas onde houver uma sequência específica de nucleotídeos, em geral constituída por 4 ou 6 pares de bases nitrogenadas

QUADRO 68

A descoberta das **endonucleases de restrição** trouxe grandes avanços à Genética. Os cientistas logo passaram a utilizar essas enzimas para cortar moléculas de DNA de forma controlada e previsível, o que possibilitou análises detalhadas do material genético.

Por exemplo, um conjunto de moléculas idênticas de DNA submetidas a determinada **endonuclease de restrição** resulta em fragmentos de tamanhos iguais, uma vez que todas as moléculas de DNA da amostra foram cortadas nos mesmos pontos.

Em contrapartida, um conjunto de moléculas de DNA com diferentes sequências de nucleotídeos, quando cortadas por determinada **endonuclease de restrição**, originam fragmentos de restrição de diferentes tamanhos. A análise dos fragmentos obtidos a partir dos diferentes tipos de moléculas cortadas revela um padrão típico para cada DNA analisado. Isso permite identificar a procedência de determinado DNA, o que tem sido aplicado em situações como a solução de crimes e a identificação da paternidade duvidosa.

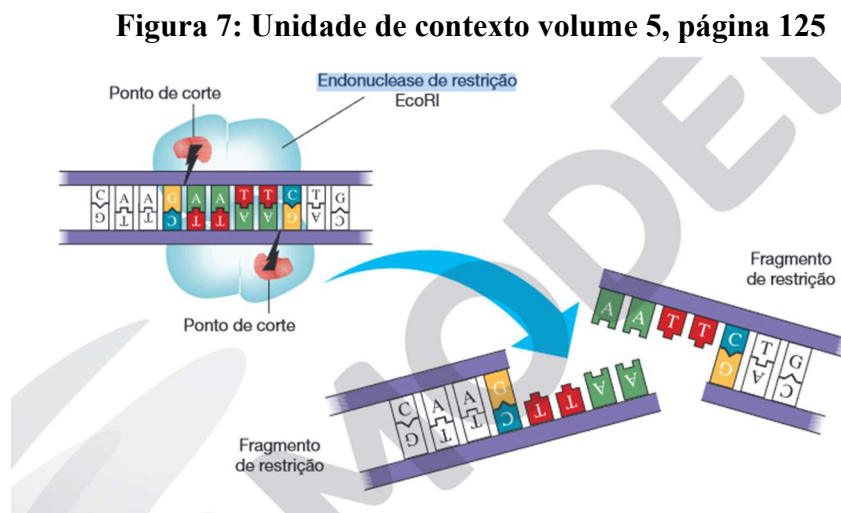
Essas unidades de contexto têm caráter informativo sobre o histórico da descoberta das endonucleases de restrição, sua forma de atuação e algumas aplicações. Se tratando das aplicações que podem atuar diretamente sobre questões bioéticas, o texto traz os exemplos de solução de crimes e identificação de paternidade duvidosa. Os autores não mencionam que essas aplicações, quando erram, podem gerar problemas sérios para os envolvidos, como

encarceramento de inocentes e resultados enganosos de paternidade. Isso estimularia a reflexão sobre a responsabilidade que essas técnicas carregam, porém o livro não estimula tal pensamento.

- Página 125: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Endonuclease de restrição**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em figura e legenda da mesma referente ao tópico 2 – Engenharia Genética, subtópico “Tesouras” moleculares: enzimas de restrição”:

QUADRO 69

Representação esquemática do modo de ação da **endonuclease de restrição** EcoRI (lê-se “ecoerrem um”). As sequências de corte onde atua a EcoRI estão destacadas em cor na ilustração. A ação dessa enzima corta o DNA em dois pedaços, denominados fragmentos de restrição.



Fonte: AMABIS et al, 2020.

Essas unidades de contexto são de caráter informativo e ilustram o processo de atuação das endonucleases de restrição.

- Página 126: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Clonagem**, 01 (uma) à unidade de registro **Engenharia genética**, 01 (uma) à unidade de registro **Endonucleases de restrição** e 02 (duas) à unidade de registro **Clone**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, no título do tópico 3 (Clonagem de DNA e Engenharia Genética), do subtópico (Plasmídios como vetores da clonagem) e na sua elaboração:

QUADRO 70

3. Clonagem de DNA e Engenharia GenéticaPlasmídios como vetores da **clonagem**

Os plasmídios podem estar presentes em uma ou mais cópias em uma bactéria, e apresentam a capacidade de se multiplicar independentemente do cromossomo bacteriano. Os plasmídios são transmitidos às bactérias-filhas quando a célula-mãe se duplica. No início da década de 1970, os pesquisadores estadunidenses Stanley Norman Cohen (1935-) e Herbert Boyer (1936-) cortaram plasmídios bacterianos em um ponto específico e inseriram, no DNA plasmidial, um pedaço de DNA de outro organismo. Os cortes foram realizados com **endonucleases de restrição**, e as emendas do DNA do plasmídio com o DNA enxertado com uma enzima bacteriana denominada ligase do DNA.

O resultado dessa engenharia molecular foi um plasmídio recombinante, que continha o DNA enxertado. Esse plasmídio foi incorporado por bactérias vivas que, ao se multiplicarem normalmente, transmitiram o plasmídio recombinante às bactérias-filhas. A partir de uma única célula bacteriana que contém plasmídios recombinantes foi obtido um **clone**, constituído por bilhões de bactérias idênticas, cada uma com uma ou mais cópias do plasmídio recombinante incorporado.

O conjunto de moléculas oriundas da multiplicação de um DNA recombinante, gerado pela multiplicação bacteriana, constituem um **clone** molecular. Por isso, a metodologia utilizada para multiplicar DNA dessa maneira é denominada **clonagem** molecular

Essas unidades de contexto apresentam caráter informativo a respeito do uso da tecnologia de DNA recombinante em plasmídios. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 126: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, no título do subtópico (Vírus bacteriófagos como vetores da clonagem de DNA) e em sua elaboração:

QUADRO 71

Vírus bacteriófagos como vetores da **clonagem** de DNA

A **clonagem** de DNA também pode ser realizada por meio de vírus que se multiplicam em bactérias, os bacteriófagos, ou fagos. O fago apresenta um envoltório de proteína constituído por duas peças principais, a “cabeça” e a “cauda”. No interior da cabeça, encontra-se o cromossomo do fago, constituído por uma longa molécula de DNA de cadeia dupla altamente compactada.

O vírus mais utilizado como vetor de **clonagem** molecular é o fago lambda, um dos bacteriófagos mais bem conhecidos do ponto de vista genético. Todos os genes desse fago estão mapeados em seu cromossomo e sabe-se a sequência exata em que cada um deles entra em atividade depois de penetrar na bactéria.

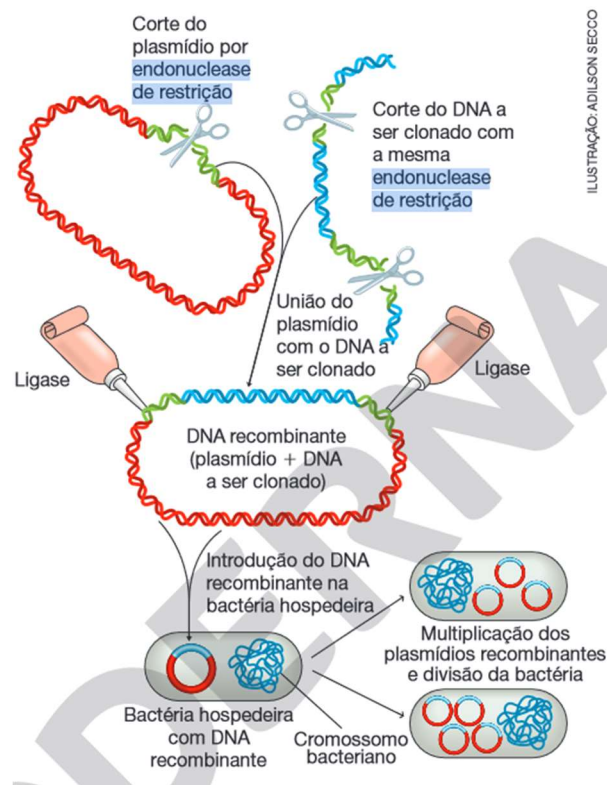
Unidades de contexto de caráter informativo sobre bacteriófagos e seu uso como vetores de clonagem molecular. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 126: Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Endonuclease de restrição**, 01 (uma) à unidade de registro **Clonagem** e 01 (uma) à unidade de registro **Clone**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, tópico 3 – Clonagem de DNA e Engenharia Genética, em figura e sua legenda, referentes ao subtópico “Plasmídios como vetores da clonagem”:

QUADRO 72

Representação esquemática da técnica de **clonagem** molecular em um plasmídio bacteriano. A bactéria hospedeira multiplica-se, originando um **clone** com diversas cópias do DNA enxertado.

Figura 8: Unidade de contexto volume 5, página 126



Fonte: AMABIS et al, 2020.

Unidades de contexto ilustrativas da técnica de clonagem molecular através de plasmídios bacterianos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 127: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Clonagem** e 01 (uma) à unidade de registro **Clones**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 3 – Clonagem de DNA e Engenharia Genética, em elaboração do

subtópico “Vírus bacteriófagos com vetores da clonagem de DNA” e do subtópico “Bactérias como ‘fábricas’ de proteínas humanas”:

QUADRO 73

Esse conhecimento possibilitou o uso do fago lambda como vetor de **clonagem** molecular. A região mediana do cromossomo viral, na qual se localizam os genes não essenciais, pode ser cortada por endonucleases e removida; em seu lugar, pode ser enxertado um segmento de DNA de qualquer outro organismo. O DNA recombinante assim formado origina uma partícula viral capaz de infectar e se multiplicar em bactérias hospedeiras. Desse modo, a partir de uma única partícula viral, é possível obter bilhões de partículas idênticas, cada uma delas contendo uma cópia do fragmento de DNA enxertado no cromossomo do vírus

QUADRO 74

O desenvolvimento da **clonagem** molecular tornou possível isolar genes codificadores de proteínas humanas, enxertá-los em plasmídios bacterianos e introduzi-los em bactérias, transformando-as em verdadeiras fábricas de proteínas genuinamente humanas, embora sintetizadas pelo metabolismo bacteriano.

Em 1977 a empresa de biotecnologia Genentech, criada pelo bioquímico estadunidense Herbert Boyer (1936-) e pelo empresário também estadunidense Robert Swanson (1947-1999), conseguiu produzir pela primeira vez, em bactérias, o hormônio humano somatostatina. Trata-se de um hormônio proteico formado por 14 aminoácidos e que desempenha diversas funções no organismo humano, como modular a produção de hormônios pancreáticos, inibir a produção de certos hormônios pela hipófise, atuar como anti-hemorrágico etc., apresentando grande interesse farmacêutico. Nesse experimento pioneiro, um segmento de DNA com 60 pares de nucleotídeos de comprimento, no qual havia a codificação para os 14 aminoácidos da somatostatina, foi enxertado em um plasmídio e introduzido em bactérias. A partir dessas bactérias, foram obtidos **clones** bacterianos que produziam o hormônio.

Essas unidades de contexto possuem caráter informativo em relação à técnica de clonagem molecular, bem como seu uso comercial. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 127: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 3 – Clonagem de DNA e Engenharia Genética, em elaboração da legenda da figura referente ao subtópico ““Vírus bacteriófagos com vetores da clonagem de DNA””:

QUADRO 75

Esquema da **clonagem** molecular em um vírus bacteriófago. Os cientistas substituem a região do DNA viral que apresenta genes não essenciais por DNA de outros organismos (no esquema, DNA humano). Graças a esse artifício, é possível aproveitar o grande poder de multiplicação dos bacteriófagos e das bactérias para obter grande número de cópias do DNA que se deseja estudar.

Unidade de contexto de caráter explicativo sobre a técnica de clonagem de DNA utilizando bacteriófagos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 128: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 3 – Clonagem de DNA e Engenharia Genética, em elaboração da legenda da figura referente ao subtópico ”Bactérias como ‘fábricas’ de proteínas humanas”:

QUADRO 76

Representação esquemática da **clonagem** do gene da insulina humana. Segmentos de DNA que codificam a produção da insulina humana são enxertados em plasmídios e introduzidos em bactérias, de modo que estas passam a produzir moléculas de insulina genuinamente humana.

Unidade de contexto de caráter explicativo sobre a obtenção de insulina pela clonagem molecular. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 128: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clonagem**, 01 (uma) à unidade de registro **Melhoramento genético** e 02 (duas) à unidade de registro **Engenharia genética**, em questões da sessão intitulada “Aplicando conhecimentos”:

Figura 9: Unidade de contexto volume 5, página 128

Aplicando conhecimentos	
Registre as respostas em seu caderno.	
<p>1. Como é denominado o conjunto de técnicas que 1.c visam à seleção e ao aprimoramento das qualidades dos organismos úteis à nossa espécie?</p> <p>a) Clonagem.</p> <p>b) Engenharia Genética.</p> <p>c) Melhoramento genético.</p> <p>d) Vigor híbrido ou heterose.</p>	<p>2. O que é Engenharia Genética?</p> <p>2.a a) Conjunto de procedimentos empregados na manipulação do DNA.</p> <p>b) Processo por meio do qual os genes produzem proteínas.</p> <p>c) Ramo da Biologia que estuda os genes humanos.</p> <p>d) Ramo especializado na produção de equipamentos científicos.</p>

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Unidade de contexto referente a questões objetivas com objetivo de fixação de conceitos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito dos temas abordados.

- Página 128: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos**, 01 (uma) à unidade de registro **Organismo geneticamente modificado**, 01 (uma) à unidade de registro **OGM**, 01 (uma) à unidade de registro **Transgênico** e 01

(uma) à unidade de registro **Melhoramento genético**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; em título e elaboração da introdução do tópico 4 – Misturando genes entre espécies: transgênicos:

QUADRO 77

4. Misturando genes entre espécies: **transgênicos**

Organismos portadores de DNA de espécies diferentes da sua, como as bactérias utilizadas na produção de proteínas humanas, são chamados de **transgênicos**, pois apresentam material genético de duas (ou mais) espécies.

As modernas técnicas de manipulação do DNA possibilitam também a transferência de genes entre organismos eucarióticos, como animais e plantas. Nesse contexto, popularizou-se a expressão **organismo geneticamente modificado (OGM)** como sinônimo de **transgênico**.

Os organismos **transgênicos** são atualmente indispensáveis em diversos estudos acadêmicos que visam compreender melhor a estrutura e o funcionamento dos seres vivos. Eles têm sido também uma importante ferramenta na área de **melhoramento genético**, permitindo a geração de novas linhagens de animais e de plantas potencialmente mais lucrativas, como linhagens de soja resistentes a herbicidas e milho e algodão resistentes a pragas.

As unidades de contexto destacadas transmitem breve explicação sobre o que são transgênicos e citam alguns exemplos de aplicação, principalmente referente ao valor econômico de animais e plantas modificados geneticamente. Não possuem nenhuma reflexão bioética a respeito dos temas abordados.

- Página 129: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos** e 01 (uma) à unidade de registro **Transgênico**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em título e elaboração do subtópico “Como são produzidos os animais transgênicos?”:

QUADRO 78

Como são produzidos os animais **transgênicos**?

Como resultado, alguns dos camundongos originados desses zigotos apresentavam hemoglobina de coelho em suas hemácias. Isso mostrou que o DNA de coelho injetado no ovo de camundongo incorporou-se a um cromossomo, tendo sido transmitido ao longo das gerações celulares pelas mitoses ocorridas ao longo do desenvolvimento. Quando os camundongos **transgênicos** foram cruzados entre si, o gene de coelho incorporado ao seu genoma foi transmitido aos descendentes e, a partir daí, passou a ocorrer transmissão de geração em geração, segundo as leis básicas da herança genética.

Na produção de **transgênicos** de mamíferos são utilizadas células-ovo originadas por fecundação in vitro, processo em que óvulos retirados das fêmeas são colocados em um líquido apropriado contendo espermatozoides.

Em geral, uma ou mais moléculas do DNA injetado incorporam-se aos cromossomos do zigoto e são transmitidas às células-filhas nas mitoses que se sucedem ao longo do desenvolvimento embrionário; assim, todas as células do indivíduo conterão o DNA transplantado. Quando o organismo **transgênico** se reproduz, os genes incorporados são transmitidos à descendência como qualquer outro gene.

Unidades de contexto de caráter explicativo sobre técnica de obtenção de animais transgênicos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito do tema abordado.

- Página 129: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Organismos geneticamente modificados** e 01 (uma) à unidade de registro **Transgênicos**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, subtópico “Como são produzidos os animais transgênicos?”, em elaboração da sessão intitulada “Atividade em grupo”:

QUADRO 79

Nesta atividade, a sugestão é que você forme um grupo com colegas para dividir as funções de pesquisar, na internet o tema “o emprego de **organismos geneticamente modificados** na alimentação humana”. É possível encontrar tanto opiniões favoráveis quanto contrárias a esse emprego. Procure se informar a respeito das opiniões favoráveis e contrárias sobre o tema, discutindo com os membros de seu grupo. O grupo poderia escolher relator, que ficaria encarregado de redigir, com a ajuda dos colegas, um texto em estilo argumentativo defendendo ou condenando a utilização de **transgênicos** na alimentação humana.

Essa unidade de contexto traz uma boa atividade geradora de reflexão e pensamento crítico nos estudantes a respeito do uso de transgênicos na alimentação. Apesar da atividade não propor nenhum debate entre grupos (sobre prós e contras o uso de transgênicos na alimentação, por exemplo), ela possui caráter questionador intrínseco, o qual pode ser aproveitado pelo professor para propor atividades como um júri simulado, por exemplo,

fazendo com que as informações coletadas possam servir de argumentação para o debate e assim, possibilitar a construção de pensamento crítico na turma.

- Página 129: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Transgênicos**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, subtópico “Como são produzidos os animais transgênicos?”, em elaboração de legenda de figura referente ao subtópico:

QUADRO 80

Representação esquemática das etapas de produção de ratos **transgênicos**. O DNA injetado no óvulo está contido no núcleo do espermatozoide, o pronúcleo masculino. No interior do óvulo ocorre fusão do pronúcleo masculino com o núcleo do óvulo, o pronúcleo feminino, originando o zigoto, que dá origem ao embrião.

Unidade de contexto de caráter explicativo sobre técnica de obtenção de ratos transgênicos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 129: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Transgênicos**, 01 (uma) à unidade de registro **Manipulação genética** e 01 (uma) à unidade de registro **Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em título e elaboração do subtópico "Transgênicos entre animais e plantas":

QUADRO 81

Transgênicos entre animais e plantas

A **manipulação genética** de plantas é relativamente mais fácil que a de animais, em certos casos sendo possível obter uma planta completa a partir de uma única célula vegetal geneticamente transformada. O plasmídeo da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, por exemplo, é capaz de se integrar com facilidade a cromossomos de plantas e tem sido muito utilizado como vetor de **clonagem**.

Unidades de contexto de caráter informativo a respeito de manipulação gênica em plantas. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito da técnica.

- Página 130: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Transgênicos** e 01 (uma) à unidade de registro **Transgênico. Clonagem**. Capítulo 10 – Genética e

Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em elaboração do subtópico "Transgênicos entre animais e plantas":

QUADRO 82

Outra técnica empregada para a introdução de DNA em células vegetais é a biobalística, que consiste no bombardeamento de células da planta com micropartículas de tungstênio recobertas por DNA contendo o gene de interesse. As micropartículas penetram na célula vegetal, onde o DNA se liberta e migra para o núcleo, incorporando-se aos cromossomos. A colocação de hormônios nas culturas induz as células vegetais a se multiplicar, originando novas plantas; as que incorporaram o DNA introduzido geram plantas **transgênicas**.

O gene da luciferase do vaga-lume foi introduzido em um plasmídeo e clonado em bactérias. Desse modo, obteve-se grande quantidade de cópias do gene, que, depois de purificado, foi injetado em células da planta do tabaco. Graças às técnicas de cultura de tecidos vegetais, bem conhecida dos botânicos, obteve-se uma planta completa a partir de uma única célula transformada. O gene da luciferase do vaga-lume havia se incorporado a um dos cromossomos da planta e foi transmitido a todas as suas células. A coroação do experimento veio com o resultado: ao ser regada com luciferina, enzima que age sobre a luciferase provocando a liberação de luz, todas as partes da planta de tabaco **transgênico** passaram a emitir uma tênue luz esverdeada

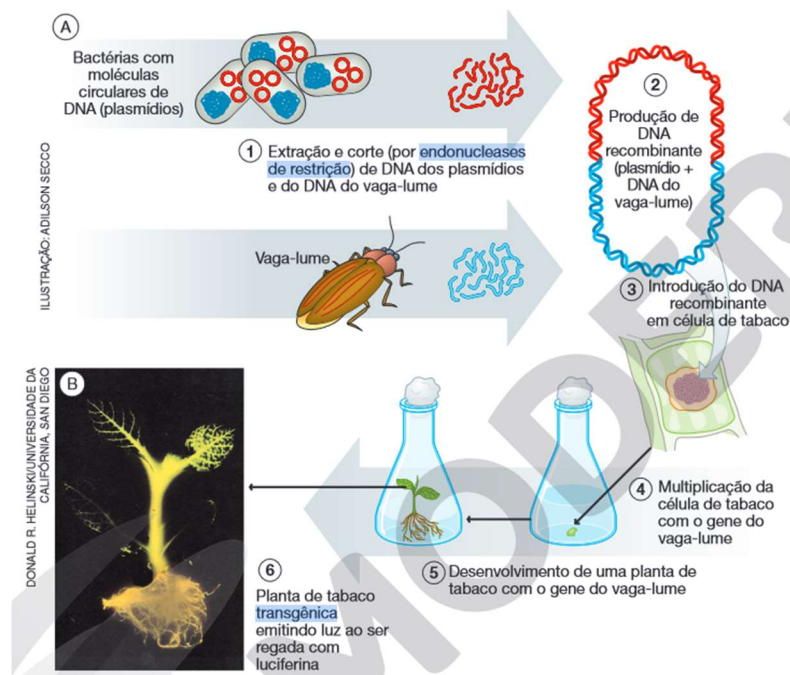
Unidades de contexto de caráter explicativo sobre técnicas de obtenção de organismos transgênicos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito das técnicas.

- Página 130: Encontradas 03 (três) referências diretas à unidade de registro **Transgênica** e 01 (uma) à unidade de registro **Endonucleases de restrição**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em figura e legenda referente ao subtópico “Transgênicos entre animais e plantas”:

QUADRO 83

(A) Representação esquemática da produção de uma planta de tabaco (*Nicotiana tabacum*) **transgênica**, bioluminescente em razão da introdução de um gene de vaga-lume. (Representações fora de proporção; cores meramente ilustrativas.) (B) Fotografia tirada no escuro após a planta **transgênica** ser regada com solução de luciferina. A fluorescência da planta mostrou que o gene da luciferase estava ativo e produzindo a enzima responsável pela bioluminescência.

Figura 10: Unidade de contexto volume 5, página 130



Fonte: AMABIS et al, 2020.

Unidades de contexto de caráter informativo, explicando e ilustrando técnicas de obtenção de transgênicos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito das técnicas.

- Páginas 130 e 131 (devido a continuidade do texto): Encontradas 02 (duas) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos**, 05 (cinco) à unidade de registro **Transgênica**, 03 (três) à unidade de registro **Transgênicas**, 01 (uma) à unidade de registro **Pesticida**, 01 (uma) à unidade de registro **Defensivos agrícolas** e 01 (uma) à unidade de registro **OGM**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em elaboração do subtópico “Transgênicos entre animais e plantas”:

QUADRO 84

Nos últimos anos, organismos **transgênicos** vegetais tornaram-se amplamente conhecidos por parte da população, principalmente devido a polêmicas sobre o plantio de certa variedade **transgênica** de soja. As plantas **transgênicas** de soja recebem um gene bacteriano que confere resistência a determinadas substâncias herbicidas, utilizadas para matar ervas daninhas que crescem nos campos de cultivo. Cultivar soja resistente a herbicidas possibilita o emprego dessas substâncias para eliminar a maioria das outras plantas, menos a soja **transgênica**, o que diminui o trabalho de limpeza do campo de cultivo; além disso, sem as plantas competidoras, a produtividade da lavoura de soja aumenta.

Outra planta **transgênica** muito comercializada atualmente é a variedade de milho Bt, que tem incorporado em seu genoma um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, utilizada na agricultura como **pesticida** biológico. Com a incorporação desse gene, as células do milho produzem uma substância tóxica para os insetos, porém inofensiva para os animais vertebrados, nosso caso, e de animais domésticos alimentados com milho. O cultivo da variedade Bt permite drástica redução no uso de **defensivos agrícolas** para o combate de insetos-praga.

Essas unidades de contexto têm caráter informativo sobre a relação entre a soja transgênica e o uso de herbicidas e a relação do uso de milho Bt (transgênico) com a diminuição do uso de agrotóxicos. Em nenhum dos casos apresentados se tem reflexões bioéticas a respeito do uso dos transgênicos. No primeiro caso (soja e herbicida), apenas cita-se que existem polêmicas, mas não se aprofunda a questão. A polêmica seria um efeito negativo da resistência ao maior uso de agrotóxico no cultivo de soja transgênica, o que poderia causar malefícios à saúde de seres humanos, sem contar na possibilidade de contaminação do solo dependendo das condições e quantidades utilizadas. No segundo caso (milho Bt e agrotóxicos), os autores não citam nada a respeito de consequências possivelmente negativas do uso do milho transgênico, não só para humanos, mas também para relações ecológicas entre milho e polinizadores, por exemplo (o milho Bt seria “mais tóxico” a determinados invertebrados). Logo, o trecho não contribui satisfatoriamente para o aluno questionar e avaliar a situação atual do uso dos transgênicos citados.

QUADRO 85

A comercialização de derivados de organismos **transgênicos** só é liberada após diversos testes para comprovar sua segurança, tanto no que se refere à saúde de pessoas e de animais quanto em relação ao ambiente. No Brasil, as atividades e os projetos que envolvem **OGM** e seus derivados são regulados pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), criada pela Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005.

A CTNBio já aprovou o plantio comercial de diversas plantas **transgênicas**, entre elas a soja, o milho e o algodão, cujas áreas cultivadas aumentam ano a ano. Cerca de 80% da soja produzida no Brasil, em 2011, era **transgênica**. Nesse mesmo ano, o país alcançou o segundo lugar no cultivo de plantas **transgênicas** no ranking mundial dos 29 países produtores, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Entretanto, em 2019 os Estados Unidos foram ultrapassados pelo Brasil no cultivo de soja **transgênica**.

Unidades de contexto de caráter informativo sobre a existência de órgão regulador de produtos transgênicos no Brasil. Não possui nenhuma reflexão bioética sobre o tema abordado.

- Página 131: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Clonagem**, 01 (uma) à unidade de registro **Clone** e 01 (uma) à unidade de registro **Transgênico**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade; tópico 4 - Misturando genes entre espécies: transgênicos, em questões referentes à sessão intitulada “Aplicando conhecimentos”:

Figura 11: Unidade de contexto volume 5, página 131

Aplicando conhecimentos	
Registre as respostas em seu caderno.	
<p>3. A que se refere o termo clonagem molecular?</p> <p>3. d a) À duplicação normal do cromossomo bacteriano. b) A um mecanismo de defesa das bactérias contra vírus bacteriófagos. c) A um processo utilizado para atenuar vírus letais. d) A uma técnica para multiplicar segmentos específicos de DNA.</p>	<p>4. Uma ovelha gerada na Inglaterra, Tracy, tinha incorporado em um de seus cromossomos o gene para a enzima antitripsina humana; tratava-se, portanto, de um</p> <p>a) clone. b) híbrido. c) plasmídio. d) transgênico.</p>

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Unidades de contextos referentes a questões objetivas com objetivo de fixação de conceitos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito dos temas abordados.

- Página 131: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Terapia gênica**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em elaboração do tópico 5 – Desvendando o genoma humano:

QUADRO 86


As tecnologias de manipulação do DNA abrem novas e promissoras possibilidades para a geneterapia, ou **terapia gênica**, em que genes normais podem ser injetados em células doentes para transformá-las em células saudáveis. A geneterapia provavelmente poderá, futuramente, tratar e até curar doenças hereditárias humanas hoje incuráveis.

Unidade de contexto de caráter informativo sobre a possibilidade futura de tratarmos doenças hoje incuráveis através de terapia gênica, devido ao aprimoramento das tecnologias de manipulação gênica. A mensagem transmitida nesse contexto possibilita a geração de reflexão

nos estudantes sobre o que pode acontecer com o futuro da humanidade ao usar tais técnicas. Não é aparente no texto, mas com o auxílio de colegas de classe e o professor, o estudante, ao ler esse trecho, pode chegar a um debate sobre quais consequências o aprimoramento das técnicas de manipulação gênica poderia gerar. A humanidade poderia, além de curar doenças, escolher outras características no nascimento de seus filhos e filhas? Isto poderia levar a um pensamento eugênico? Que parcela da população teria acesso a tal tecnologia? Tais questionamentos, novamente, não aparecem pela mensagem do texto em si.

- Páginas 132 e 133 (devido a continuidade do quadro): Encontradas 06 (seis) referências diretas à unidade de registro **Transgênicos** e 01 (uma) à unidade de registro **Terapia gênica**. Capítulo 10 – Genética e Biotecnologia na Atualidade, em questões referentes a sessão intitulada “Atividades finais”:

Figura 12: Unidade de contexto volume 5, página 132

Atividades finais  Registre as respostas em seu caderno. [Veja respostas e comentários no Suplemento do Professor.](#)

1. (UEM-PR) A **terapia gênica** consiste na inserção de genes normais humanos em células humanas. Alguns atletas se utilizam dessa técnica para inserir em suas células genes que codificam fenótipos atléticos, gerando vantagens esportivas. Essa técnica é considerada *doping* e denominada *doping* genético. Com base nessas informações e em assuntos correlatos, escolha o que for correto.

Apenas a alternativa 16 está incorreta.

(01) Para se atingir o fenótipo atlético desejado, além da inserção do gene, é necessário o envolvimento de fatores adequados, tais como treinos físicos e nutrição.

(02) Para se atingir o fenótipo atlético desejado, além da inserção do gene, é necessário que ocorra a expressão dos genes inseridos.

(04) Para se atingir o fenótipo atlético desejado, é necessário inserir no genoma do atleta sequências de DNA que codifiquem RNA. Estes serão sintetizados pela enzima RNA polimerase e traduzidos pelos ribossomos.

(08) O *doping* genético altera tanto o genótipo como o fenótipo do atleta dopado.

(16) O processo descrito no comando da questão também pode ser defirido como transgênese.

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Figura 13: Unidade de contexto volume 5, página 133

3. (PUC-Campinas-SP) Leia atentamente a afirmação a seguir, sobre produtos **transgênicos**: “Alimentos **transgênicos** são alimentos geneticamente modificados com alteração do código genético.” A afirmação é
- a) correta, pois os organismos **transgênicos** possuem o código genético alterado para serem mais produtivos.
 - b) correta, pois a alteração do código genético faz com que os organismos sintetizem novas proteínas.
 - c) correta, e por isso só são criados em laboratórios especializados que possuem tecnologia para modificar o código genético.
 - d) incorreta, pois tanto organismos **transgênicos** como não **transgênicos** possuem o mesmo código genético.
 - e) incorreta, pois o código genético dos organismos **transgênicos** é alterado apenas em algumas partes do genoma.

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Unidades de contextos referentes a questões objetivas retiradas de provas de vestibulares (UEM-PR e PUC-Campinas-SP), com objetivo de fixação de conceitos. A questão número 1 (figura 12) possui mensagem reflexiva a respeito do uso inadequado das novas tecnologias de manipulação gênica e como elas podem levar à obtenção de vantagens esportivas para alguns atletas, em detrimento de outros. Logo, ela apresenta claramente uma questão bioética. Já a questão de número 3 (figura 13) não apresenta nenhuma reflexão bioética sobre o tema abordado.

- Página 152: Encontrada 01 (uma) referência à unidade de registro **Praguicidas**. Capítulo 12 – Nanotecnologia; tópico 5 – Aplicações da nanotecnologia, em elaboração do subtópico “Nanobiotecnologia”:

QUADRO 87

As aplicações biológicas da nanotecnologia abrangem outros casos além do tratamento de doenças. Na agricultura, o rendimento das lavouras pode ser melhorado empregando-se, próximo às raízes, materiais nanoporosos que absorvem água, nutrientes e/ou **praguicidas** e os liberam gradualmente.

Unidade de contexto de caráter informativo, a respeito do uso de nanotecnologia como uma forma mais eficiente de aplicação de praguicidas.

- Página 157: Encontradas 04 (quatro) referências diretas à unidade de registro **Clonagem**, 01 (Uma) à unidade de registro **Células-tronco** e 01 (uma) à unidade de registro **Éticas**, em referências bibliográficas extras para consulta dos estudantes, na sessão intitulada “Ampliando os conhecimentos”:

Figura 14: Unidade de contexto volume 5, página 157

CAPÍTULO 10

Impresso

Clonagem: da ovelha Dolly às células-tronco, de Lygia da Veiga Pereira. São Paulo: Moderna, 2005.

O livro procura explicar o que é **clonagem** e quais seus objetivos. Além disso, levanta uma série de questões científicas e **éticas** sobre novas tecnologias, diferenciando a **clonagem** reprodutiva da **clonagem** terapêutica.

Fonte: AMABIS et al, 2020.

Essa unidade de contexto faz referência a um livro que, segundo os autores do volume, traz questionamentos científicos e éticos a respeito de diferentes tipos de técnicas de clonagem empregadas à época. Pode ser uma boa fonte de reflexão bioética a respeito da aplicação dessas técnicas, mas, para confirmar, seria necessária a análise do material referenciado.

5.7. Volume 06: Universo e Evolução

Ao analisar o volume 06 (Universo e Evolução) da coleção Moderna Plus, foram encontradas algumas palavras e expressões utilizadas como unidades de registro. Posteriormente, foram destacadas as unidades de contexto referentes, conforme demonstrado abaixo:

- Página 46: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Inseticidas**. Capítulo 3 – Fundamentos da Evolução Biológica, em elaboração do quadro “Atividade em grupo”:

QUADRO 94

O objetivo desta atividade é investigar a informação de que muitas bactérias se tornam resistentes à ação de antibióticos. Fenômeno análogo é observado em alguns insetos, que se tornam resistentes à ação de **inseticidas**. Forme um grupo com colegas para dividir as tarefas de pesquisa. Uma possibilidade é que parte do grupo pesquise na internet sobre o tema e outra parte do grupo entreviste médicos ou outros profissionais de saúde. Se houver possibilidade, peça permissão aos entrevistados para filmar ou gravar o áudio da entrevista. O grupo deve descobrir se realmente existe o fenômeno de aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos e sua explicação biológica. Será que há relação entre o fenômeno da resistência e a prescrição pelos médicos, em determinados casos, de um exame clínico denominado antibiograma? Consulte o professor sobre a possibilidade de os grupos apresentarem os resultados de suas pesquisas e entrevistas para toda a turma por meio de infográficos ou outras formas digitais. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Essa unidade de contexto traz ideia de trabalho em grupo com objetivo de estimular os alunos a pesquisarem e adquirirem conhecimento sobre a relação de bactérias e a resistência à antibióticos. Não possui nenhuma reflexão bioética a respeito do tema abordado.

- Página 108: Encontrada 01 (uma) referência direta à unidade de registro **Ética**. Capítulo 9 – A Formação de Novas Espécies e dos Grandes Grupos de Seres Vivos, em elaboração do texto introdutório do capítulo:

QUADRO 95

A Ciência admite que a teoria evolucionista moderna fornece as melhores explicações para a diversidade da vida na Terra. Entretanto, quando o assunto é evolução não há unanimidade, uma vez que entram em jogo aspectos que ultrapassam o âmbito dos fatos naturais e envolvem formação religiosa, moralidade, sentimentos, **ética** etc. Para muitos cientistas não há conflito entre evolução e religião. O pensamento evolucionista atém-se somente a fatos naturais observáveis e busca na própria natureza explicações para fenômenos como a origem da vida e a grande diversidade de espécies de seres vivos que hoje habita a Terra.

Essa unidade de contexto traz a mensagem de que existem divergências entre aspectos científicos e religiosos a respeito da Teoria da Evolução. Entretanto, os autores deixam claro que a Ciência trabalha baseada em observação e análise da materialidade de fatos naturais e não aprofunda o debate em torno de questões religiosas a respeito da Evolução, sua aceitação ou negação. Tal fato é prudente para um livro didático, mas ainda assim a leitura desta unidade de

contexto realizada pelos estudantes pode trazer questionamentos, principalmente em contextos sociais onde a religião é mais presente, fazendo com que, possivelmente, o discente possa questionar o papel da Ciência e o da religião na explicação evolucionista. Apesar de não caracterizar reflexão bioética sobre novas tecnologias, suas aplicações e consequências para o mundo, a unidade de contexto acima pode trazer um debate entre crença pessoal e Ciência.

5.8. Análise Geral dos Resultados:

A metodologia utilizada (BARDIN, 2020), mostrou-se efetiva para a análise de conteúdo referente ao questionamento bioético em relação a novas tecnologias de manipulação gênica, aborto e células-tronco. Determinar unidades de registro relacionadas a esses assuntos direcionou a busca pelo contexto na qual foram inseridas, possibilitando assim a interpretação da mensagem baseada nos questionamentos que nortearam a análise.

À medida que se destacavam as unidades de contexto em quadros numerados, encontradas pela leitura dos livros didáticos (dos capítulos específicos citados na metodologia deste trabalho), foram feitas breves análises interpretativas a respeito do conteúdo. Dessa forma, foi possível separar aquelas (unidades de contexto) que “respondiam” positivamente aos questionamentos promovidos pelo objetivo deste estudo daquelas que se enquadraram negativamente.

Os quadros e figuras que apreciaram de forma positiva os questionamentos norteadores da análise foram:

- Volume 01: 06, 09, 12, 13;
- Volume 02: 20;
- Volume 03: 26;
- Volume 04: 34, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 e figura 4;
- Volume 05: 52, 62, 79 e figura 12;
- Volume 06: 90.

Os quadros contendo unidades de contexto relativas à BNCC (páginas 10, 11 e 12 dos volumes) demonstram, de maneira geral, preocupação com um ensino voltado para a observação crítica da realidade que o cerca, levando em consideração as particularidades de cada itinerário formativo. As unidades de registro ética e éticas são predominantes nessas unidades de contexto, mas elas não trazem referências a novas tecnologias, suas aplicações e

reflexões bioéticas. As exceções são os quadros que destacam a habilidade EM13CNT304 (06, 20, 26, 34, 52 e 90), específica das Ciências Naturais e suas Tecnologias, que trazem como premissa a análise crítica perante técnicas empregadas na indústria biotecnológica, suas aplicações e consequências para o mundo, similar aos questionamentos propostos como norteadores de análise deste trabalho. As competências e habilidades da BNCC contidas nas primeiras páginas são de ordem descritiva dos objetivos pelos quais os livros desta coleção trabalham. Infere-se, portanto, que seria notável a presença intrínseca da habilidade EM13CNT304 no conteúdo dos capítulos que fazem referência à “aplicação dos novos conhecimentos das Ciências da Natureza”. Apesar disso, apenas 20% (19 de um total de 95) dos quadros e 15,4% (2 de um total de 13) das figuras contendo unidades de contexto demonstraram paridade com a habilidade destacada e com os objetivos deste trabalho.

Desses 19 quadros que apreciaram positivamente os objetivos do trabalho, 6 deles (06, 20, 26, 34, 52 e 90) são repetidos, pois tratam da mesma habilidade da BNCC (EM13CNT304), aparecendo uma vez em cada livro. Dos 13 quadros que restam, 10 contêm unidades de contexto retiradas do corpo de texto principal dos capítulos (09, 12, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48 e 62). Os demais (13, 44 e 79) são apresentados aos estudantes em sessões separadas do texto, intituladas “Atividade em grupo”. Esses apresentam propostas de trabalho em grupo relevantes para a construção de opinião crítica a respeito da aplicação de técnicas advindas dos novos conhecimentos adquiridos de células-tronco e manipulação gênica. Os demais quadros que contêm unidades de contexto relevantes abordam os questionamentos desse trabalho no corpo principal do texto, possivelmente de forma mais direta para que os discentes entrem em contato com os assuntos propostos mais facilmente. Ao ler determinados capítulos, propostos, por exemplo, como matéria de teste ou prova, é possível que, sem a orientação do professor, as seções “Atividades em grupo”, como estão fora do texto corrido dos capítulos, possam ser deixadas de lado.

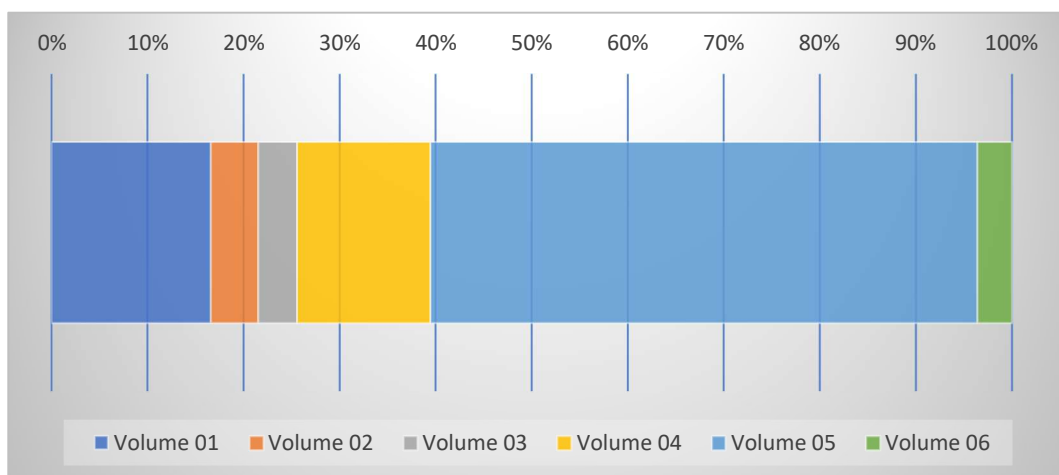
No caso das figuras destacadas como relevantes (4 e 12), que tratam de questões para assimilação do conteúdo, o contato do aluno seria facilitado caso o docente propusesse a resolução dessas questões em sala de aula. Logo, em referência aos quadros 13, 44 e 79 e às figuras 4 e 12, tem-se maior necessidade da orientação do docente para que os estudantes tenham contato com as propostas de reflexão bioética presentes.

A maioria das unidades de contexto analisadas (80% dos quadros e 84,6% das figuras) trazem apenas informações sobre determinada técnica utilizada e/ou seus benefícios para a

humanidade, mas não trazem um contraponto relevante. Elas trazem pontos positivos a respeito do valor comercial que determinadas técnicas agregaram ao produto, como destacado nos quadros 23, 60, 74 e 77, sobre Engenharia Genética, transgênicos e clonagem molecular, mas não trazem a mensagem da possibilidade de ocorrência de problemas na aplicação de técnicas que ainda não são completamente compreendidos pela Ciência, como no caso de manipulação genética, destacada nos quadros 63 e 64. Questões como a utilização de enzimas de restrição (unidade de registro: endonuclease(s) de restrição) são colocadas de forma informativa e de aplicação positiva, como no quadro 68, sem o devido contraponto a respeito das consequências que podem ser geradas a partir de erros em análises criminais e de paternidade.

Outro fator relevante está na relação de unidade de registro (u.r.) por volume da coleção. As 223 unidades de registro encontradas distribuem-se entre os livros da seguinte forma: Volume 01 – 37 u.r.; Volume 02 – 11 u.r.; Volume 03 – 09 u.r.; Volume 04 – 31 u.r.; Volume 05 – 127 u.r.; Volume 06 – 8 u.r. As relações proporcionais estão expressas na figura 15 (abaixo) e na tabela 3 do anexo.

Figura 15: Gráfico da relação percentual u.r. totais / volumes



Fonte: O autor, 2023.

Gráfico contendo o percentual da quantidade de unidades de registro u.r. presentes em cada volume, em relação ao total de u.r. Denota-se a superioridade numérica do volume 05 em relação aos demais.

Pode-se notar que, apesar do volume 05 ter apresentado número consideravelmente maior de u.r. do que os demais da coleção (cerca de 56% do total), a mensagem presente nas unidades de contexto referentes a essas u.r. não são tão relevantes (3 dos 19 quadros apenas) quanto as do volume 04, por exemplo, que de 31 u.r. encontradas (aproximadamente 14% do total), promoveram resultados de 9 quadros de unidades de contexto de 19 totais. Isso se dá

pois, após análise, verificou-se que a maior parte das unidades de contexto retiradas do volume 05 preocupavam-se em desenvolver conceitos e informações a respeito de novidades biotecnológicas, sem considerar as polêmicas e as más consequências que tais inovações podem gerar.

Se for desconsiderada a habilidade da BNCC EM13CNT304, nos volumes 02, 03 e 06, não foram encontradas referências diretas às unidades de registro e, por consequência, nenhuma unidade de contexto, relevantes aos questionamentos propostos por este trabalho. Tal evidência pode ser justificada pela temática dos livros e do conteúdo do texto ser mais descritivo a respeito de fenômenos e conceitos da Biologia.

Não foram encontradas nos capítulos analisados as seguintes unidades de registro: Bioética; CRISPR; Aborto; Agrotóxico; Defensivo agrícola; Praguicida; Fungicida; Inseticida; Eugenia; Eugenista; Darwinismo social e Manipulação gênica. As versões em plural de aborto, agrotóxico, defensivo agrícola, praguicida, fungicida e inseticida foram encontradas no texto dos capítulos e analisadas. As unidades de registro bioética, CRISPR e manipulação gênica, apesar de não terem sido localizadas, possivelmente devido à especificidade de seus conceitos e aplicações, não comprometeram a análise como um todo, visto que unidades similares, como ética, endonucleases de restrição e manipulação genética foram encontradas e analisadas. Porém, a inexistência das unidades de registro eugenia, eugenista e darwinismo social representam lacunas no diálogo bioético entre aplicação de novas tecnologias de manipulação gênica humana e suas possíveis consequências. Como já visto neste trabalho, os horrores da Segunda Guerra Mundial catapultaram as preocupações éticas, principalmente no âmbito da medicina. Os absurdos promovidos pelos criminosos de guerra julgados no Tribunal de Nuremberg (fora aqueles que não foram sequer julgados) partiram de premissas de superioridade da raça ariana em detrimento das demais, por ideias baseadas em eugenia e darwinismo social disseminadas por Adolf Hitler antes e durante a Segunda Guerra (BOLSANELLO, 1996). Logo, quando a humanidade chega ao ponto em que está aprimorando cada vez mais suas técnicas de manipulação gênica e possibilitando mais ferramentas para que ideias eugenistas ganhem força novamente, é de total importância que, no material didático proposto aos alunos, coloque-se tal reflexão a respeito das consequências do uso antiético da manipulação genética. Dessa forma, o estudante poderá analisar passado, presente e futuro do mundo no qual está vivendo e, assim, ser posicionar criticamente.

6. CONCLUSÃO

Após refletir a respeito dos resultados da análise dos seis volumes da coleção Moderna Plus (AMABIS *et al.*, 2020) na perspectiva bioética, pode-se concluir que esses livros didáticos não contemplam satisfatoriamente a elaboração de discussão crítica a respeito da temática bioética. Apesar de conterem trechos que promovem questionamentos, esses são poucos e de desenvolvimento raso. Os autores trazem nas sessões “atividades em grupo” algumas tentativas de estímulo de pesquisa externa à sala de aula, como exposto no texto de introdução dos livros. Mas, deve-se considerar que muitos alunos que são contemplados para usar a coleção (estudantes de escolas públicas federais) podem não possuir acesso a outros meios de pesquisa além do livro didático. Sendo assim, essas pesquisas externas têm diminuída sua contribuição à formação do aluno. Isso demonstra como é importante que o material didático que o discente tem em mãos, fornecido pela escola, possua o máximo de informações e questões relevantes para sua vivência social e formação cidadã. Nisso, incluem-se os questionamentos propostos por este trabalho, sobre a visão bioética crítica perante a biotecnologia presente na sociedade.

Estudos mais aprofundados seriam necessários para saber se essa lacuna de aprendizado é exclusiva dos materiais didáticos que abrangem a BNCC de 2018, ou ainda pela adequação desses livros ao formato do Novo Ensino Médio. No texto introdutório dos volumes da coleção, pode-se ler que os autores promoveram redução de conteúdo formal para priorizar a “educação científica mais realista e útil para a formação cidadã”, atendendo às diretrizes da BNCC (BRASIL, 2018). Análises comparativas entre livros didáticos da mesma esfera de atuação de antes e depois da BNCC de 2018 seriam relevantes para concluir se essas mudanças foram significativas no que concerne ao tratamento da bioética.

A bioética crítica pode ser trabalhada das mais variadas formas: através de proposições de situação-problema, estudo de casos, atuação dos alunos em peças teatrais com textos feitos por eles mesmos através de pesquisa sobre a temática, uso de filmes, séries e documentários para abranger os problemas advindos das tecnologias, etc. Existem vários profissionais da educação preocupados com a bioética no Brasil realizando ótimos trabalhos para que seus discentes fiquem a par das discussões relevantes sobre esse tema (e.g. GUERINO; MELLO, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2018).

Uma forma de tornar as discussões sobre bioética mais tangíveis seria incluir nos livros didáticos do Ensino Médio casos reais que envolvam bioética. Os exemplos da vida real podem dar aos alunos uma visão prática dos complexos dilemas éticos que surgem no domínio da

bioética. Esses casos não só tornam a matéria mais cativante, como também incentivam o pensamento crítico e a tomada de decisões informadas, que são competências essenciais para enfrentar os desafios éticos apresentados pelos avanços da ciência e da tecnologia. Ao incorporar estes casos, os educadores podem preparar melhor os alunos para lidarem com as considerações éticas que envolvem temas como a engenharia genética, transgênicos, uso de células-tronco, clonagem, etc., promovendo, em última análise, uma cidadania mais informada e eticamente consciente.

Apesar do material didático analisado não suprir satisfatoriamente essa lacuna de aprendizado, há esperança de que a força humana a frente de cada sala de aula possa dar conta desse grande desafio que é formar estudantes com mentes bioeticamente contextualizadas e críticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Mônica Neves; COSTA, Jessica Hind Ribeiro. Uma análise bioética da relação paciente-médico à luz do arquétipo da alteridade. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 15, n. 1, 2020.
- ALMEIDA, Karolina Martins et al. Aspectos sociocientíficos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 5-24, 2018.
- ALMEIDA, Karolina Martins et al. Aspectos sociocientíficos no ensino de Biologia: uma sequência didática sobre alimentos transgênicos, convencionais e orgânicos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 5-24, 2018.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; SOARES, J.; DO CANTO, E. L., LEITE, L. C. C. *Moderna Plus: ciências da natureza e suas tecnologias*. 6 vols. São Paulo: Moderna, 2020.
- BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: 70, 2020.
- BARTH, Wilmar Luiz. Engenharia genética e bioética. **Teocomunicação**, v. 35, n. 149, 2005.
- BEECHER, Henry K. et al. Ethics and clinical research. **n Engl J Med**, v. 274, n. 24, p. 1354-1360, 1966.
- BIASOLI, Luis Fernando; DE FARIAS, André Brayner; JÚNIOR, Eduardo Borile. Bioética e eugenia: pressupostos biopolíticos da manipulação genética. **Griot: Revista de Filosofia**, v. 22, n. 1, p. 298-307, 2022.
- BOLSANELLO, Maria Augusta. Darwinismo social, eugenia e racismo científico: sua repercussão na sociedade e na educação brasileira. **Educar em Revista**, n. 12, p. 153-165, 1996.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Ensino. orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, v. 32, 2002.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996. BRASIL.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília: MEC/SEB, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. 2000.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA, 2023. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/a-ctnbio>. Acesso em: 19 set. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2023. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/comissoes-cns/conep/>. Acesso em: 19 set. 2023.

DECLARAÇÃO DE HELSINKI, 1964. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/bioetica/helsin1.htm>. Acesso em: 19 set. 2023.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DO HOMEM – 1948. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/jneto/gradua/historia/recdida/declaraunivHISJNeto.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

DELORS, Jacques et al. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. **Educação um tesouro a descobrir**, 2010.

DINIZ, Debora; CORRÊA, Marilena. Declaração de Helsinki: relativismo e vulnerabilidade. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 679-688, 2001.

EXPERIMENTAÇÃO HUMANA. Código de Nuremberg – 1947. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/codigo_nuremberg.pdf. Acesso em: 19 set. 2023.

FISCHER, Marta Luciane et al. Caminho do diálogo: uma experiência bioética no ensino fundamental. **Revista Bioética**, v. 25, p. 89-100, 2017.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 66.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2018.

GARRAFA, Volnei. Radiografia bioética de Brasil. **Acta bioethica**, v. 6, n. 1, p. 163-181, 2000.

GOMES, Maria Margarida; SELLES, Sandra Escovedo; LOPES, Alice Casimiro. Currículo de Ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos. **Educação e Pesquisa**, v. 39, n. 02, p. 477-492, 2013.

GONÇALVES, Aline Loredane; DE CARVALHO FIGUEIREDO, Frederico. Educação para a cidadania e o ensino médio: uma revisão teórica/Citizenship education and higher education: a theoretical review. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 29077-29096, 2019.

GUERINO, Karin Silvia; MELLO, Eneri Vieira de Souza Leite. O ensino de bioética através da multimídia. **O Professor PDE e os Desafios da Escola Pública Paranaense**. v. 1, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JÚNIOR, João Fernando Costa et al. Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 5, p. 51-68, 2023.

JUNIOR, Valdir Gonzalez Paixão; JUNIOR, Alfredo Pereira. Transgênicos: uma questão bioética. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 23, p. 1041-1048, 2016.

LOPES, José Agostinho. Bioética: uma breve história: de Nuremberg (1947) a Belmont (1979). **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 24, n. 2, p. 262-273, 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2023. Novo Ensino Médio – perguntas e respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 20 set. 2023.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2023. Novo Ensino Médio. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio>. Acesso em: 20 set. 2023.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2023. PNLD. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>. Acesso em: 20 set. 2023.

NEDER, Vinicius. Quais são as cidades mais populosas do Brasil? Veja lista divulgada pelo IBGE. **Estadão**, 28 dez. 2022. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/brasil/quais-sao-cidades-mais-populosas-brasil-veja-lista-divulgada-ibge-nprm/>. Acesso em: 20 set. 2023.

NILLES, Jéssica Hensing; DE ANDRADE LEITE, Fabiane. O currículo do ensino de ciências no Brasil: um olhar para a BNCC e os livros didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. especial, 2023.

PEREIRA, Thiago Ingrassia. A vida ensina: o “saber de experiência feito” em Paulo Freire. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, p. 112-125, 2017.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel et al. Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático. 2005.

PIRES, Jansen Ribeiro; GARRAFA, Volnei. Educação: nova fronteira da bioética. **Ciência & saúde coletiva**, v. 16, n. suppl 1, p. 735-745, 2011.

POTTER, V. R. Bioética: ponte para o futuro. São Paulo: Loyola, 2016.

POTTER, Van Rensselaer. Bioethics, the science of survival. **Perspectives in biology and medicine**, v. 14, n. 1, p. 127-153, 1970.

REGO, Sergio; PALÁCIOS, Marisa; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. **Bioética para profissionais da saúde**. Editora Fiocruz, 2009.

REICH, Warren Thomas. The word "bioethics": The struggle over its earliest meanings. **Kennedy Institute of Ethics Journal**, v. 5, n. 1, p. 19-34, 1995.

REUSING, Luciana et al. BIOÉTICA E CTS—UMA REFLEXÃO ÉTICA E FILOSÓFICA DAS TECNOLOGIAS APLICADA À VIDA “BIOTECNOLOGIA” NA SOCIEDADE PÓS-HUMANA DO SÉCULO XXI. **Revista Científica Interdisciplinar INTERLOGOS**, v. 5, n. 1, p. 4-19, 2019.

REVISTA BIOÉTICA, 2023. Disseminando conhecimentos plurais e inclusivos. Disponível em: https://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/index. Acesso em: 19 set. 2023.

RINČIĆ, Iva; MUZUR, Amir. Fritz Jahr: the invention of bioethics and beyond. **Perspectives in biology and medicine**, v. 54, n. 4, p. 550-556, 2011.

ROSA, Marcelo D.'Aquino. O livro didático, o currículo e a atividade dos professores de Ciências do Ensino Fundamental. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 1, n. 1, 2018.

ROSA, Marcelo D.'Aquino. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 1, n. 2, p. 132-149, 2017.

SANCHES, Mário Antônio; SOUZA, Waldir. Bioética e sua relevância para a educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 8, n. 23, p. 277-287, 2008.

SERVIÇOS E INFORMAÇÕES DO BRASIL, 2022. Programa Nacional do Livro e do Material Didático investiu quase R\$ 4 bilhões na aquisição de obras nos últimos 3 anos. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2021/12/programa-nacional-do-livro-e-do-material-didatico-investiu-quase-r-4-bilhoes-na-aquisicao-de-obras-nos-ultimos-tres-anos>. Acesso em: 20 set. 2023.

SISTEMA DO MATERIAL DIDÁTICO, 2023. Distribuição – seleção dos parâmetros de consulta. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/distribuicaosimadnet/confirmarCancelar>. Acesso em: 20 set. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOÉTICA, 2023. Disponível em: <https://www.sbbioetica.org.br/sbbioetica/page/126-home>. Acesso em: 19 set. 2023.

THE BELMONT REPORT, 1979. Disponível em: https://www.hhs.gov/ohrp/sites/default/files/the-belmont-report-508c_FINAL.pdf. Acesso em: 19 set. 2023.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION, 2023. Disponível em: <https://www.wma.net/who-we-are/about-us/>. Acesso em: 19 set. 2023.

APÊNDICE – Tabelas de Quantificação:

Tabela 4: Registro do total de U.R. por volume analisado.

	Volume 01	Volume 02	Volume 03	Volume 04	Volume 05	Volume 06	Somatório U.R. por Vol.
Bioética	0	0	0	0	0	0	0
Ética	5	3	5	6	4	5	28
Éticas	3	2	2	3	5	1	16
Engenharia Genética	0	2	0	1	11	0	14
CRISPR	0	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	5	0	5
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	7	0	7
Terapia gênica	0	0	0	0	2	0	2
Transgênicos	0	0	0	4	21	0	25
Transgênico	0	0	0	0	4	0	4
Transgênicas	0	0	0	0	4	0	4
Transgênica	0	0	0	0	8	0	8
Clonagem	8	0	0	0	25	0	33
Clone	3	1	0	0	6	0	10
Clones	0	0	0	0	1	0	1
Melhoramento Genético	0	0	0	0	10	0	10
OGM	0	0	0	0	2	0	2
OGMs	0	0	0	0	1	0	1
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	1	0	1
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	2	0	2
Aborto	0	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	1	0	0	1
Célula-Tronco	1	0	0	0	0	0	1
Células-Tronco	17	1	1	1	2	1	23
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	7	0	0	7
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	2	1	0	3
Pesticida	0	0	0	1	1	0	2
Pesticidas	0	0	1	2	0	0	3
Praguicida	0	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	1	0	1
Fungicida	0	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	1	0	0	1
Inseticida	0	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	2	0	2	0	1	5
Eugenia	0	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	2	0	2
Manipulação de Genes	0	0	0	0	1	0	1
Somatório U.R.	37	11	9	31	127	8	223

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 5: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 01 da coleção Moderna Plus:

Volume 01	BNCC	Capítulo 01	Capítulo 05	Capítulo 07	Capítulo 08	Capítulo 13	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0	0
Ética	4	0	0	0	0	1	5
Éticas	2	0	0	0	0	1	3
Engenharia Genética	0	0	0	0	0	0	0
CRISPR	0	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	0	0	0
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	0	0	0
Terapia gênica	0	0	0	0	0	0	0
Transgênicos	0	0	0	0	0	0	0
Transgênico	0	0	0	0	0	0	0
Transgênicas	0	0	0	0	0	0	0
Transgênica	0	0	0	0	0	0	0
Clonagem	0	0	0	0	8	0	8
Clone	0	0	0	0	3	0	3
Clones	0	0	0	0	0	0	0
Melhoramento Genético	0	0	0	0	0	0	0
OGM	0	0	0	0	0	0	0
OGMs	0	0	0	0	0	0	0
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	0	0	0
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	0	0	0	0
Célula-tronco	0	0	0	0	0	1	1
Células-Tronco	1	0	0	0	3	13	17
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	0	0	0	0
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	0	0	0	0
Pesticida	0	0	0	0	0	0	0
Pesticidas	0	0	0	0	0	0	0
Praguicida	0	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	0	0
Fungicida	0	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	0	0
Inseticida	0	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	0	0	0	0	0	0
Eugenia	0	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Genes	0	0	0	0	0	0	0
Somatório de U.R. por Capítulo	7	0	0	0	14	16	

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 6: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 02 da coleção Moderna Plus:

Volume 02	BNCC	Capítulo 01	Capítulo 02	Capítulo 04	Capítulo 05	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0
Ética	3	0	0	0	0	3
Éticas	2	0	0	0	0	2
Engenharia Genética	0	2	0	0	0	2
CRISPR	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	0	0
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	0	0
Terapia gênica	0	0	0	0	0	0
Transgênicos	0	0	0	0	0	0
Transgênico	0	0	0	0	0	0
Transgênicas	0	0	0	0	0	0
Transgênica	0	0	0	0	0	0
Clonagem	0	0	0	0	0	0
Clone	0	1	0	0	0	1
Clones	0	0	0	0	0	0
Melhoramento Genético	0	0	0	0	0	0
OGM	0	0	0	0	0	0
OGMs	0	0	0	0	0	0
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	0	0
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	0	0	0
Célula-tronco	0	0	0	0	0	0
Células-Tronco	1	0	0	0	0	1
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	0	0	0
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	0	0	0
Pesticida	0	0	0	0	0	0
Pesticidas	0	0	0	0	0	0
Praguicida	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	0
Fungicida	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	0
Inseticida	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	1	0	0	1	2
Eugenia	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Genes	0	0	0	0	0	0
Somatório de U.R. por Capítulo	6	4	0	0	1	

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 7: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 03 da coleção Moderna Plus:

Volume 03	BNCC	Capítulo 02	Capítulo 07	Capítulo 08	Capítulo 12	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0
Ética	5	0	0	0	0	5
Éticas	2	0	0	0	0	2
Engenharia Genética	0	0	0	0	0	0
CRISPR	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	0	0
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	0	0
Terapia gênica	0	0	0	0	0	0
Transgênicos	0	0	0	0	0	0
Transgênico	0	0	0	0	0	0
Transgênicas	0	0	0	0	0	0
Transgênica	0	0	0	0	0	0
Clonagem	0	0	0	0	0	0
Clone	0	0	0	0	0	0
Clones	0	0	0	0	0	0
Melhoramento Genético	0	0	0	0	0	0
OGM	0	0	0	0	0	0
OGMs	0	0	0	0	0	0
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	0	0
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	0	0	0
Célula-tronco	0	0	0	0	0	0
Células-Tronco	1	0	0	0	0	1
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	0	0	0
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	0	0	0
Pesticida	0	0	0	0	0	0
Pesticidas	0	0	1	0	0	1
Praguicida	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	0
Fungicida	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	0
Inseticida	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	0	0	0	0	0
Eugenia	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Genes	0	0	0	0	0	0
Somatório de U.R. por Capítulo	8	0	1	0	0	

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 8: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 04 da coleção Moderna Plus:

Volume 04	BNCC	Capítulo 01	Capítulo 05	Capítulo 09	Capítulo 11	Capítulo 12	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0	0
Ética	3	0	0	0	0	3	6
Éticas	2	0	0	0	1	0	3
Engenharia Genética	0	0	0	1	0	0	1
CRISPR	0	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	0	0	0
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	0	0	0
Terapia gênica	0	0	0	0	0	0	0
Transgênicos	0	0	0	4	0	0	4
Transgênico	0	0	0	0	0	0	0
Transgênicas	0	0	0	0	0	0	0
Transgênica	0	0	0	0	0	0	0
Clonagem	0	0	0	0	0	0	0
Clone	0	0	0	0	0	0	0
Clones	0	0	0	0	0	0	0
Melhoramento Genético	0	0	0	0	0	0	0
OGM	0	0	0	0	0	0	0
OGMs	0	0	0	0	0	0	0
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	0	0	0
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	1	0	0	1
Célula-tronco	0	0	0	0	0	0	0
Células-Tronco	1	0	0	0	0	0	1
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	6	0	1	7
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	2	0	0	2
Pesticida	0	0	0	1	0	0	1
Pesticidas	0	0	0	2	0	0	2
Praguicida	0	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	0	0
Fungicida	0	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	1	1
Inseticida	0	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	0	0	1	0	1	2
Eugenia	0	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Genes	0	0	0	0	0	0	0
Somatório de U.R. por Capítulo	6	0	0	18	1	6	

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 9: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 05 da coleção Moderna Plus.

Volume 05	BNCC	Capítulo 01	Capítulo 02	Capítulo 03	Capítulo 10	Capítulo 12	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0	0
Ética	4	0	0	0	0	0	4
Éticas	3	0	0	0	2	0	5
Engenharia Genética	2	0	0	0	9	0	11
CRISPR	0	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	5	0	5
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	7	0	7
Terapia gênica	0	0	0	0	2	0	2
Transgênicos	3	0	0	0	18	0	21
Transgênico	0	0	0	0	4	0	4
Transgênicas	0	0	0	0	4	0	4
Transgênica	0	0	0	0	8	0	8
Clonagem	3	1	0	0	21	0	25
Clone	0	0	0	0	6	0	6
Clones	0	0	0	0	1	0	1
Melhoramento Genético	2	0	1	0	7	0	10
OGM	0	0	0	0	2	0	2
OGMs	0	0	0	0	1	0	1
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	1	0	1
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	2	0	2
Aborto	0	0	0	0	0	0	0
Abortos	0	0	0	0	0	0	0
Célula-tronco	0	0	0	0	0	0	0
Células-Tronco	1	0	0	0	1	0	2
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	0	0	0	0
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	0	1	0	1
Pesticida	0	0	0	0	1	0	1
Pesticidas	0	0	0	0	0	0	0
Praguicida	0	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	1	1
Fungicida	0	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	0	0
Inseticida	0	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	0	0	0	0	0	0
Eugenia	0	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	2	0	2
Manipulação de Genes	0	0	0	0	1	0	1
Somatório de U.R. por Capítulo	18	1	1	0	106	1	

Fonte: O autor, 2023.

Tabela 10: Registro da quantidade de U.R. encontradas em cada capítulo analisado do volume 06 da coleção Moderna Plus:

Volume 06	BNCC	Capítulo 01	Capítulo 03	Capítulo 09	Capítulo 10	Somatório por U.R.
Bioética	0	0	0	0	0	0
Ética	4	0	0	1	0	5
Éticas	1	0	0	0	0	1
Engenharia Genética	0	0	0	0	0	0
CRISPR	0	0	0	0	0	0
Endonucleases de restrição	0	0	0	0	0	0
Endonuclease de restrição	0	0	0	0	0	0
Terapia gênica	0	0	0	0	0	0
Transgênicos	0	0	0	0	0	0
Transgênico	0	0	0	0	0	0
Transgênicas	0	0	0	0	0	0
Transgênica	0	0	0	0	0	0
Clonagem	0	0	0	0	0	0
Clone	0	0	0	0	0	0
Clones	0	0	0	0	0	0
Melhoramento Genético	0	0	0	0	0	0
OGM	0	0	0	0	0	0
OGMs	0	0	0	0	0	0
Organismo Geneticamente Modificado	0	0	0	0	0	0
Organismos Geneticamente Modificados	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0
Aborto	0	0	0	0	0	0
Célula-tronco	0	0	0	0	0	0
Células-Tronco	1	0	0	0	0	1
Agrotóxico	0	0	0	0	0	0
Agrotóxicos	0	0	0	0	0	0
Defensivo Agrícola	0	0	0	0	0	0
Defensivos Agrícolas	0	0	0	0	0	0
Pesticida	0	0	0	0	0	0
Pesticidas	0	0	0	0	0	0
Praguicida	0	0	0	0	0	0
Praguicidas	0	0	0	0	0	0
Fungicida	0	0	0	0	0	0
Fungicidas	0	0	0	0	0	0
Inseticida	0	0	0	0	0	0
Inseticidas	0	0	1	0	0	1
Eugenia	0	0	0	0	0	0
Eugenista	0	0	0	0	0	0
Darwinismo Social	0	0	0	0	0	0
Manipulação Gênica	0	0	0	0	0	0
Manipulação Genética	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Genes	0	0	0	0	0	0
Somatório de U.R. por Capítulo	6	0	1	1	0	

Fonte: O autor, 2023.